

Rendimiento y competencia de tres gramíneas asociadas en mezclas binarias

Yield and competition among three tropical grasses grown in binary mixtures

B. Valles M.
E. Castillo G.¹

Resumen

Se realizó un ensayo para evaluar la posibilidad de establecer asociaciones binarias de gramíneas forrajeras con el fin de proveer de forraje al ganado durante las temporadas críticas de sequía e invierno en una región del trópico húmedo de México. Los tratamientos fueron: pasto Elefante, *Pennisetum purpureum* (P); pasto Braquiaria, *Brachiaria arrecta* (B); pasto Estrella Santo Domingo *Cynodon nlemfuensis* (C); P + B; P + C, y B + C. Desde julio de 1983 hasta noviembre de 1985 se realizaron 15 cortes en todos los tratamientos para medir el rendimiento de forraje y la tasa de competencia entre ellos. Los datos se manejaron a través de análisis de varianza convencionales y se aplicó el análisis de competencia de *De Wit*. Los mas altos rendimientos de materia seca por corte (kg MS/ha/corte) se lograron en aquellos tratamientos en que uno de los componentes era el pasto Elefante: P (5.0), P + C (4.6) y P + B (3.6). El análisis de competencia mostró que en la asociación una gramínea fue siempre dominante sobre otra: 63% de Braquiaria en P + B, 69% de Braquiaria en B + C y 81% de Elefante en P + C. En ningún caso las asociaciones lograron eliminar la estacionalidad en la tasa de crecimiento de los pastos y por lo tanto no contribuyeron a estabilizar el rendimiento de éstos a través del tiempo.

Palabras claves: Asociaciones gramínea-gramínea, competencia, *Brachiaria arrecta*, *Cynodon nlemfuensis* y *Pennisetum purpureum*.

Abstract

This study was conducted to assess the possibility of binary mixtures to overcome forage shortages due to climatic stress in the humid tropics. The treatments were: Elephantgrass (*Pennisetum purpureum*, P); Braquiaria (*Brachiaria arrecta*, B); Santo Domingo Stargrass (*Cynodon nlemfuensis*, C); P + B; P + C; and B + C. There were 15 harvests from July 1983 to November, 1985. ANOVA and De Wit's competition analyses were used. The best treatments in terms of

Recibido el 03-06-1996 ● Aceptado el 20-02-1997

1. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), FMVZ-UNAM. Apartado postal 136, Martínez de la Torre, Veracruz, 93600 México.

dry matter yield were P, P + C and P + B with 5.0, 4.6 and 3.6 kg DM/ha/cut, respectively. Strong competition among associated grasses led to the domination of one species, which did not allow the grass/grass mixtures to overcome seasonality of growth and thus, to increase forage yield in the critical season.

Key words: grass-grass associations, competition among grasses, *Brachiaria arrecta*, *Cynodon nlemfuensis* and *Pennisetum purpureum*.

Introducción

En la parte norte del estado de Veracruz, México, el pobre crecimiento de las pasturas debido a las bajas temperaturas que se registran entre los meses de noviembre y febrero, y la escasez de humedad en el periodo marzo - junio, resulta principalmente en bajas ganancias de peso (350 g novillo/día) y una baja producción de leche (3.5 kg vaca/día), principalmente (24, 1).

Los suplementos como ensilaje, o subproductos energético-proteicos requieren la disponibilidad de crédito o de flujo económico en efectivo que no siempre está disponible para los pequeños productores. Por otra parte, las leguminosas forrajeras nativas contribuyen de una manera muy pobre a la composición botánica del pastizal: no más de 5 a 10% (5), y las especies introducidas de leguminosas no han persistido bajo condiciones de corte o pastoreo (14).

No existen antecedentes experimentales de la asociación exitosa de dos gramíneas. Sin embargo es notorio que en los ecosistemas de pastizal, existe un gran número de gramíneas mezcladas estrechamente o bien ocupando nichos específicos en el mismo paisaje.

Estas asociaciones naturales presentan distintas curvas de crecimiento para: a) aminorar la competencia por nutrientes del suelo, a la vez que b) proveer biomasa comestible para organismos que sincronizan sus necesidades nutricias con la estacionalidad productiva del pastizal. En tal sentido, podría esperarse alguna utilidad de las asociaciones de gramíneas introducidas cuyo pico en su curva de crecimiento no sea coincidente. Tal es el caso de *C. nlemfuensis* y *B. arrecta* cuyo crecimiento invernal (52 y 39 kg MS/ha/día) superó ampliamente durante tres años a *P. maximum* (12 kg MS/ha/día), *D. decumbens* (28 kg MS/ha/día) y gramas nativas (37 kg MS/ha/día). Por el contrario, el crecimiento del Elefante es predominantemente de verano, siendo escaso su crecimiento en invierno (8, 15). Por tal motivo se propuso este experimento cuyo objetivo fue: a) comparar el rendimiento de materia seca de pastos de gramíneas solas y asociadas a otra gramínea y observar si esto último tiende a estabilizar el aporte de forraje; b) estimar la competencia entre los componentes de las mezclas.

Materiales y métodos

El sitio experimental se localizó a 20° 03' latitud norte, 97° 04' longitud oeste, y a 105 msnm en el estado de Veracruz, México. La precipitación y temperatura media anual durante los años 1980 a 1989 fue de 1840 mm y 23.4 °C, respectivamente. Existen en la región tres épocas climáticas: lluvias, de julio a octubre; invierno, de noviembre a febrero; y sequía, de marzo a junio. La precipitación y temperatura promedio para cada época fueron: 942 mm y 26 °C; 446 mm y 19.5 °C, y 451 mm y 25 °C, respectivamente. La precipitación total fue de 1767, 2087 y 1828 mm para 1983, 1984 y 1985 (figura 1). Se presentaron deficiencias hídricas en los meses de febrero a abril (-195 mm.), octubre (-67 mm) y diciembre (-4 mm) de 1984. La vegetación nativa de la región es un bosque subtropical semi-siempreverde

(9).

Los suelos son arcillosos y arenos-arcillosos, clasificados como Ultisoles, con pH de 4.1-5.2, bajos en fósforo (1.1-4.5 ppm) y con una saturación de aluminio del 24 %. La presencia de una capa endurecida llamada localmente tepetate a una profundidad de 0.1 a 0.2 m, presenta limitantes para el crecimiento y desarrollo de las raíces, originando encharcamiento durante la temporada de lluvias y déficit de humedad en la temporada seca (10, 19).

Para la siembra de las asociaciones, el terreno fue preparado de manera completa: barbecho, rastreo y surcado. Se empleó material vegetativo de 75 días de edad para todos los casos, el cual fue colocado en las áreas de siembra y cubierto de suelo. Se establecieron 8 líneas por parcela, las

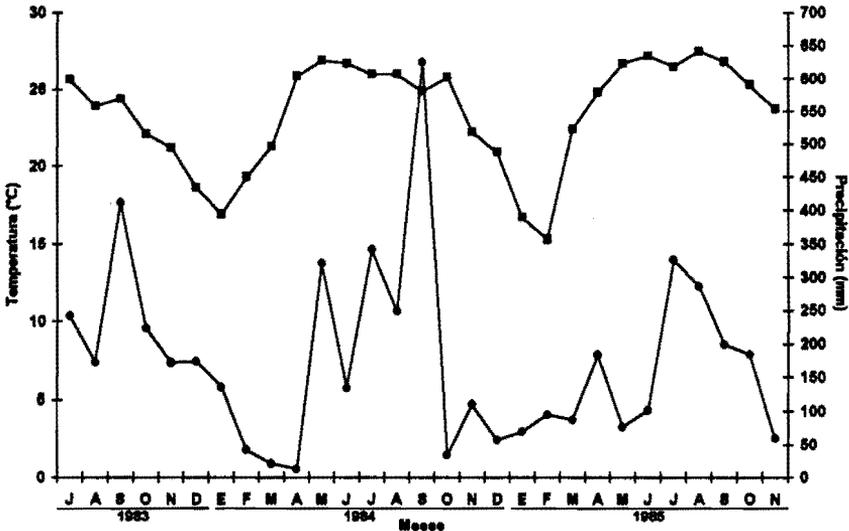


Figura 1. Temperatura (°C, ■) y precipitación (mm, ●) durante el período experimental.

cuales en el caso de las asociaciones se plantaron en forma alternativa para ambas especies. La siembra se realizó del 28 de marzo al 4 de abril de 1983, y se aplicó superfosfato triple en cantidad de 160 kg de P_2O_5 /ha. También se aplicó nitrógeno (urea) cinco veces, a una tasa de 46 kg N/ha en cada ocasión: julio, sep-tiembre, noviembre y diciembre de 1983. La última aplicación se realizó en agosto de 1984. Se realizaron 15 cortes, en promedio cada 64 ± 12 días, el primero en julio de 1983 y el último en noviembre de 1985, lo que hizo un total de 869 días entre ellos. Los cortes se realizaron a 5 cm sobre la base del suelo. El área total de cada parcela fue de 15 m² (3 x 5 m). Para evitar efectos de borde las mediciones se tomaron en una área de 1.6 m² (1x 1.6 m) al centro de cada parcela. Todos los cortes fueron considerados para el análisis de varianza y análisis de competencia de De Wit (11). La composición botánica (COB), porcentaje de cada pasto y malezas de la asociación fue determinada a mano, de una muestra en fresco; y muestras o sub-muestras compuestas fueron tomadas de cada repetición. Las muestras frescas fueron secadas a un peso constante a 70 °C en una estufa de aire forzado. Se determinó la concentración de nitrógeno por el método de Kjeldahl para los primeros ocho cortes.

Los seis tratamientos fueron establecidos en un diseño completa-

mente al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron monocultivos del pasto Elefante, Braquiaria y Estrella Santo Domingo; y mezclas binarias de P + B, P + C; y B + C. Las variables fueron rendimiento de materia seca en kg/ha/corte, concentración de nitrógeno (%) y rendimiento de nitrógeno (kg N/ha).

Se realizaron análisis de varianza para un arreglo de parcelas divididas de los factores involucrados. Los monocultivos y sus asociaciones fueron la parcela principal, y el corte fue la sub-parcela. Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron mediante los siguientes contrastes ortogonales: a) T1, T2 y T3 vs T4, T5 y T6; b) T1 y T2 vs T4; c) T1 y T3 vs T5; d) T2 y T3 vs T6; y e) T1 vs T2 y T3. Estas comparaciones dirían si: las gramíneas crecieron mejor solas que asociadas y si el pasto Elefante en monocultivo produjo más que las especies decumbentes.

También fueron comparados los siguientes parámetros de competencia: $RTR = (O_i/M_i) + (O_j/M_j)$, donde RTR es el rendimiento total relativo para cada asociación y corte. O_i y O_j son el RMS de las especies ij . $R_{ij} = (O_i/M_i)/(O_j/M_j)$, donde R_{ij} es la tasa de reemplazo relativa. Si $RTR > 1$, ambas especies evitan la competencia; si $RTR < 1$, las especies son antagónicas, excluyéndose mutuamente una de la otra en asociación. Si $R_{ij} > 1$, la especie i es la competidora más fuerte (11).

Resultados y discusión

Composición botánica. La contribución de B a la composición botánica en la asociación P + B y B + C fue 62.9 ± 18.4 y 69.4 ± 12.5 %, respectivamente. En el tratamiento P + C, el pasto Elefante y Estrella Santo Domingo contribuyeron con 81.2 ± 15.9 y 9.1 ± 8.2 % de la composición botánica, respectivamente.

En general, los pastos asociados P y B tendieron a complementar su rendimiento de materia seca cuando el rendimiento de forraje declinó de noviembre a febrero. Esto es típico del pasto Elefante en el cual su crecimiento es muy estacional (16). En la temporada seca la producción de B decreció en el mismo orden en que declinaba la humedad del suelo; pero en el caso del pasto P este disminuyó su crecimiento cuando las temperaturas mínimas estaban por encima de los 10°C en marzo (figuras 2 y 3).

Un comportamiento similar ocurrió en el tratamiento B + C: Cuando B redujo su crecimiento por la poca humedad del suelo durante la temporada seca, C incrementó su composición botánica en la mezcla (cortes 6 y 11; figura 4) debido a que probablemente hizo un mejor uso de la poca cantidad de humedad en el suelo. Lo mismo sucedió en el corte 9 seguido de un mes de septiembre con altas precipitaciones y de un seco mes de octubre. Esta combinación de factores favoreció probablemente el crecimiento de C sobre el crecimiento de B (figura 4).

Rendimiento de materia seca. El efecto del tratamiento sobre el rendimiento de materia seca fue altamente significativo ($P \leq .0001$); pero las asociaciones no tuvieron ventajas sobre los monocultivos ($P = 0.3499$). El rendimiento de materia seca de los

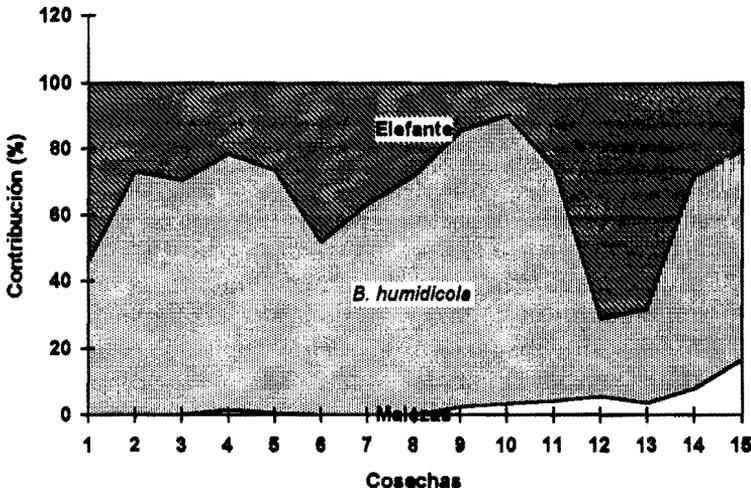


Figura 2. Contribución botánica (%) de la asociación P + en un clima cálido húmedo de Veracruz, México.

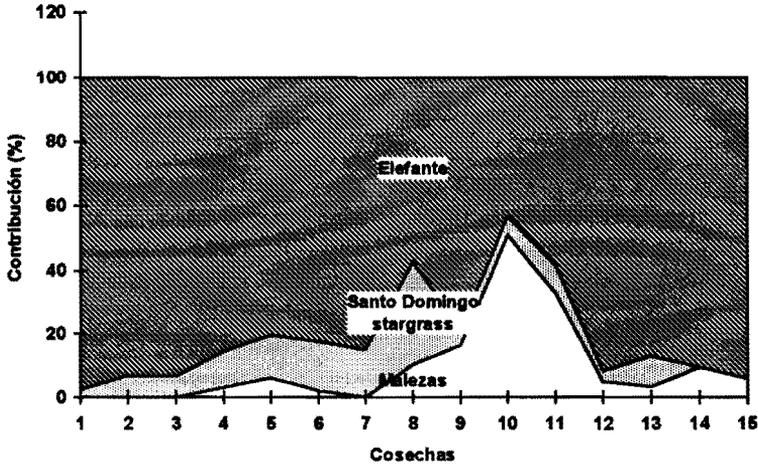


Figura 3. Contribución botánica (%) de la asociación P + C en un clima cálido húmedo de Veracruz, México.

tratamientos P y C fue significativamente ($P = 0.0173$) más alto que los del tratamiento P + C. Los efectos de corte y sus interacciones con los tratamientos fueron altamente significativos ($P \leq 0.0001$). Este último indicó que al menos uno de los tratamientos reaccionó de manera diferente a los cambios del medio ambiente entre los cortes.

Los pastos P, B y C mostraron tasas de crecimiento de 74.1, 44.7 y 36.2 de kg de MS/ha/día, respectivamente. En un ensayo similar con una duración de 2 años, (29) bajo condiciones similares parecidas a las descritas en esta investigación, encontraron para P, C y dos especies de *Brachiaria*, tasas de crecimiento de 24.2, 25.0 y 28.2 kg de MS/ha/día, respectivamente. La diferencia en favor del presente ensayo se debió al alto rendimiento de MS obtenido en los 3 primeros cortes (cuadro 1) que resultó de la preparación del suelo para la siembra, el control de malezas y la

fertilización, junto con las condiciones climáticas favorables de esa época. La reducción en el rendimiento de materia seca observada en los siguientes dos cortes se debió a una declinación en la temperatura y humedad del suelo y no a una falta de N, ya que éste se aplicó en los cortes 2 y 3. Hilliard y West (20) mostraron que las bajas temperaturas de 10 °C por 3 noches consecutivas retardaron el crecimiento de gramíneas C4 por lo menos hasta por un mes. Esas condiciones estuvieron presentes previamente a los cortes 3 y 4. Otros investigadores han encontrado que una pobre radiación solar y temperaturas bajas, reducen la tasa de crecimiento de las gramíneas C4 aunque éstas hayan sido fertilizadas, se haya aplicado riego, o ambas cosas (17, 30).

Los tratamientos P y P + C presentaron un RMS relativamente alto en el corte 7, debido a que previamente la temperatura y la precipitación fueron óptimas para el

crecimiento de estas gramíneas (22). Sin embargo, el pasto Elefante solo o asociado podría producir mucho más forraje. El RMS de todos los tratamientos declinó progresivamente en los cortes 8 al 10, debido a deficiencias de humedad y una disminución en la temperatura entre los meses de octubre y diciembre. Desde el corte 8, la competencia originó que alguna de las especies predominara en las asociaciones, lo que mostró un RMS casi igual que el obtenido en monocultivos (cuadro 1; figura 1).

La época de lluvias fue la más favorable para la producción de forraje. El RMS en promedio para los cortes 11 y 12 (temporada seca de 1985) fue 10 veces más baja que aquella obtenida en la temporada seca de 1984. El RMS indicó que ninguna asociación superó el fenómeno de estacionalidad (cuadro 1).

Rendimiento de nitrógeno. El efecto del tratamiento fue altamente significativo ($P \leq .001$) sobre el

rendimiento de N. Sin embargo, las asociaciones no rindieron más que los monocultivos ($P = 0.7766$). El rendimiento promedio de los tratamientos P y B fue significativo ($P = 0.0124$) y más alto que aquellos de sus asociaciones ($P + B$). Por el contrario, el tratamiento P + C mostró una tendencia a rendir más N que sus componentes en monocultivos ($P = 0.0751$). El pasto Elefante rindió 2.8 veces más N que los pastos decumbentes que crecieron solos (B y C). Los cortes y sus interacciones con los tratamientos tuvieron una significancia alta ($P \leq 0.0001$) en sus efectos sobre el rendimiento de N. El rendimiento de dicho nutrimento declinó de 109 a 7.6 kg por ha desde los cortes 1 al 6, para incrementarse a 38.9 y 24.6 en los cortes 7 y 8 (cuadro 2).

Factores como la edad del pasto al corte, la fertilización nitrogenada, la intensidad de la luz o la temperatura incrementan el RMS; pero tienen un efecto negativo en el contenido de

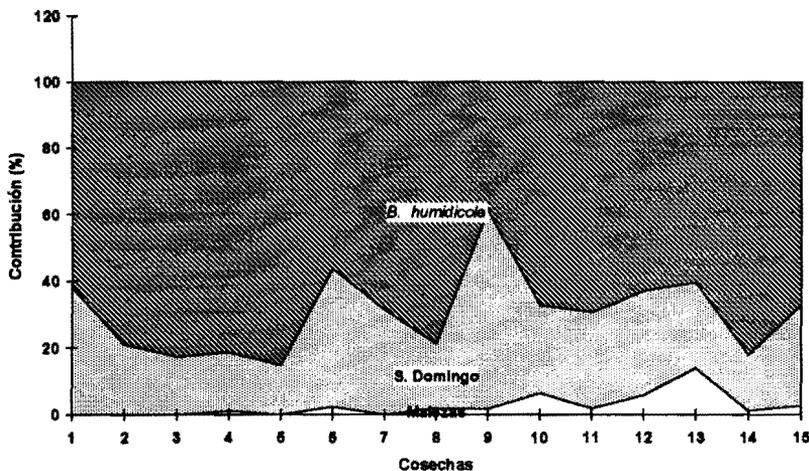


Figura 4. Contribución botánica (%) de la asociación B + C en un clima cálido húmedo de Veracruz, México.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (RMS) y rendimiento total relativo (RTR) para RMS de tres gramíneas como monocultivos o en mezclas binarias en un clima cálido húmedo del estado de Veracruz, México.

Corte	Fecha	RMS						RTR					
		Pa	B	C	PB	PC	BC	PB	PC	BC			
		Mg ha ⁻¹											
1	Jul 14-83	27.9	7.9	6.5	16.2	20.6	6.6	1.12	0.79	10.70			
2	Sep 19-83	11.6	5.7	4.7	10.8	11.5	4.7	1.50	1.09	0.76			
3	Nov 23-83	10.5	6.4	5.2	6.2	7.9	4.0	0.85	1.01	0.64			
4	Ene 20-84	1.1	1.2	0.9	0.7	0.8	2.4	0.93	1.09	1.99			
5	Mar 26-84	1.6	2.7	2.3	1.6	2.3	2.0	0.67	1.35	0.75			
6	May 21-84	2.2	2.1	1.4	1.2	2.8	2.3	0.56	1.37	1.33			
7	Jul 25-84	5.2	4.2	4.2	3.9	6.7	4.5	0.85	1.73	1.08			
8	Sep 02-84	3.9	3.6	2.4	3.9	3.7	3.3	1.03	1.17	0.99			
9	Nov 30-84	1.1	1.0	1.2	0.7	1.2	0.8	0.70	1.15	0.74			
10	Ene 29-85	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	1.14	1.32	1.44			
11	Mar 30-85	2.6	3.2	3.4	2.8	3.3	3.0	0.94	1.23	0.90			
12	Jun 05-85	1.1	0.7	1.0	0.9	1.2	0.6	0.72	1.13	0.42			
13	Jul 30-85	1.4	0.9	1.3	0.8	1.4	1.1	0.95	1.00	1.06			
14	Sep 30-85	2.9	2.6	2.1	2.4	2.3	3.1	0.89	0.81	1.22			
15	Nov 30-85	0.7	1.5	0.9	1.4	0.7	1.2	1.14	0.933	0.95			
Media		5.0	3.0	2.6	3.6	4.6	2.9						

a : Tratamientos, monocultivos: P, *Pennisetum purpureum*; B, *Brachiaria arrecta*; C, *Cynodon nlemfuensis*. Mezclas binarias: P+B, P+CyB+C.

Cuadro 2. Rendimiento de nitrógeno (RN), concentración de N y rendimiento relativo total de nitrógeno (RRTN) de tres gramíneas como monocultivo o asociadas en mezclas binarias en un clima cálido húmedo de Veracruz, México.

Corte	Fecha	RN						Concentración de N						RRTN		
		Pa	B	C	P+B	P+C	B+C	P	B	C	P+B	P+C	B+C	P+B	P+C	B+C
		kg ha ⁻¹						g kg ⁻¹								
1	Jul 14-83	259.9	49.1	39.7	113.7	132.5	59.1	9.30	6.21	6.10	7.01	6.44	6.86	1.12	0.68	1.14
2	Sep 19-83	87.3	37.2	29.3	51.5	82.6	24.3	7.50	6.50	6.21	4.76	7.17	5.15	1.30	1.09	0.71
3	Nov 23-83	50.6	35.7	26.0	41.0	50.5	31.2	4.80	5.60	5.00	6.64	6.42	7.79	0.95	1.18	0.79
4	Ene 20-84	21.3	21.0	12.4	6.9	12.8	28.6	19.80	17.06	12.54	9.39	16.02	11.70	0.71	1.01	1.72
5	Mar 26-84	19.5	17.5	12.0	11.6	19.8	13.0	12.01	6.39	5.26	7.38	8.71	5.67	0.66	1.24	0.77
6	May 21-84	10.8	6.6	4.4	3.9	12.7	6.9	4.80	3.21	3.18	3.20	4.49	3.01	0.52	1.41	1.30
7	Jul 25-84	52.2	26.8	32.5	19.3	79.7	22.9	10.10	6.41	7.69	4.89	9.17	5.05	0.73	1.71	0.94
8	Sep 02-84	36.7	21.3	13.2	19.5	35.5	21.1	9.39	5.90	5.59	5.06	9.61	6.43	0.94	1.42	1.06
Media		67.3	26.8	21.2	33.4	53.3	25.9	9.71	7.16	6.45	6.04	8.50	6.46			

*: Tratamientos, monocultivos: P, *Pennisetum purpureum*; B, *Brachiaria arrecta*; C, *Cynodon nlemfuensis*. Mezclas binarias: P+B, P+C y B+C.

N (efecto de dilución) (6, 12).

En términos muy generales, los rendimientos de N encontrados en el presente estudio están dentro de los rangos mencionados en la literatura, los cuales varían de los 100 a los 300 kg N/ha (2, 28, 31, 27 y 21).

Las diferencias entre esos reportes y el presente estudio se deben a intervalos más largos entre cortes y a menores cantidades de N aplicados. Los valores en el rendimiento de N para los tratamientos P, P + B y P + C fueron mucho más altos en el primer corte, pero el porcentaje de N fue bajo, reflejando esto las diferencias en RMS entre tratamientos.

Aunque no se había aplicado N desde el 31 de diciembre de 1983, éste se aplicó 18 días antes del corte 7. El balance en la humedad del suelo fue negativo para marzo y abril de 1984 y la temporada de lluvias inició en mayo de ese año. Así, se presentó la posibilidad de una rápida mineralización de nitrógeno después de los meses secos

(3); por lo cual entonces pudieron haberse presentado los más altos consumos de N por las plantas, lo que llevó a una diferencia en su rendimiento entre los cortes 7 y 8.

Análisis de competencia. El Elefante y la Braquiaria se excluyeron entre sí en 10 de los cortes, habiendo una fuerte competencia por N entre ambos (figura 5). El hábito fuerte y alto del Elefante favoreció a la Braquiaria pues ésta concentra su crecimiento en las partes bajas del dosel además de que tolera el sombrero (4, 23 y 25), mismo que las induce a incrementar su contenido de N (13); además, su requerimiento de N es menor que el del Elefante. La altura de corte favoreció a la Braquiaria, pues *Brachiaria* spp produce más cuando se corta bajo (1-7 cm) (4). Al cortar a 20 cm, el Elefante produce poco pues rebrota de yemas basales (32).

El Elefante y el Estrella evitaron la competencia en los cortes 5 al 12. Asimismo, ocurrió evasión de compe-

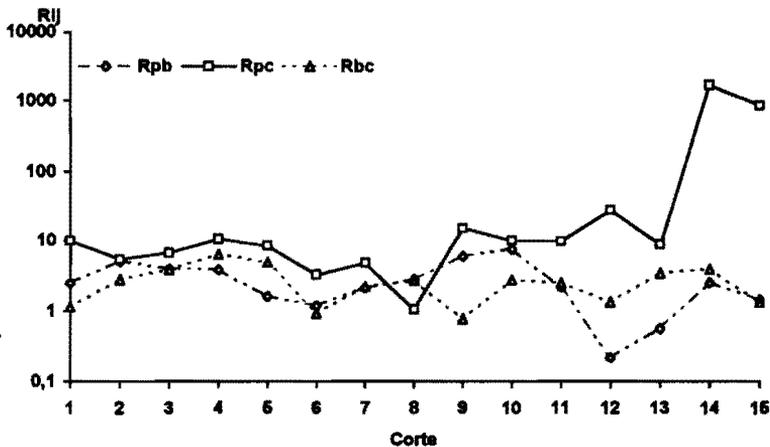


Figura 5. Tasas relativas de reemplazo (Rij) para las tres asociaciones binarias. ♦ elefante + braquiaria. □ elefante + estrella. Δ braquiaria + estrella.

tencia por N en todos los cortes, excepto en el primero. Esto sugirió que el N del suelo se incrementó con el tiempo (7), lo cual coincidió con que el fertilizante se aplicara antes del corte 7. Al ser limitante el N a partir del corte 8, combinado con una sequía en octubre de 1984, el Estrella no pudo competir con las malezas. En Africa oriental, el Estrella se debilitó por la sequía, siendo invadido por gramíneas anuales (4). Rodel (26) informó que el corte debilita al Estrella en tanto que el pastoreo "pesado" incrementa la cubierta basal. El Elefante sombreó al Estrella, lo cual afectó negativamente al segundo, que no tolera el sombrero (4). La dominancia del Elefante en los primeros 8 cortes obedeció al efecto de la sombra ya que el N no era limitante. En los cortes restantes, la fuerte

competencia por nutrientes generada por no fertilizar, fue el factor preponderante (18).

En cuanto al RMS, la Braquiaria y el Estrella, ambos estoloníferos, alternaron sus mecanismos competitivos: en 4 cortes presentaron evasión de competencia; en 6, antagonismo mutuo; y en 5, interferencia competitiva. La competencia por N siguió un patrón similar. La contribución del Estrella a la composición botánica fue más uniforme que en las otras asociaciones. La predominancia de la braquiaria se originó por su tolerancia al corte y el pobre desempeño al corte del Estrella (4, 26). El hábito estolonífero de ambas, no permite suponer al sombrero como mecanismo de competencia importante.

Conclusión

La asociación binaria entre dos gramíneas no representó, bajo las condiciones experimentales, una alternativa para resolver la problemática de la estacionalidad en la producción forrajera.

En la práctica, coexisten en el mismo paisaje y aun dentro de la misma división o pastura, sitios con suelos bien drenados y sitios estacionalmente inundables. El Estrella crece

mejor en los primeros y el Braquiaria en los segundos. Entonces es recomendable "asociar" por separado a las especies para que ocupen sus nichos correspondientes. Esto se asemeja a la distribución vegetal que ocurre naturalmente. Así, se evitaría la invasión por malezas e incrementaría la productividad animal maximizando el uso de la tierra.

Literatura citada

1. Aluja, A.S. and R.E. McDowell. 1984. Decision making by livestock/crop small holders in the state of Veracruz, Mexico. Cornell Int. Agric. Mimeo 105. Dept. Animal Sci. Cornell Univ. Ithaca, N.Y.
2. Andrade, I.F. y J.A. Gomide. 1971. Curva de crecimiento e valor nutritivo de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) A-146 Taiwan. Rev. Ceres (Brasil) 100: 431-447.

Valles y Castillo

3. Birch, H. F. 1964. Mineralization of plants nitrogen following alternate wet and dry conditions. *Plant and Soil* 20: 43-49.
4. Bogdan A V 1977 *Tropical Pasture and Fodder Plants*. Tropical Agriculture Series. Longman Inc., New York, NY.
5. Bosman, H.G.; E. Castillo, B. Valles y G.R. De Lucía. 1990. Composición botánica y nodulación de leguminosas en las pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. *Pasturas Tropicales* 12: 1-8.
6. Caro-Costas, R.; F. Abruña and C.J. Vicente-Chandler. 1972. Comparison of heavily fertilized Pangola and Star grass pastures in terms of beef production and carrying capacity in the humid mountains region of Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 56: 104-109.
7. Center D. M., M. B. Jones and C. E. Vaughn. 1984. Effects of sulfur and nitrogen levels and clipping on competitive interference between two annual grass species. *Agron. J.* 76: 65-71.
8. CIEEGT. 1984. Determinación de curvas de producción de pastos en el CIEEGT. pp 22-25. *In: CIEEGT Boletín Informativo 1984*. CIEEGT, FMVZ-UNAM. Tlapacoyan, Ver. México.
9. Cochrane, T.T. 1982. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. *In: J.M. Toledo (Ed.) Manual para la Evaluación Agronómica*. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. pp 23-44.
10. Couto, W. 1988. Fertilidad de suelos y fertilización de pastos tropicales. Informe Técnico. FAO Project: Mex/87/020. CIEEGT, FMVZ-UNAM. Tlapacoyan, Ver. México.
11. De Wit, C.T. 1960. On Competition. *Versl. Landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Rep.)* 66.8. Pudoc, Wageningen, The Netherlands. 82 p.
12. Deinum, B. and J.P.G. Dirven. 1972. Climate, nitrogen and grass. 5. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of Congo grass (*Brachiaria ruziziensis* Germain et Everard). *Neth. J. Agric. Sci.* 20: 125-132.
13. Ericksen, F. I. 1977. The effect of different light intensities on morphology, yield and nitrogen fixation rates of tropical grasses and legumes. Unpublished PhD dissertation, University of Hawaii. Honolulu, HW.
14. Fernández, J.A.; G.R. De Lucía y B. Valles. 1993. Producción de carne en pasturas nativas y mejoradas de Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 15: 30-33.
15. Fernández, J.A.; B. Valles; G.R. De Lucía y P. Nodot. 1982. Las especies mejoradas para la producción de carne en praderas tropicales. *In: VIII Congreso Nacional de Buiatria*. Veracruz, México. pp 317-319.
16. Ferraris, R. 1978. The effect of photoperiod and temperature on the first crop and ratoon growth of *Pennisetum purpureum* Schum. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 941-950.
17. Funes, F.; L. Pérez y A. Ronda. 1980. Crecimiento y desarrollo de las gramíneas en Cuba. 2. Efecto de tres intervalos de corte en el rendimiento de ocho gramíneas. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 14: 175-181.
18. Harris, W. and A. Lazenby. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Aust. J. Agric. Res.* 25: 227-246.
19. Hernández, G. S. 1988. Estudio de los suelos del CIEEGT y de sus módulos de influencia. Informe Técnico. FAO Project: Mex/87/020. CIEEGT, FMVZ-UNAM. Tlapacoyan, Ver. México.
20. Hilliard, H. J. and S.H. West. 1970. Starch accumulation associated with growth reduction at low temperatures in a tropical plant. *Science* 168: 494-496.
21. Mislevy, P. and P.H. Everett. 1981. Sub-tropical grass species response to different irrigation and harvest regimes. *Agron. J.* 73: 601-604.

22. Mott, G. O. and H. L. Popenoe. 1977. Grasslands. In: P. de T. Alvin and T. T. Kozlowsky (Eds.). *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press, New York, N.Y. pp 157-186.
23. Plucknett D. L. 1979. *Managing Pastures and Cattle under Coconuts*. Westview Tropical Agriculture Series, No. 2. Westview Press. Boulder Co. 364 pp.
24. Ramos, V.A. 1983. *Sistemas de producción bovina en cuatro municipios del estado de Veracruz*. Tesis profesional FMVZ-UNAM. México, D.F. 55 p.
25. Reynolds S. G. 1981. Grazing trials under coconuts in Western Samoa. *Trop. Grassl.* 15: 3-10.
26. Rodel, M. G. W. 1970. Herbage yield of five grasses and their ability to withstand intensive grazing. *In Proc. 11th int. Grassld Congr.* pp 618-621. Surfers Paradise Australia.
27. Rodríguez, C.S. y D.E. Morillo. 1977. Influencia de la frecuencia de corte y fertilización sobre el rendimiento y composición química de *Cynodon nlemfuensis*. *Agron. Trop.* 27: 613-619.
28. Sotomayor, R.A.; A. Matienzo and J. Vélez-Fortuño. 1973. Evaluation of seven forage grasses at two cutting stages. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 57: 173-185.
29. Torres, M.H.; R.T. Garza, C. Pérez y D. Arroyo. 1981. Ensayo comparativo de rendimiento de 12 zacates tropicales en clima Am. *Tec. Pec. (México)* 38: 67-72.
30. Valles, B. y J. Fernández. 1989. Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la producción de forraje en cuatro pastos de clima tropical. *Vet. Mex.* 20: 265-270.
31. Vicente-Chandler, C.J.; B.J. Mora, B. Negronb, R. Nadal, A. González, J.A. Arroyo-Aguilú, S.F. Smith, M. Soldevilla and P.F. Randel. 1970. Effect of two cutting heights, four harvest intervals and five nitrogen rates on yield and composition of Congo grass under humid tropical conditions. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 56: 280-290.
32. Warndorff, M., A. Dovrat and T. Kipnis. 1987. The effect of tiller length and age on herbage quality of hybrid *Pennisetum* canopies. *Neth. J. agric. Sci.* 35: 21-28.