

RENDIMIENTO AGRONÓMICO DEL PASTO RAIGRAS AUBADE Lolium hybridum BAJO CINCO NIVELES DE PORQUINAZA Y FERTILIZANTE MINERAL

José Edmundo Apráez Guerrero *

Roberto Antonio Revelo Hidalgo **

RESUMEN

El ensayo se efectuó en la granja experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, a 9 km vía al sur de la Ciudad de Pasto.

Con el objetivo de determinar la respuesta agronómica, bromatológica y económica del pasto Raigras aubade Lolium hybridum a diferentes niveles de fertilización orgánica y/o química se probaron cinco niveles : 100 % fuente N química (T1), 75 % químico y 25 % orgánico (T2), 50 % químico y 50 % orgánico (T3), 75 % orgánico y 25 % químico (T4), 100 % de fuente orgánica (porquinaza). (T5)

El ensayo se desarrolló conforme a un diseño irrestrictamente al azar (DIA) y los resultados se evaluaron mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan. La producción de forraje fue superior en el T5 (100% porquinaza) con 36579 kg forraje verde/ ha/ corte seguido de T1 25375, T2 23815, T4 23389, los menores rendimientos se presentaron en T3 9981 kg, cuando se utilizó iguales proporciones de orgánico y químico.

Esta diferencia de producción condujo a que hubiera también diferencias estadísticas altamente significativas en la producción de proteína, fibra y energía siempre a favor de la enmienda orgánica. Se observó efecto de la fertilización en lo referente a la altura de las plantas y la longitud de las raíces, demostrando la relación dependiente de la clase de abono empleado. No se detectaron diferencias en la composición química del forraje provenientes de los diferen-

* Profesor asociado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

** Zootecnista Universidad de Nariño

tes tratamientos que hiciera sospechar efecto alguno de la fertilización sobre la bromatología del pasto.

El análisis económico mostró que, la aplicación de porquinaza disminuye los costos proporcionalmente a su nivel de sustitución con respecto al químico.

En general los resultados encontrados permiten afirmar que no se detectó el efecto de inmovilización causado por los abonos orgánicos que reportan algunos autores, salvo cuando las fuentes orgánicas y químicas se adicionan en iguales proporciones.

INTRODUCCION

El área dedicada a pastos en el departamento de Nariño se estima en 270013 has de estas el 27,9% se encuentran en estado avanzado de deterioro de los suelos, y han sido pocas las acciones para corregirlos. Ante estos sistemas de explotación se plantea la agricultura sustentable como modelo de organización socioeconómico para el desarrollo, reconociendo que los recursos naturales son la base de la actividad económica (Ipiat, 1996 y Sepúlveda, 1996).

Los sistemas para producir alimentos así como cosechas forrajeras, a menudo requieren el uso apropiado tanto de abonos orgánicos como de fertilizantes inorgánicos para producir plantas de adecuada calidad nutritiva, ya que en agricultura sostenible la adición de materiales orgánicos mejoran las propiedades físicas del suelo además de ser una práctica que permite recircular el material orgánico sin dañar el ambiente. Es de anotar que los problemas de valor nutritivo en el suelo no se solucionan completamente sin la integración racional de los fertilizantes, pero no existe suficiente evidencia que garantice el pago de precios excesivos por abonos orgánicos o por alimentos que proceden de plantas que han sido abonadas por el sistema orgánico (Allaway, 1978 ;González, 1993 ; Zuluaga, 1992.). Las anteriores considera-

ciones llevaron a plantear como objetivo del trabajo determinar la respuesta agronómica, bromatológica y económica del pasto raigras aubade Lolium hybridum a diferentes niveles de fertilización orgánica y/o química.

REVISION DE LITERATURA

La rotación de las praderas permanentes menos productivas, las aplicaciones cuantiosas de abonos minerales, la siembra de especies y variedades seleccionadas, los nuevos métodos de explotación de la hierba, hacen que la pradera sea un cultivo de igual importancia que cualquier otro de los que incluyen las alternativas regulares. Las técnicas racionales de pastoreo permiten obtener de ella todos los elementos orgánicos y minerales que requieren los animales, merced a las praderas cultivadas, el aprovechamiento racional de los pastos y forrajes anuales permite disponer de hierba verde equilibrada y nutritiva durante todo el año .

Según diversas estimaciones el costo de la hierba pastada es casi dos veces menor que el de las forrajeras anuales y de 3 a 4 veces inferior al de los alimentos concentrados constituyéndose así en el alimento ideal para los animales, aunque variable su riqueza según su estado vegetativo.(Remón, 1985). El pasto raigras se considera en zonas ganaderas como reina de las forrajeras en invierno, admitiendo altas dosis de N, plantas de poca longevidad, rústica, de rápida germinación y resistente a las enfermedades (Gros, 1981 y Remón, 1985).

En Colombia los suelos por encima de los 2000 msnm, son ácidos y con bajo contenido de N, P, Ca pero con la cantidad de K suficiente para que los pastos se sostengan por 1 o 2 años (Fajardo, 1989 y Fuertes, 1994).

El sistema de explotación, siega y/o pastoreo es un aspecto importante a tener en cuenta en la evaluación de necesidades donde la fertilización es una práctica para mantener el equilibrio botánico de las praderas (Remón, 1985).

La eficacia del abonado depende de la actividad radical pero también de múltiples interacciones donde el factor más frecuente y limitante respecto al efecto de los fertilizantes en la pradera, es el agua (ICA, 1980 ; Remón, 1985).

En todos los sistemas de explotación del pastizal se producen pérdidas inevitables de algunos elementos minerales del suelo, aún en las dedicadas al pastoreo, puesto que paulatinamente se sacan los animales y éstos dejan sus excretas en otros lugares (Tisdale y Nelson, 1980).

Resulta difícil intentar relacionar la calidad de los forrajes si se suministra fertilizantes ya que factores como suelos lavados, pobres en elementos minerales, aunque aportaciones moderadas de enmiendas o abonos aumentan frecuentemente el rendimiento. El producir alimentos en forma sostenible implica buscar y adecuar los sistemas de producción dentro de un marco social, ecológico y económico en el cual el uso de materiales orgánicos va unido con la fertilidad y productividad de los suelos de cultivo. El manejo de la materia orgánica requiere de mezclas de material carbonado y nitrogenado para incrementar la actividad biológica y formar humus, el manejo adecuado de la relación C/N es fundamental para el desarrollo de los suelos activos (Allaway, 1978 ; Bioenergéticos 1995 ; Labrador, 1993). El cultivo continuado con el uso adecuado de fertilizantes comerciales unido al retorno de residuos de cosecha, no solamente puede mantener el nivel de la materia orgánica del suelo sino incluso aumentarlo (Garman, 1976 Tisdale y Nelson, 1980).

Experiencias realizadas a largo plazo con el uso continuado de abonos orgánicos se ha podido establecer que varían considerablemente las propiedades químicas en razón a la condición original. El abono animal es más valioso por su materia orgánica que por su elementos fertilizantes, el abono natural constituido por estiércol mezclado con paja, puede ser un valioso complemento de fertilizante comercial si se utiliza en forma integral (Baver, 1973 ; Dalzell, 1991 ; Fundagro, 1994).

Mantener la materia orgánica con el objeto de mantenerla no es buena iniciación en la labranza, es más realista un sistema de utilización que dé una producción provechosa, mantenida a un máximo. La fuente más grande de una materia orgánica del suelo son los residuos originados a partir de cultivos corrientes, por consiguiente la selección del sistema de cultivo y el método de manejar los residuos son igualmente importantes ; un sistema adecuado y la fertilización producirá , cosechas grandes, lo cual interesa ante todo a los agricultores. Los residuos orgánicos establecen condiciones favorables sobre parámetros relacionados con la fertilidad, productividad y sustentabilidad de los suelos de cultivo.(Allaway, 1978 ; Fundagro, 1994 ; Gómez, 1993 ; Labrador, 1993 ; Tisdale, 1980).

MATERIALES Y METODOS

Materiales

El ensayo se efectuó en una pradera de raigras aubade de 15 días de sembrada donde el cultivo anterior fue alverjilla Pisum sativum , con un suelo que poseía las siguientes características : pH 6.1, materia orgánica 5.1%, textura ArA, N total 0.23% y Carbono orgánico 2.98% ; el lote se preparó con un pase de rastra de chuzo, con topografía ondulada, temperatura promedio de 12°C, 2820 msnm, una precipitación anual de 954 mm y humedad relativa de 73%.

Se utilizó estiércol líquido procedente del lavado de la porqueriza en producción, con el cual se determinó la cantidad de abono orgánico necesario para reemplazar el N del fertilizante químico utilizado que estuvo de acuerdo al análisis de fertilidad del suelo y correspondió a la fórmula comercial 30 - 6- 0 -0 a razón de 200 kg/ha/ corte, en virtud de lo cual se calculó la cantidad de estiércol necesario para hacer un reemplazo parcial y total de N para cada uno de los tratamientos.

Para efecto del ensayo los valores calculados se muestran en la Tabla 1.

MÉTODOS

El terreno se dividió en 15 parcelas para una área total de 2704 m². Se utilizó un diseño DIA conformado por cinco tratamientos y tres réplicas por tratamiento, la evaluación de resultados se hizo con la prueba de comparación de Duncan conforme a lo recomendado por Stell y Torrie (1992).

VARIABLES EVALUADAS

Agronómicos

Producción de forraje, altura de la planta, longitud de la raíz

Bromatológicos

Producción de materia seca, proteína, fibra, energía bruta, según técnicas descritas en el manual análisis químico de alimentos de Apréez(1989).

Edafológicos

Se realizó análisis de fertilidad del suelo según manual regional de análisis de suelos de Carrillo y Vinasco (1992).

Análisis económico

Para el efecto se utilizó el análisis de costo y beneficio según metodología para la evaluación económica de proyectos investigaciones agropecuarias de Cino, Delia y De Armas, C., (1996), del Instituto de Ciencia Animal de la Habana - Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados agronómicos

Altura de la planta

En las Tablas 2 y 3 se presentan los resultados para las variables evaluadas. El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos que recibieron mayor cantidad de enmiendas orgánicas (T5, T3, T4) respecto a los tratamientos con poca o ninguna aportación de porquinaza (T1, T2) afirmando que el pasto raigras aubade crece en mejor forma cuando recibe las aplicaciones de porquinaza, cabe destacar que en T3 su porcentaje de cobertura fue pobre repercutiendo en el volumen de producción.

Producción de forraje verde

El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, donde todas las dosis aplicadas difieren en su respuesta, el T5 fue el de mayor rendimiento seguido de T1, T2, T4, T3 ; la respuesta encontrada en T5 pudo deberse posiblemente a que el material orgánico (porquinaza) aplicado al suelo mejoró las características de agregación de éste. Se afirma que después de adicionadas hay una intensa actividad microbiana produciéndose agregados estables(Baver, 1973 y Cadavid, 1983.). En T1 y los niveles 75% porquinaza y 75% químico se observó respuestas satisfactorias demostrando que las dos fuentes de fertilización son utilizadas apropiadamente por este tipo de forraje.

Con respecto a la baja respuesta en el T3 donde se aplicó iguales proporciones de N proveniente de abono orgánico y fertilizante químico se presume que el pastizal utilizó una de las dos fuentes o que probablemente la relación C :N no fue la más adecuada y que se reflejó en el escaso crecimiento radical del pasto.

Longitud de la raíz

Según el análisis estadístico se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, todas las dosis aplicadas difieren en su respuesta en el cual T4 y T1 presenta mayores longitudes comparados con los tratamientos T5,T2,T3 con poca o ninguna aportación de porquinaza.

Esto permite afirmar que el pasto raigras aubade responde a la aplicación de porquinaza y fertilizante químico ;cabe destacar que el T3 no presentó un buen desarrollo de la raíz lo que incidió en el desarrollo de la planta y producción de forraje y su respuesta probablemente es debido a la falta de un buen suministro de P en el cual es asociado al crecimiento de raíces.

Resultados edafológicos

Los análisis de suelos correspondiente al inicio y final del ensayo mostraron que el pH se incrementa levemente al incorporar la porquinaza y sustancialmente en aquellos que recibieron fundamentalmente fertilización química. Los contenidos de materia orgánica se elevan medianamente en todos los tratamientos quizá por el efecto de agregación del abono orgánico, mejorando a su vez la CIC. Con respecto a los elementos mayores N P K su contenido aumentó en los tratamientos T1, T2,T3, T4, el T5 presentó menor contenido del elemento P al final del ensayo, posiblemente al aplicar porquinaza y por mayor actividad microbiana para metabolizar el contenido orgánico sustrajo energía para esta conversión orgánica en nutrimentos que consumió el pasto y parece que ocurrió también lo mismo en el T4 y T5 con respecto al K.

Al comparar la relación C : N entre el análisis del suelo inicial y final al ensayo no se afectó la relación C : N que en todos los casos estuvo cercana a la relación normal para este tipo de suelos.

Resultados bromatológicos

Producción de materia seca

Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos donde las dosis probadas presentaron una respuesta diferente. El rendimiento de esta fracción guarda la misma relación referente a la producción de forraje verde, atribuyéndose a que el análisis bromatológico en el contenido porcentual no difiere mucho entre los forrajes de cada uno de los tratamientos.

Determinación de proteína

El análisis estadístico en este parámetro arrojó diferencias altamente significativas entre los tratamientos la mayor producción de proteína la presenta el T5, que está en correspondencia con la cantidad de forraje producido por este tratamiento, el análisis bromatológico indicó que el porcentaje de N fue mayor, un menor rendimiento se obtuvo con T2, T1 seguido de T4 y T3. Los buenos resultados en donde se aplicó enmiendas orgánicas probablemente se atribuye al incremento de la población microbiana autótrofa ya que la porquinaza favoreció la capacidad de campo que condujo a dar buenas condiciones para las nitrobacterias.

En contraste la respuesta con fertilizante químico presumiblemente obedece a la forma del elemento aportado en éste o a un desequilibrio biótico en el suelo. La baja producción del T3 posiblemente se debió a que la cantidad de materia orgánica utilizada produjo una inmovilización del N mineral del suelo por parte de los microorganismos.

Contenido de fibra

Para esta fracción también se presentaron diferencias altamente significati-

vas entre los tratamientos reportando respuestas diferentes al igual que en los parámetros anteriores, la cantidad de fibra producida guarda estrecha relación con la producción de forraje en cada uno de los tratamientos, el análisis bromatológico indica que el contenido porcentual de esta fracción puede estar afectado grandemente por el tipo de fertilizante adicionado ya que los valores encontrados están acordes a los rangos usuales del raigras aubade bajo las condiciones climáticas y edáficas de la zona. La mejor producción se encontró en el T5 con la mayor cantidad de materia vegetal, atribuible a las bondades de la porquinaza mencionadas anteriormente, en T4 y T1 la producción fue intermedia, T2 y T3 tuvieron menor rendimiento que posiblemente se deba a que cuando la relación C : N se hace más estrecha, el suministro de energía (Carbono) disminuye, conduciendo a la muerte de la población microbiana que causa decrecimiento del alimento disponible. (Tisdale, 1980.)

Cálculo de la energía bruta

El análisis estadístico para esta variable mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, reportando diferentes respuestas, se destaca el T5 en lo cual la ventaja de la porquinaza frente al químico y mezclas probadas en el ensayo considerando que al abonar con abonos de establo o verdes da como resultado una mayor utilización del P que en efecto es un elemento esencial y constituye en los procesos de transferencia de energía tan vitales para la vida y el crecimiento (Burbano, 1992 y Remón, 1985).

Análisis económico

En la Tabla 4 se presentan los resultados para esta variable. El análisis costo y beneficio para cada uno de los tratamientos evaluados se destaca que los costos totales son mayores en la medida que se utiliza fertilizante químico la aplicación de porquinaza disminuye los costos proporcionalmente a su nivel

de sustitución resultando una diferencia a favor del orgánico disminuyendo el costo/kg de forraje verde para T1 hasta T5 salvo el T3 debido a la menor producción de forraje obtenida en este tratamiento que inclusive influyó en la poca ganancia económica, en todos los casos salvo T1 el costo de oportunidad supera las tasas de interés de la banca comercial indicando que el uso de porquinaza incluso en mezclas con fertilizante químico representa una práctica económicamente viable en la agricultura.

CONCLUSIONES

La aplicación de porquinaza permite obtener producciones y rendimiento de forraje raigras aubade superiores a los obtenidos con fertilización química excepto en aplicaciones de igual proporción lo que repercutió en la producción de proteínas, la cantidad de energía y fibra.

No hubo diferencias apreciables en el contenido nutricional del pasto raigras aubade bajo los diferentes niveles de fertilización probados, los resultados, confirman que este pasto posee una composición nutricional adecuada para muchas especies herbívoras. Quizá los contenidos de fibra son superiores a los reportados para estas variedades de forraje.

Las respuestas obtenidas en los tratamientos en que se aplicó porquinaza permiten afirmar que bajo las condiciones experimentales no se detectó el efecto de inmovilización de nutrientes que reporta la literatura para los abonos orgánicos.

La altura de las plantas y la longitud de raíces fueron variables que se vieron afectadas por las diferentes dosis de fertilización probados en el ensayo.

Los mayores beneficios económicos se obtiene cuando se adicionan en mayor proporción porquinaza y guardan estrecha relación con la cantidad de forraje producido por tratamiento.

Los resultados agronómicos, edafológicos y bromatológicos encontrados en este estudio conducen a pensar que los abonos orgánicos (porquinaza) constituyen una práctica cultural que cumple con buena parte de los objetivos de la sostenibilidad.

TABLA 1. Cantidades y porcentajes de los fertilizantes orgánicos y/o químicos utilizados.

APLICACIONES	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
% Fertilizante químico 30-6-0-0	100	75	50	25	0
Dosis kg	2,205	1,65	1,10	0,550	0
% Abono orgánico porquinaza	0	25	50	75	100
Dosis kg	0	33,07	66,1	99,22	132,3

TABLA 2. Resultados promedios de la aplicación de porquinaza y fertilizante químico en el pasto raigras aubade

Variables evaluadas	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
Altura de plantas (cm)	65,26	65	70,73	70,56	71,83
Producción de forraje verde (kg/ ha/corte)	25375	23815	9981	23389	36579
Longitud de la raíz (cm)	22,3	19,2	15,85	22,7	20,33
Producción materia seca (kg/ha/corte)	4580,3	3689,0	1646,9	3866,2	6069,5
Producción proteína (kg/ha/corte)	712	721,9	297,9	673,1	1530,1
Producción fibra (kg/ha/corte)	1113,1	1040,3	392,9	1113,9	1191,4
Producción energía (Mcal/ha/corte)	14893,2	14129	6291,0	13725,1	22093,0

TABLA 3. Análisis estadístico para los diferentes tratamientos con aplicación de porquinaza y fertilizante químico

Variables evaluadas	R2	CV	Media	PRUEBA DE DUNCAN (TRATAMIENTOS)				
				1	2	3	4	5
Altura de plantas (cm)	0856727	2,1332	68,6733	65,267(b)	65,000(b)	70,730(a)	70,540(a)	71,830(a)
Producción Forraje Verde (kg/ha/corte)	09953	2,967	22828,0	25375,3(b)	23815,7(c)	9981,0(d)	23389,0(c)	36579(a)
Longitud de la raíz (cm)	09039	4,9128	20,0766	22,3(a)	19,2(b)	15,8(c)	22,7(a)	20,3(b)
Producción materia seca (kg/ha/corte)	099623	2,733	3870,373	4080,33(b)	3689,03(c)	1646,87(d)	3866,23(c)	6069,50(a)
Producción proteína (kg/ha/corte)	09967	2,7703	719,273	712,03(b)	721,93(b)	297,90(d)	673,07(c)	1191,43(a)
Producción Fibra (kg/ha/corte)	0995755	2,8194	1039,07	1113,13(b)	1040,30(c)	392,93(d)	1113,87(b)	1530,13(a)
Producción energía (Mcal/ha/corte)	09959	2,7486	14226,26	14893,2(b)	14129,0(c)	13725,1(c)	6291,0(d)	22093,0(a)

TABLA 4. Análisis económico de la fertilización orgánica y/o química del pasto raigras aubade

ITEMS	T1		T2		T3		T4		T5	
	Químico	orgánico	Químico	orgánico	Químico	orgánico	Químico	orgánico	Químico	orgánico
Costos fijos	89075,05	0	66806,29	11158,85	44537,52	22317,7	22268,76	33476,55	0	44635,4
Fertilizante	89075,05	0	77965,14	66855,22	66855,22	55745,31	55745,31	55745,31	0	44635,4
Total costos fijos	89075,05	0	77965,14	66855,22	66855,22	55745,31	55745,31	55745,31	0	44635,4
COSTOS VARIABLES										
Mano de obra	1075,05	0	806,29	358,35	537,52	716,7	268,76	1075,05	0	1433,4
Riego (equipo)	0	0	0	1500,0	0	3000,0	0	4500,00	0	6000,0
Total costos variables	1075,05	0	806,29	1858,35	537,52	3716,7	268,76	5575,05	0	7433,4
COSTO TOTAL	90150,1	0	80629,78	71109,44	71109,44	67432,88	67432,88	67432,88	0	52068,8
Costo unitario/kg de forraje verde	3,55	0	3,38	7,12	7,12	2,63	2,63	2,63	0	1,42
Valor de producción	203000	0	190520	79848	79848	187112	187112	187112	0	292632
Ganancia	112849,9	0	109890,22	8738,56	8738,56	125522,88	125522,88	125522,88	0	240571,2
Ganancia%	125	0	136	12	12	203	203	203	0	462

BIBLIOGRAFIA

ALLAWAY, W.H. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos y la calidad nutritiva de las cosechas. La Hacienda (USA) No. 4 : 20-22-56. 1978

APRÁEZ, E. Manual análisis químico de los alimentos. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1989. 447p.

BAVER, L.D., Gardner, W.H. Física de suelos. México, Uteha, 1973. 529p.

BIOENERGÉTICOS. Ventajas de los abonos orgánicos. Colombia No. 0 :22.1995.

BURBANO, H. La agricultura y desarrollo sostenibles. Noticampo (Colombia) No.3 : 1-8. 1992.

CADAVID, L. Mejoramiento de la fertilidad de los suelos con base a residuos de porquinaza. Colombia 23(1) : 82-93. 1983.

CARRILLO, C., VINASCO, C. Guía para el servicio regional de análisis de suelos. Chinchiná, Colombia, Federacafé. 1992. 83p.

CINO, D., DE ARMAS, C. Guía para el análisis económico de las investigaciones agropecuarias. La Habana, Instituto de ciencia animal, 1996. 42p.

DALZELL, H. W., et al. Manejo del suelo producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Roma, Fao,1991. 178p.

FAJARDO, I. 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. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1989. 67p.

FUNDAGRO. Guía para la producción orgánica de cultivos. Quito, Fundagro,1994.23p.

FUERTES, S. Respuesta del pasto aubade *Lolium* sp. tetraploide, a la aplicación de B, Ca, Zn en un suelo del altiplano de Túquerres (Nariño). Tesis Ing.Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas, 1994.71p.

GARMAN, W. La verdad sobre el nitrógeno. La Hacienda (USA) No.6 : 55-56- 84. 1976.

GÓMEZ, A., RIVERA, H. La conservación de los suelos y la sostenibilidad de la productividad en la zona cafetera. Cenicafé, (Colombia) No. 190 : 1-8- 1993.

GONZALES, E. Temas selectos sobre el aprovechamiento de los residuos del beneficiado húmedo del café. México, Instituto Politécnico Nacional, 1992. 132p.