

Efectos de la fertilización con N, P y K y el microclima, en la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), bajo pastoreo rotativo

The effect of N, P, K fertilization and microclimate, on alfalfa (*Medicago sativa*) and kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) intercropping, under rotational grazing

Daniel Machado¹ y Ciro Dávila²

Resumen

Se evaluó el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio y del clima sobre la producción de materia seca y contenido proteínico de la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), durante el segundo año después de la siembra, manejada con un método de pastoreo rotativo, en Cacute, Edo. Mérida, Venezuela. Los tratamientos de fertilización suministrados corresponden a un diseño experimental de superficie de respuesta tipo "San Cristóbal" en bloques al azar y tres repeticiones, siendo los niveles (kg/ha año): 0, 80, 160 y 240 de N; 0, 160, 320 y 480 de P_2O_5 y 0, 160, 320 y 480 de K_2O , fraccionados en nueve dosis repartidas durante el año. Las producciones de materia seca de la alfalfa y del kikuyo en la asociación presentaron variaciones significativas ($P < 0,1$) solamente debido al suministro de nitrógeno al inicio de las épocas lluviosas. Los contenidos de proteína cruda no variaron significativamente ($P > 0,1$) debido a los tratamientos de fertilización. La producción de materia seca del kikuyo varió durante el año de manera directamente proporcional con la temperatura media del aire ($r = 0,80$), mientras que los contenidos de proteína cruda del kikuyo ($r = -0,89$) y de la alfalfa ($r = -0,87$) variaron de manera inversa. La asociación de alfalfa y kikuyo produjo mayor cantidad de materia seca y proteína y con menor variación que las obtenidas en un potrero de kikuyo puro. La implantación de esta asociación constituye una alternativa para mejorar la producción de forrajes en el sistema de producción láctea de la zona alta.

Palabras claves: *Medicago sativa*, *Pennisetum clandestinum*, fertilización, pastoreo, clima.

Recibido el 26-04-1996 • Aceptado el 29-07-1997

1. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. La Hechicera, Mérida. Venezuela.

2. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.). Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Apartado 77. Mérida. Venezuela.

Abstract

The effects of nitrogen, phosphorous and potassium fertilization and microclimate on dry matter yield and protein content of the alfalfa-kikuyu grass mixture under rotational grazing management were studied during the second year after seeding in Cacute, Merida State, Venezuela. Treatments applied correspond to a "San Cristobal" surface response, experimental design, using randomized blocks with three replications. Levels used were: 0, 80, 160 and 240 kg / ha year for N and 0, 160, 320 and 480 kg / ha year for P_2O_5 and K_2O , applied one ninth (1/9) after each grazing. Dry matter yields of alfalfa and kikuyu were significantly affected ($P < 0,1$) due only to the nitrogen level applied at the beginning of the rainy seasons. Their crude protein contents were not affected by the fertilization treatments ($P > 0,1$). Dry matter yield of kikuyu varied seasonally during the year directly proportionatly to the mean temperature of the air ($r = 0,80$) while the crude proteine contents of kikuyu ($r = - 0,89$) and of alfalfa ($r = - 0,87$), varied inversely. The alfalfa-kikuyu intercropping dry matter yield showed higher compared to kikuyu alone (no intercropping) and its variation smaller. These advantages of alfalfa-kikuyu intercropping represents a valid alternative for intensive milk producers in the Venezuelan Andes.

Key words: *Medicago sativa*, *Pennisetum clandestinum*, fertilization, grazing, microclimate

Introducción

La producción intensiva de leche en los Andes Venezolanos se basa principalmente en rebaños de bovinos de elevada capacidad genética para la producción de leche, alimentados con concentrados industriales de alto contenido proteínico y pastoreo rotativo en potreros de pasto kikuyo fertilizados con importantes cantidades de urea (5, 17).

La asociación de alfalfa y kikuyo puede establecerse exitosamente con una fertilización inicial adecuada en fincas de la zona alta en suelos con pH neutro y con buen drenaje (12). Se ha observado, en experiencias realizadas en la zona alta, que los cultivos de alfalfa decaen drásticamente en su producción, entre 2 y 5 años después

de su establecimiento. El mantenimiento de esta asociación, con una alta producción de forraje y una proporción importante de leguminosa en la mezcla, durante un tiempo en el cual el productor pueda recuperar su inversión, depende del manejo del pastoreo, del riego y de la fertilización. La respuesta del pastizal a la fertilización depende de las reservas de nutrientes en el suelo, de la extracción por los cultivos asociados y en el caso del pastoreo, del retorno de nutrientes en las excretas. La alfalfa, por su producción de biomasa con un alto contenido de proteínas y nutrientes, es un cultivo altamente extractivo de nutrientes del suelo. Del Pozo (10) en España, calcula extracciones de 336 kg

de N/ha, 24 kg de P/ha y 144 kg de K/ha para una producción media de 12 t de materia seca de alfalfa/ha año en regadío y recomienda suministrar 140 a 150 kg de P_2O_5 /ha año y 180 a 200 kg de K_2O /ha año, sin aplicar nitrógeno, para el mantenimiento del alfalfar. Vough y Decker (27) informan extracciones promedio durante 4 años de 388 a 656 kg de K_2O /ha año para una producción de 15,6 a 22,2 t de materia seca de mezcla de alfalfa y gramínea/ha año en el mantenimiento de la asociación en Maryland E.E.U.U. y recomiendan el suministro anual de 135 a 168 kg de P_2O_5 /ha, de 583 a 729 kg de K_2O /ha para obtener rendimientos de 19,7 a 24,5 ton de materia seca de alfalfa o de mezcla de alfalfa y gramínea/ha. Los efectos del sumi-

nistro de fertilizantes nitrogenados a las mezclas de alfalfa y gramíneas es controversial para distintos autores (8, 19) en lo referente a los rendimientos y a la proporción de alfalfa.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del suministro de nitrógeno, fósforo y potasio después de año y medio de establecida la asociación de alfalfa y kikuyo, sobre los rendimientos y contenido proteínico de los componentes del forraje en la asociación, manejada con un método de pastoreo rotativo, tomando en cuenta el efecto de la variación del clima durante el año y comparar estos rendimientos con los del pastizal de kikuyo puro manejado en las condiciones más frecuentemente empleadas en la zona andina venezolana.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica y características agroecológicas. El experimento de campo se realizó en la Finca Santa Elena, ubicada en la localidad de Cacute (8° 41' N y 71° 01' W), en el Estado Mérida, a una altitud de 2.100 msnm. La zona de vida del área corresponde al Bosque seco siempre verde. El clima en la localidad se caracteriza por un régimen bimodal de precipitación: dos períodos lluviosos y húmedos (Abril a Mayo y Septiembre a Noviembre) alternados con dos períodos secos (Diciembre a Febrero y Junio a Agosto), diferenciándose estos últimos en que el primero presenta días con mayor insolación y temperaturas más bajas que el segundo. El mes de Marzo es de transición. La precipitación media anual es de 1.160 mm y la temperatura

media es de 16 °C.

Los potreros donde se localizaron las parcelas experimentales están situados sobre una terraza aluvial del río Chama con una pendiente de 1,5%. El suelo es un Inceptisol de color negro-grisáceo, textura franco arenosa (Fa), estructura granular, alto contenido de grava (la fracción del esqueleto grueso > 2mm es en promedio de 49,6%) y drenaje interno de moderado a rápido. Los resultados del análisis de suelo realizados sobre la fracción < 2 mm y después de 7 meses de haber enclavado fueron: pH: 6,8 (el cual resulta adecuado para la alfalfa); C.O.: 4,8%; N: 0,381%; P(Olsen): 75 ppm; K: 350 ppm, Mg: 300 ppm y Ca: 2.250 ppm. Aún cuando estos resultados parecieran indicar un alto contenido

de nutrientes en el suelo, es necesario aclarar que la fracción del esqueleto grueso del suelo $> 2\text{mm}$ es 50%, sin contar el alto contenido de piedras grandes. Esto implica un menor contenido de nutrientes por volumen de suelo que se traduce en una baja fertilidad, la cual se evidencia en experimentos anteriores (12) y en las altas dosis de fertilizantes y abonos aplicados en la zona para la obtención de buenos rendimientos hortícolas.

Diseño experimental y tratamientos. El experimento de campo se realizó sobre dos potreros adyacentes de kikuyo de 1.400 m^2 cada uno que se manejaron en condiciones de pastoreo rotativo por ocho años:

En el primer potrero se estableció la asociación de alfalfa (variedad "CUF-101") y kikuyo de acuerdo a las recomendaciones de preparación del terreno de Machado (11) y de fertilización de Machado y Dávila (12). El diseño experimental fue de bloques al azar con 16 tratamientos de fertilización con tres repeticiones distribuidos en parcelas de $4\text{m} \times 5\text{m}$, con un área efectiva de 12 m^2 . Los tratamientos de fertilización ensayados comenzaron a aplicarse un año y seis meses después de la siembra y consistieron en el suministro de nitrógeno, fósforo y potasio en distintos niveles (cuadro 1). De los 16 tratamientos utilizados, 12 correspondieron a un diseño "San Cristóbal" (20), el cual es un diseño no ortogonal de segundo grado, formado por tres tipos de tratamientos: un factorial completo formado por los niveles 0 y 2 de cada factor; tratamientos externos formados por la combinación del nivel 3 de cada

factor con el nivel 1 de los demás factores y un tratamiento central formado por la combinación del nivel 1 de cada factor (26). Además se incluyeron cuatro tratamientos adicionales: combinación del nivel alto, 3, de fósforo y potasio con los niveles 0, 1 y 3 de nitrógeno y por último nivel 0 de nitrógeno con el nivel central, 1, de fósforo y potasio. Las cantidades totales fueron fraccionadas en 9 dosis, suministradas después de cada pastoreo, para evitar las pérdidas de N por volatilización y lixiviación, de K por lixiviación y de P por inmovilización y así mejorar la disponibilidad de estos nutrientes. Las fuentes de fertilizantes fueron: urea, superfosfato triple y sulfato de potasio, para N, P y K respectivamente.

El segundo potrero se mantuvo con kikuyo puro y recibió la fertilización suministrada a los restantes potreros de kikuyo de la finca, la cual consistió en la adición de 540 kg de N / ha año en forma de urea distribuida en 9 dosis, después de cada pastoreo; 25 kg de P_2O_5 / ha año, en forma de superfosfato triple y 20 kg de K_2O / ha año en forma de sulfato de potasio, en una sola dosis anual. Estas dosis de fertilización están dentro del rango generalmente utilizado en la zona alta como resultado de las recomendaciones de mantenimiento por el Programa de Ganadería de Altura (4, 17).

Manejo del área experimental. El área del experimento fue manejada con un método de pastoreo rotativo, 39 días de descanso y 2 días de ocupación con 20 vacas lecheras en cada uno de los 9 pastoreos que se efectuaron durante el año. En los

Cuadro 1. Producción promedio anual de materia seca de alfalfa, kikuyo y alfalfa + kikuyo; contribución % de la alfalfa a la producción de la asociación (*) y contenido % de proteína cruda en alfalfa en kikuyo para cada uno de los tratamientos de fertilización suministrados.

Tratamientos						Producción de materia seca toneladas/ha año	% de alfalfa en la asociación*	Proteína cruda, %, en base a MS			
Niveles codificados			Niveles reales kg/ha año					alfalfa	kikuyo		
N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	alfalfa	kikuyo	alfalfa+kikuyo	alfalfa	kikuyo	
0	0	0	0	0	0	13,31	9,16	22,47	59	20,6	15,1
0	0	2	0	0	320	11,83	8,62	20,45	58	20,3	13,6
0	2	0	0	320	0	11,58	8,91	20,49	57	19,9	17,5
0	2	2	0	320	320	11,68	8,79	20,47	57	20,2	15,2
2	0	0	160	0	0	10,74	11,59	22,33	48	19,0	15,6
2	0	2	160	0	320	14,42	8,60	23,02	63	19,6	17,1
2	2	0	160	320	0	13,75	8,11	21,86	63	19,6	15,4
2	2	2	160	320	320	14,30	7,11	21,41	67	21,2	17,6
1	1	1	80	160	160	11,43	9,28	20,72	55	20,4	16,8
1	1	3	80	160	480	10,42	11,14	21,55	48	20,7	16,2
1	3	1	80	480	160	15,89	6,00	21,89	73	20,1	18,2
3	1	1	240	160	160	15,54	8,03	23,56	66	20,6	17,7
1	3	3	80	480	480	11,98	7,98	19,97	60	19,7	14,7
3	3	3	240	480	480	15,28	8,16	23,43	65	19,9	17,1
0	1	1	0	160	160	14,06	9,11	23,18	61	21,6	17,3
0	3	3	0	480	480	14,77	7,33	22,10	67	21,5	16,9
Promedio de los tratamientos						12,19	8,62	21,81	61	20,3	16,3

períodos secos se efectuaron riegos variables hasta 30 mm de lámina/semana.

Evaluaciones. Se determinaron las ofertas y los residuos de materia seca, en cada uno de los pastoreos efectuados durante el experimento, cortando con hoz a una altura de 8 cm sobre el suelo, el forraje presente en un área circular de 0,5 m², cuyo centro era localizado al azar dentro del área efectiva de cada una de las parcelas de la asociación. En el potrero de kikuyo puro se tomaron, de la manera descrita anteriormente, 6 muestras al azar antes y después de cada pastoreo. Las muestras así tomadas, fueron separadas manualmente en alfalfa, kikuyo y otras especies para medir sus pesos frescos, luego se secaron en estufa a 70°C, durante 72 horas y se midieron los pesos del material seco (14). Con estos datos se calcularon para cada una de las parcelas del ensayo, las producciones de alfalfa y de kikuyo entre cada dos pastoreos, es decir durante el período de descanso.

Se realizaron tres determinaciones del contenido de proteína cruda en

base a materia seca, a través del método de Kjeldahl (2), de cada una de las muestras de alfalfa y kikuyo tomadas antes de cada pastoreo.

Se efectuaron diariamente medidas de: temperaturas máxima y mínima del aire a 2 m de altura sobre el nivel del suelo, precipitación, insolación y humedad relativa.

Los resultados fueron analizados por medio del programa SAS (22). Se utilizó el procedimiento GLM para los análisis de varianza de modelos no balanceados y para los análisis de varianza realizados considerando los pastoreos dentro de cada tratamiento como parcelas secundarias en un diseño de parcelas divididas en el tiempo (23). Se empleó el procedimiento CORR para los análisis de correlación realizados para los valores promedio por período de: producción de materia seca y contenido de proteína cruda en los componentes de la asociación y en el kikuyo puro con respecto a los valores de: temperatura media diaria del aire, humedad relativa diaria promedio, insolación total y precipitación total en los correspondientes períodos.

Resultados y discusión

Efectos de los tratamientos de fertilización. La producción promedio de todos los tratamientos de materia seca de la asociación fue de 21,8 t/ha año de las cuales la alfalfa aportó el 61 % (cuadro 1). Esta producción es más elevada que los rendimientos encontrados por Bruno *et al.* (7) para alfalfa + pasto ovillo y alfalfa + festuca alta bajo pastoreo en Argentina y mayor que los

rendimientos encontrados por Urbano *et al.* (24) para alfalfa + kikuyo bajo corte en Mérida, Venezuela y similar en cuanto a la producción de alfalfa y su asociación, a los rendimientos informados por Rossanigo *et al.* (21) en Argentina y Vough y Decker (27) en Maryland, E.E.U.U. para cultivares de alfalfa pura o asociada con gramíneas.

Los valores obtenidos para el contenido porcentual promedio de

proteína cruda, en base a materia seca, en alfalfa y en kikuyo antes del pastoreo, con sus respectivas desviaciones típicas s , fueron: 20,3 % con $s = \pm 1,8$ para la alfalfa y 16,3 % con $s = \pm 2,9$ para el kikuyo. Entre estos valores se observa una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$), que indica que a los 39 días de descanso, la alfalfa tiene mayor contenido de proteína cruda que el kikuyo. Estos valores son similares a los informados por Bickoff *et al.* (6) y Bariggi *et al.* (3) para la alfalfa; por Betancourt (5) para el kikuyo y por Urbano *et al.* (25) y Machado y Dávila (12) para ambas especies.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la producción anual de materia seca de alfalfa, de kikuyo ni de alfalfa + kikuyo, ni en los contenidos de proteína cruda de alfalfa y kikuyo. Tampoco se encontraron efectos significativos cuando se incorporaron como factores, al modelo de análisis, los tres elementos fertilizantes: N, P y K para medir el efecto lineal, cuadrático y sus interacciones simples.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por: Dávila y Urbano (9), quienes no encontraron efectos significativos en los rendimientos de la asociación de alfalfa y kikuyo, bajo pastoreo, debido al suministro de nitrógeno y Urbano *et al.* (25) que no encontraron diferencias significativas en los contenidos de proteína cruda en kikuyo y alfalfa bajo corte con distintos tratamientos de fertilización con N, P, K, Ca y micronutrientes.

Por otra parte, estos resultados aparentemente son distintos a los

obtenidos por algunos investigadores: Vough y Decker (27) respecto a los efectos positivos de la fertilización combinada de fósforo y potasio sobre los rendimientos de cultivos puros de alfalfa y de mezclas de alfalfa con gramíneas; Urbano *et al.* (24) respecto a los efectos de la fertilización con N, P y K en los rendimientos de la asociación de alfalfa y kikuyo bajo corte y Machado y Dávila (12) respecto a los efectos de la fertilización con N, P, K, micronutrientes y gallinazo en el establecimiento de la asociación de alfalfa y kikuyo.

Estos hechos parecen indicar que en este experimento la extracción de nutrientes por las plantas fue suplida principalmente por los contenidos de N, P y K en el suelo sumado a los contenidos de estos elementos y de micronutrientes en el gallinazo utilizado para el establecimiento de la asociación (12), mas los nutrientes aportados al suelo por las excretas animales. Este último factor puede ser responsable también de atenuar las posibles diferencias entre tratamientos debido a la transferencia de nutrientes entre parcelas como consecuencia del pastoreo.

Sin embargo, el análisis de varianza de las producciones de materia seca realizado para cada uno de los períodos entre pastoreos, incluyendo en el modelo de análisis los tres elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio para medir el efecto lineal, cuadrático y sus interacciones simples, indica que existen variaciones significativas ($P < 0,1$) por efecto de la aplicación de nitrógeno, en las producciones de materia seca de alfalfa y de

kikuyo correspondientes a los períodos 2 y 6. En la figura 1 (A y B) se puede observar que las variaciones en las producciones de materia seca de alfalfa y de kikuyo, por efecto de la adición de nitrógeno, son similares en los dos períodos. Además, se observa que hay una relación inversa entre las producciones de alfalfa y de kikuyo para los diferentes niveles de nitrógeno suministrados. Como resultado de estas tendencias opuestas, la producción de materia seca de alfalfa + kikuyo no varía significativamente con la aplicación de nitrógeno entre 0 y 240 kg / ha. Sin embargo la contribución de la alfalfa a la producción de la asociación es mayor con suministros de 240 kg de N / ha.

También se puede observar (figura 1 C) que las producciones, totales durante el año, de materia seca de alfalfa y de kikuyo presentan con el suministro de nitrógeno tendencias similares a las observadas en estos dos períodos aún cuando las variaciones no sean estadísticamente significativas; obteniéndose mayor contribución de la alfalfa al suministrar 240 kg de N / ha año. En la figura 2 se puede observar que el microclima correspondiente a los períodos 2 y 6 tiene en común, que ambos corresponden al inicio de las temporadas de lluvia. Andrew y Johansen (1) sostienen que la disponibilidad de agua es el factor más determinante en la respuesta de distintas especies de plantas a la fertilización nitrogenada. Por lo tanto, las diferencias en cuanto a la respuesta de la alfalfa y el kikuyo, a las distintas dosis de N aplicado en las épocas de inicio de lluvias, podrían deberse a la

diferencia de las dos especies en cuanto a su exploración radical y a la distribución de N en los distintos horizontes del suelo según sean la dosis de N aplicada y la lámina de agua caída.

Efectos del microclima. Se encontraron variaciones significativas en las producciones de materia seca de alfalfa, kikuyo y alfalfa + kikuyo ($P < 0,01$) y en los contenidos de proteína cruda de la alfalfa y el kikuyo en la asociación ($P < 0,05$) entre los períodos transcurridos entre los pastoreos (Figura 2). Además, en las figuras 2 y 3 podemos observar que las producciones de kikuyo en la asociación y en el potrero de kikuyo puro varían de forma similar. Estos hechos, hacen pensar que estas variaciones se deban a los cambios del microclima.

Por medio de los análisis de correlación se obtuvieron los siguientes resultados:

La producción de materia seca del kikuyo, sea cultivado puro o en asociación con alfalfa, decrece a medida que disminuye la temperatura media del aire, siendo $r = 0,82$ ($P < 0,01$) para la producción de kikuyo en la asociación y $r = 0,79$ ($P < 0,05$) para la producción de kikuyo puro. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Medina (16) en Venezuela, a 2.000 msnm y latitud 8° N; por Whitney (28) en Hawaii, a 660 - 945 msnm. y latitud 20° N y por Pearson *et al.* (18) en la costa este de Australia, latitud 32° a 37° S. Todos estos autores indican que las menores tasas de crecimiento y/o los menores rendimientos del kikuyo, se obtienen cuando las temperaturas del ambiente son

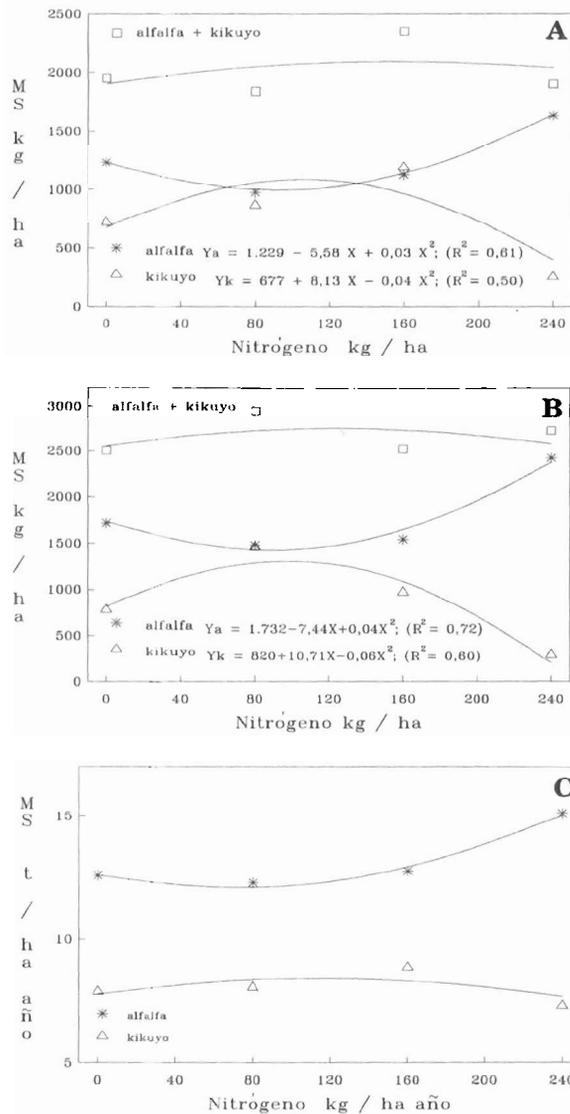


Figura 1. Producción de materia seca de alfalfa y kikuyo en relación con el nivel de Nitrógeno suministrado. A. Período 2. B. Período 6. C. Todo el año.

bajas.

El contenido de proteína cruda en el kikuyo, sea cultivado puro o en asociación con alfalfa, aumenta a

medida que disminuye la temperatura media del aire siendo $r = -0,87$ ($P < 0,01$) para el kikuyo en la asociación y $r = -0,90$ ($P < 0,01$) para el kikuyo

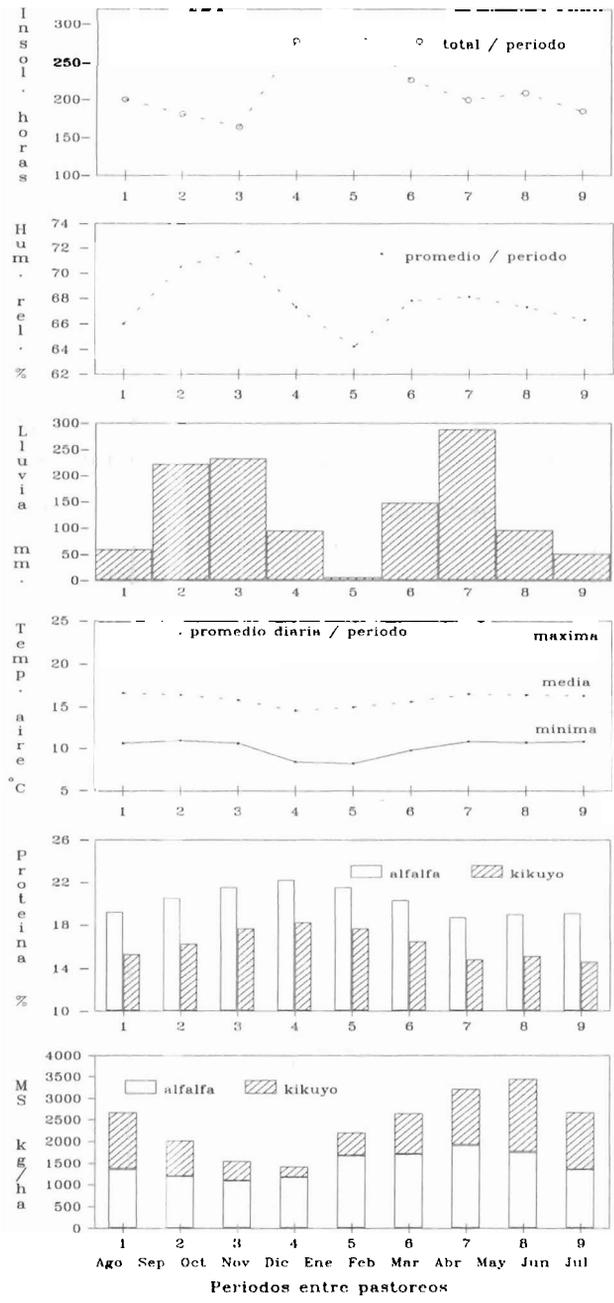


Figura 2. Insolación, humedad relativa, precipitación, temperatura del aire, % de proteína cruda y materia seca producida en cada uno de los periodos entre pastoreos.

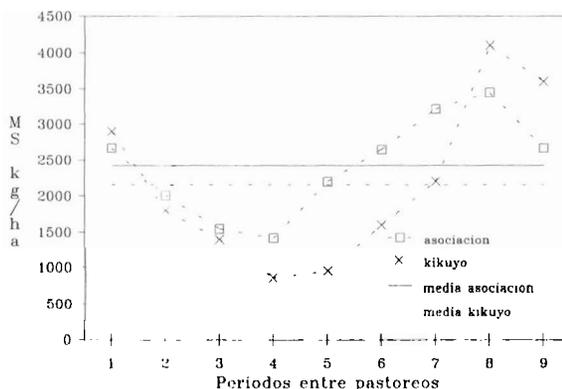


Figura 3. Producción media y en cada período, de materia seca en: la asociación de alfalfa y kikuyo y en el potrero de kikuyo puro.

puro. Este resultado concuerda con los obtenidos por Whitney (28) en Hawaïi, a 660 - 945 msnm y latitud 20° N.

Con respecto a la variación de la producción de materia seca de la alfalfa en la asociación, no se encontró una relación determinante con las variables climáticas, observándose (figura 2) que la producción de materia seca de la alfalfa en la asociación, varía menos durante el año que la producción de kikuyo.

En cambio, el contenido de proteína en la alfalfa aumenta a medida que disminuye la temperatura media del aire, siendo $r = -0,87$ ($P < 0,01$). Este resultado está de acuerdo con el obtenido por Maddaloni y Sola (13) en Argentina, quienes informan que los contenidos de proteína en la hoja de la alfalfa en una pastura, fueron mayores en invierno, medianos en primavera y otoño, y menores en el verano.

El hecho de que los contenidos de proteína en alfalfa y en kikuyo disminuyan a medida que aumenta la temperatura, probablemente esté

relacionado con el hecho de que para igual número de días de rebrote del pasto, las temperaturas mayores hacen que aumente la edad fisiológica de las plantas, tendiendo entonces a aumentar la producción de materia seca pero disminuyendo el contenido de proteína (McWilliam, 15) tal como se puede observar en la figura 2.

Las consecuencias principales, desde el punto de vista productivo, del efecto del microclima sobre los rendimientos de materia seca y de proteína cruda del forraje en la mezcla de alfalfa y kikuyo y en el potrero de kikuyo puro son:

La producción media por período de materia seca por ha, de la asociación de alfalfa y kikuyo es mayor (en 12 %) que la producción media por período de materia seca por ha del kikuyo puro, tal como se puede observar en la Figura 3. Además la producción de materia seca por ha de la asociación varía menos (C.V. = 29 %) durante el año que la producción de materia seca por ha del kikuyo puro (C.V. = 53 %).

La producción media por período

de proteína cruda por ha, en la mezcla de alfalfa y kikuyo es mayor (en 32%) que la producción media por período de proteína cruda por ha del kikuyo puro, tal como se puede observar en la figura 4. Además la producción de proteína por ha de la asociación varía menos (C.V. = 22%) durante el año que la producción de proteína cruda por ha del kikuyo puro (C.V. = 48%).

Estas diferencias antes referidas se presentan aún cuando el potrero de kikuyo fue fertilizado con 540 kg de N/ha año y la asociación recibió en promedio 90 kg de N / ha año y son mayores aún en favor de la asociación cuando se comparan con los valores obtenidos para la asociación fertilizada con 240 kg de N / ha año.

Estos hechos indican que la

presencia de la alfalfa en los potreros puede amortiguar las variaciones estacionales de la producción de kikuyo en la zona alta, lográndose además de una mayor cantidad y calidad de forraje producido, una estabilidad en el pasto consumido por el ganado durante el año. Estas variaciones pudieran atenuarse un poco flexibilizando el número de días de descanso entre los pastoreos efectuados durante el año, por ejemplo, realizando pastoreos mas frecuentes durante los meses de mayor temperatura y aumentando los días de descanso en los meses fríos. Estas ventajas habría que estudiarlas durante varios años y con ensayos con animales de alto potencial genético para la producción de leche.

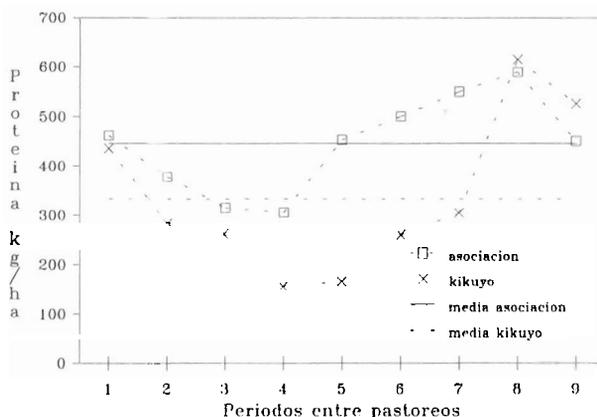


Figura 4. Producción media y en cada período de proteína cruda en: la asociación de alfalfa y kikuyo y en el potrero de kikuyo puro.

Conclusiones

Las producciones de materia seca de la alfalfa y del kikuyo en la asociación presentaron variaciones significativas debidas al suministro de

N al inicio de las épocas lluviosas.

Las producciones de materia seca de la alfalfa y del kikuyo en la asociación no presentaron variaciones

significativas debido al suministro de fósforo y potasio.

Los contenidos de proteína cruda en la alfalfa y en el kikuyo en la asociación, no variaron significativamente debido a los diferentes tratamientos de fertilización ensayados.

Una adecuada fertilización inicial que garantice el establecimiento de la asociación de alfalfa y kikuyo con una alta proporción de alfalfa, hace innecesaria la fertilización durante por lo menos 2,5 años en el mantenimiento de la asociación en pastoreo.

El contenido promedio de proteína cruda en la alfalfa resultó significativamente superior al contenido promedio de proteína cruda en el kikuyo.

La producción de materia seca del kikuyo en la asociación y del kikuyo puro, variaron durante el año de manera directamente proporcional a la temperatura media del aire, mientras que el contenido de proteína cruda en el kikuyo asociado o puro, varió du-

rante el año de manera inversamente proporcional a la temperatura media del aire.

El contenido de proteína cruda en la alfalfa varió durante el año de manera inversamente proporcional a la temperatura media del aire mientras que la producción de materia seca de alfalfa no se vió afectada por alguna variable climática determinada.

La asociación de alfalfa y kikuyo produjo durante el año mayor cantidad de materia seca y de proteína cruda que el kikuyo puro. Además, tanto la producción de materia seca como la de proteína de la asociación, variaron menos durante el año que las producciones de materia seca y de proteína del kikuyo puro. Por lo tanto, se considera que la implantación de la asociación de alfalfa y kikuyo constituye una alternativa para mejorar la producción de forrajes en el sistema intensivo de producción de leche en la zona alta.

Literatura citada

1. Andrew C.S. and C.Johansen. 1978. Differences between pasture species in their requirements for nitrogen and phosphorus. p. 111-127. En: J. R. Wilson (Ed.). Plant relations in pastures. Published by CSIRO.
2. AOAC. 1990. Nitrogen (Total) (Crude Protein) in plants. Kjeldahl methods. In: K. Helrich (Ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Published by the AOAC Inc.. Fifteenth edition. Volumen I, pp. 59, 69, 70, 72.
3. Bariggi C., R. Hernández, N. Romero, M. Zanelli, A. Cragnaz y R. Rossanigo. 1979. Efecto de la frecuencia de corte en primavera y otoño en la longevidad y productividad de la alfalfa en la región pampeana Argentina. I. Contenido de proteína del forraje. II. Niveles de carbohidratos disponibles en las raíces. Proyecto PNUD-FAO-INIA. Argentina 75/006. Doc. trabajo 5. 83 p.
4. Benitez J.F. 1981. Manejo del pasto kikuyo. Hojas divulgativas del programa de ganadería de altura (PROCAL). Mérida, Venezuela. 1- 4.
5. Betancourt A. 1994. Estudio de un sistema de producción lechero basado en ganado Holstein partoreando kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en los Andes Venezolanos. Tesis de Magister Scientiarum. Postgrado en producción animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, U.C.V., Maracay, Venezuela, 133 p.

6. Bickoff E. M., G. O. Kohler y D. Smith, 1972. Composición química de la hierba. p. 309 - 348. En: Hemisferio Sur (Ed.). Ciencia y tecnología de la alfalfa. American Society of Agronomy Inc.
7. Bruno O.A., L.A. Romero, J.L. Fossati y O.R. Quaino, 1987. Evaluación de mezclas simples de alfalfa y gramíneas bajo pastoreo. p. 121-125. En: IICA/BID. PROCISUR (Eds.). Producción de pasturas para engorde y producción de leche. Montevideo, Uruguay. Diálogo 19.
8. Cruz P. & G. Lemaire, 1986. Analyse des relations de compétition dans une association de luzerne (*Medicago sativa* L.) et de dactyle (*Dactylis glomerata* L.). I. Effets sur les dynamiques de croissance en matière sèche. II. Effets sur la nutrition azotée des deux espèces. Agronomie, 6 (8): 727 - 742.
9. Dávila C. y D. Urbano. 1994. Efecto de la presión y frecuencia de pastoreo y de la fertilización nitrogenada en la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum-Medicago sativa*). VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros, Venezuela. F018.
10. Del Pozo M. 1983. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Tercera edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 375 p.
11. Machado D. 1995. Estudio sobre el establecimiento y mantenimiento de la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en condiciones de pastoreo rotativo. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 97 p.
12. Machado D. y C. Dávila. 1997. Efectos de la fertilización con N, P, K, micronutrientes y gallinazo en el establecimiento de la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 14: 111-128.
13. Maddaloni J. y S. Sola. 1979. Síntesis del trabajo "Efectos de las distintas cargas animales sobre las plantas de alfalfa. p. 115. En: Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Cámara de Semilleristas (Eds.). Alfalfa. Fijación de nitrógeno y decadencia de los alfalfares.
14. Mannetje L't. 1978. Measuring quantity of grassland vegetation. pp. 63- 95. En: L'tMannetje (Ed.). Measurement of grassland vegetation and animal production. Published by the Commonwealth Agricultural Bureaux.
15. McWilliam J. R. 1976. Response of pasture plants to temperature. p. 27-34. En: J.R. Wilson (Ed.). Plant relations in pastures. Published by CSIRO. Australia.
16. Medina I. 1982. Crecimiento, producción y valor nutritivo del pasto kikuyo., Boletín técnico #5 del programa de ganadería de altura (PROGAL). Mérida, Venezuela. 23 p.
17. Monzón G. 1977. Unidad de producción Joque. Boletín técnico #5 de programa de ganadería de altura (PROGAL). Mérida, Venezuela. 26 p.
18. Pearson C. J., H. Kemp, A. C. Kirby, T. E. Laundess and C. Milled. 1985. Responsiveness to seasonal temperature and nitrogen among genotypes of kikuyu, paspalum and bernuda grass pastures of coastal New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. 25: 109 - 116.
19. Rhykerd C. L. y C. J. Overdahl. 1972. Nutrición y uso de fertilizantes. p. 533-569. En: Hemisferio Sur (Ed.). Ciencia y tecnología de la alfalfa. American Society of Agronomy Inc.
20. Rojas B., 1962. The "San Cristobal" design for fertilizer experiments. Proc. Int. Soc. Sugar cane technology. 11: 147.
21. Rossanigo R.O., M.C. Spada y O.A. Bruno, 1995. Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en la Argentina. En: INTA C.R. Cuyo. Subprograma Alfalfa (Eds.). La alfalfa en la Argentina. Enciclopedia Agro de Cuyo. Manuales. 11: 63-78.
22. SAS, 1979. Statistical Analysis System, User's Guide. Edited by SAS Institute Inc. North Caroline, USA.

23. Steel R.G. and J.H.Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill Book Co., New York.
24. Urbano D., I. Arriojas y C. Dávila. 1994. Efecto de la fertilización en la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum x Medicago sativa*). I. Producción de materia seca, altura y relación hoja/tallo. *Zootecnia Tropical*. 12 (2): 281-305.
25. Urbano D., I. Arriojas y C. Dávila. 1995. Efecto de la fertilización en la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum x Medicago sativa*). II. Contenido de proteína y digestibilidad. *Zootecnia Tropical*. 13(2):183-198.
26. Villasmil J., J. Atencio, J. Bárcenas, A. Casanova, M. Urdaneta and D. Tinn. 1975. Response surface designs and linear programming applied to cattle forage-feeding systems in the tropics. *Tropical forages in livestock production systems*. Pub. Esp. AASA. 24, 53 - 70.
27. Vough L. and Decker M. 1992. An alfalfa management program for optimum yields and quality. *Better Crops with plant food*, 76, 2, 24 - 27.
28. Whitney A. S. 1974. Growth of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under clipping. I. Effects of nitrogen fertilization, cutting intervals and season on yield and forage characteristics. *Agronomy Journal*, 66, 282 - 287.