

Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo*

J. M. Duarte, H. E. Pérez, D. A. Pezo, J. Arze, F. Romero y P. J. Argel**

Introducción

En el trópico húmedo, aproximadamente el 50% de las pasturas se encuentra en estado avanzado de degradación (Serrão y Toledo, 1990), lo que se manifiesta en baja calidad y disponibilidad de forraje, dominancia de especies naturales o de malezas y pobre cobertura y erosión del suelo (Spain y Gualdrón, 1991). Lo anterior resulta en un bajo rendimiento de los sistemas de producción animal y en una forma negativa de la ganadería como modo de uso de la tierra (Pezo, 1993).

En los últimos años se ha tomado una mayor conciencia de la necesidad de rehabilitar o renovar las pasturas degradadas, como una condición para intensificar la producción animal en áreas con vocación ganadera y prevenir aún más su deterioro (Pezo et al., 1992). No obstante, la aplicación de esta práctica se ha visto limitada, en parte por los altos costos asociados con el establecimiento de las especies mejoradas. Por lo tanto, se considera que el uso de cultivos anuales es una estrategia potencialmente viable para financiar la renovación de pasturas degradadas (Ara y Ordoñez,

1993; Ayarza y Spain, 1991; Serrão y Dias Filho, 1991); sin embargo, la viabilidad de un sistema de este tipo dependerá de la intensidad de las relaciones de competencia entre sus componentes (Vandermeer, 1989).

Con base en lo anterior, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, se desarrollaron dos experimentos para evaluar el efecto de la competencia de *Brachiaria brizantha*, *B. dictyoneura* y pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*) cv. Mott sobre cultivos de grano: soya (*Glycine max* L.), maíz (*Zea mays* L.) y caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sembrados como una estrategia para financiar la renovación de pasturas degradadas. En este artículo se presentan los resultados del comportamiento de los cultivos de grano, ya que el efecto de éstos sobre el crecimiento de las gramíneas se publicó recientemente en Pasturas Tropicales 15(1) y 16(1) (Pérez et al., 1993; Duarte et al., 1994).

Materiales y métodos

Localización y suelos. El CATIE está localizado a 9° 53' de latitud norte y 83° 38' de longitud oeste, a 602 m.s.n.m. Los suelos son Inceptisoles Typic Humitropept, arcillosos, con drenaje natural pobre a imperfecto. La soya como cultivo financiador (experimento 1), se estableció en áreas previamente cultivadas con sistemas de cultivo asociados; en cambio, la evaluación de maíz y de caupí (experimento 2) se realizó en pasturas degradadas con predominio de *Axonopus compressus*. Los resultados del análisis de suelos de ambos sitios experimentales aparecen en el Cuadro 1.

Clima. Según la clasificación de Holdridge (1982), el sitio experimental corresponde a la zona de vida de

* Resumen parcial del trabajo de grado presentado por los dos primeros autores para obtener el título de Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

** Respectivamente: Investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) de Guatemala; Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Santiago del Estero, Argentina; Consultor en pasturas y nutrición de rumiantes, San José, Costa Rica; Especialista en sistemas de cultivo, CATIE, Turrialba, Costa Rica; Nutricionista, Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), Atenas, Costa Rica; Coordinador RIEPT-MCAC-CIAT, San José, Costa Rica.

Cuadro 1. Características de los suelos en los sitios experimentales (0-20 cm de profundidad).

Característica	Experimento 1	Experimento 2
pH en agua	5.20	4.80
M.O. (%)	5.70	10.50
P (Olsen, µg/ml)	12.00	8.70
Ca (meq/100 ml)	5.99	3.12
Mg (meq/100 g)	1.94	1.10
K (meq/100 g)	0.38	0.43
Cu (mg/l)	13.70	30.60
Zn (mg/l)	2.03	3.53
Mn (mg/l)	43.00	22.90
Al (% saturación)	18.00	22.80

Bosque Muy Húmedo Premontano. Los promedios de temperatura máxima y mínima y de precipitación anual son de 26.5 y 18 °C y 2641 mm, respectivamente. La máxima precipitación (298 mm) ocurre en diciembre, y la mínima (82 mm) en marzo. Los experimentos se condujeron entre noviembre y junio, por lo cual fue necesario aplicar riego ocasionalmente para compensar los déficit hídricos.

Materiales experimentales. En el experimento 1 se incluyeron las variedades de soya: IAC-8 y Júpiter, sembradas en forma simultánea e intercalada con *B. dictyoneura* CIAT 6133 de crecimiento rastrero, y con *B. brizantha* CIAT 6780 de crecimiento semierecto. En el experimento 2 se utilizaron las gramíneas anteriores más *P. purpureum* o pasto elefante cv. Mott de porte bajo, pero de crecimiento erecto. Cada una de las gramíneas estuvo en el mismo esquema de asociación antes descrito, pero los cultivos fueron maíz cv. Tuxpeño de tamaño mediano y que tarda 65 días en florecer; o caupí cv. Chiricano, una leguminosa de crecimiento indeterminado y de hábito postrado.

Manejo del cultivo. En el experimento 1 se aplicó glifosato (2 lt/ha) y, posteriormente, paraquat (1.5 lt/ha) para controlar la vegetación existente. En el experimento 2 se aplicó paraquat (5 lt/ha) 5 días antes del primer paso del arado. En ambos ensayos, el suelo se preparó mediante dos pases con arado y un pase con arado-rotavator.

En ambos experimentos, *Brachiaria* se sembró a 0.5 x 0.5 m y elefante enano a 1.0 entre surcos y 0.5 m entre plantas. La soya se sembró a 0.5 m entre surcos y 0.1 m entre plantas (200,000 plantas/ha), el maíz a 1.0 m entre surcos y 0.5 m entre sitio (2 semillas/sitio, 40,000 plantas/ha), y el caupí a 0.5 m entre surcos y 0.25 m entre sitio (2 semillas/sitio, 160,000 plantas/ha). Los cultivos se sembraron simultáneamente con los pastos y en hileras intercaladas (Figura 1).

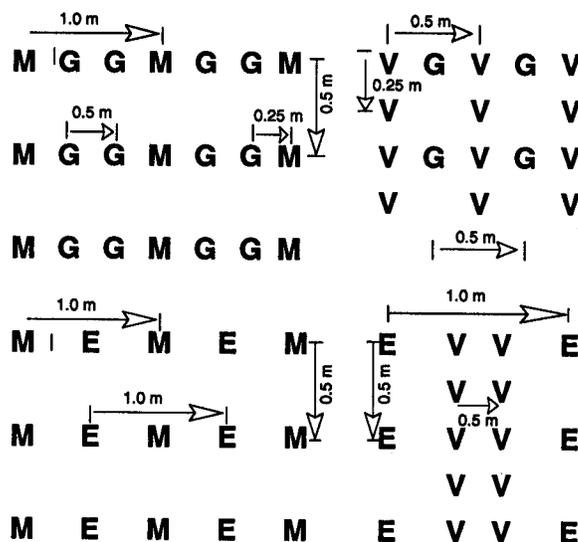


Figura 1. Arreglo topológico de las asociaciones de maíz (M) o de caupí (V) con *Brachiaria* (G) o con pasto elefante enano (E).

La soya, en monocultivo o asociada con las gramíneas, recibió a la siembra 15, 20 y 12 kg/ha de N, P y K, respectivamente, aplicados en bandas; y el caupí 65, 44 y 48 kg/ha de N, P y K, respectivamente. Las parcelas que incluían maíz recibieron a la siembra el equivalente a 50, 44 y 48 kg/ha de N, P y K, respectivamente, y 40 días después de la siembra 80 kg/ha de N.

El control de malezas posemergentes se hizo en forma anual: en la soya se hicieron deshierbas a los 15, 40 y 60 días; en el maíz a los 22 y 39 días; y en vigna a los 22 días. El control de plagas y enfermedades se hizo mediante la aplicación de insecticidas y fungicidas.

Mediciones. Para determinar el patrón de crecimiento en cada uno de los estadios fenológicos recomendados por el IBSNAT (1988), se cosecharon cuatro plantas de soya, tres de caupí y tres de maíz. En todas las cosechas se midió el área foliar; en maíz se estimó como el producto del largo de la hoja x el ancho máximo x 0.73 (McKee, 1964); en soya se desarrollaron ecuaciones de predicción¹ del área foliar total a partir de las mediciones del área del folíolo central obtenidas con un medidor portátil LI-COR, LI-3000. En caupí se utilizó la misma metodología empleada en la soya.

En la soya y en el caupí, los muestreos se realizaron: (1) en estado vegetativo con cuatro nudos

1. $Y = 0.977X - 12.767$ para soya var. Júpiter; $Y = 0.975X - 14.629$ para soya var. IAC-8. Donde: Y = área foliar total, X = área del folíolo central.

en el tallo principal (V4); (2) en plena fructificación con vainas de 2 cm entre los cuatro nudos superiores (R4); (3) inicio de formación del grano (R5); (4) granos desarrollados que llenan la vaina (R6); y (5) madurez de cosecha (R8). Por otra parte, los estadios considerados para el maíz fueron: (1) vegetativo con el collar de la primera hoja visible (V1); (2) presencia de algunos "cabellos" afuera de la flor femenina (R1); (3) granos con endospermo pastoso (R4); (4) madurez fisiológica (R6); y (5) madurez de cosecha (R7). La cosecha del grano en el maíz se efectuó a los 135 días y en soya a los 140 días después de la siembra, mientras que el caupí se cosechó a los 95 y 103 días, debido a su crecimiento indeterminado.

Con base en el rendimiento de fitomasa aérea de las especies forrajeras sembradas en monocultivo (Y_{1j}) y en asocio (Y_{2j}) y los correspondientes de los cultivos de grano (Y_{21} , Y_{2j}), se estimó el índice de uso equivalente de tierra (UET), según la ecuación:

$$UET = (Y_{1j}/Y_{1j}) + (Y_{2j}/Y_{2j})$$

Diseño experimental y análisis de los resultados.

En ambos experimentos se utilizó un diseño de bloques completos al azar. En la soya se establecieron tres repeticiones en el tiempo (cada 15 días se sembró una), mientras que en el maíz y el caupí las cuatro repeticiones se sembraron en la misma fecha. Aunque ambos experimentos presentaron arreglos de tratamientos más complejos (Duarte et al., 1994; Pérez et al., 1993), para el análisis del comportamiento de los cultivos los tratamientos del experimento 1 se definieron como el arreglo factorial de tres sistemas de siembra (monocultivo y asociados con *Brachiaria brizantha* o *B. dictyoneura*) x dos cultivares de soya (IAC-8 y Júpiter), mientras que en el experimento 2 cada uno de los cultivos se desarrolló solo o en asociación con *B. brizantha*, *B. dictyoneura* o con pasto elefante enano. Las parcelas fueron de 7.5 m x 3 m y de 8 m x 5 m en los experimentos 1 y 2, respectivamente.

Resultados

Producción de fitomasa de soya. Las variedades IAC-8 y Júpiter presentaron respuestas diferentes al sistema de cultivo. En la primera no se detectaron diferencias en producción de fitomasa aérea entre el monocultivo y la asociación con *B. dictyoneura*, pero cuando se asoció con *B. brizantha*, después del inicio de la formación del grano (estadio R5, 87 días después de siembra), la producción de biomasa de la soya tendió a ser menor que la obtenida en los otros dos sistemas. En contraste, no se detectaron diferencias debidas al sistema de cultivo en la variedad Júpiter, la

cual manifestó un menor potencial de producción de fitomasa que la variedad IAC-8 (Figura 2A). En relación con el IAF, no se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre ambas especies por efecto del sistema de cultivo; no obstante, ambas variedades de soya tendieron a mostrar un menor IAF cuando se asociaron con *B. brizantha* (Figura 2B).

En la asociación soya-*B. brizantha* ocurrió una reducción significativa ($P < 0.05$) en la producción de grano (Cuadro 2) (52% y 40% menos que en la siembra en monocultivo para las variedades IAC-8 y Júpiter, respectivamente), siendo el efecto menor (13% y 1%) para las mismas variedades asociadas con *B. dictyoneura*. Resultados similares se encontraron para el rastrojo remanente, luego de la cosecha del grano de la soya (Cuadro 2), excepto en la variedad Júpiter que tuvo un rendimiento ligeramente mayor cuando se asoció con *B. dictyoneura*.

Producción de fitomasa de caupí. El crecimiento de caupí no fue afectado por la asociación con las gramíneas incluidas en este estudio; por lo tanto, en la Figura 3 se presenta el promedio de la respuesta en los cuatro sistemas de cultivo evaluados. Esta leguminosa presentó un incremento acelerado en la producción de biomasa aérea hasta el momento en el cual los granos se desarrollaron completamente (estadio R6, 83 días después de la siembra), para luego declinar ligeramente hasta la cosecha (estadio R8, 95 días después de la siembra). En contraste, el valor más alto del IAF (9.0) se alcanzó cuando las vainas tenían aproximadamente 2 cm de largo (estadio R4, 56 días después de la

Cuadro 2. Producción de grano y rastrojo de soya establecida sola y en asociación con *Brachiaria brizantha* o *B. dictyoneura*.

Sistema de cultivo	Rendimiento (MS, t/ha)		Gramínea**
	Soya		
	Grano*	Rastrojo**	
Soya var. IAC-8:			
Monocultivo	2.71 a***	2.62 a	—
+ <i>B. dictyoneura</i>	2.36 a	2.27 a	1.11 b
+ <i>B. brizantha</i>	1.30 b	1.69 c	9.07 a
Soya var. Júpiter:			
Monocultivo	2.48 a	1.51 ab	—
+ <i>B. dictyoneura</i>	2.46 a	1.71 a	0.64 b
+ <i>B. brizantha</i>	1.50 b	1.32 b	10.54 a

* Peso corregido a 13% de humedad.

** Peso seco al momento de la cosecha del grano de soya.

*** Promedios en la misma columna y para la misma variedad de soya no difieren estadísticamente ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

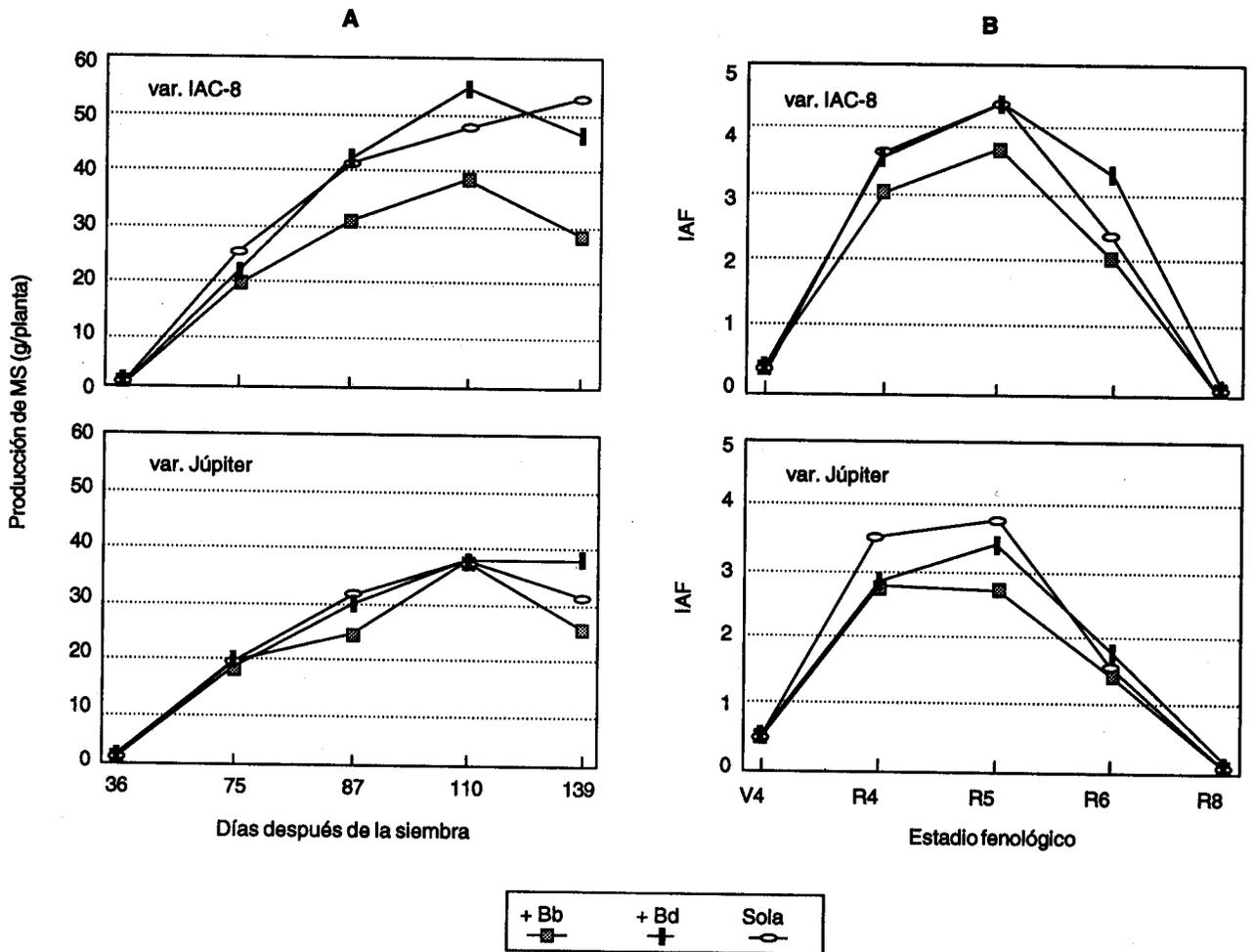


Figura 2. (A) Producción de biomasa total (MS/planta) y (B) índice de área foliar (IAF) en diferentes estadios fisiológicos para soja var. IAC-8 y Júpiter, cultivadas solas y asociadas con *Brachiaria brizantha* (Bb) o *B. dictyoneura* (Bd).

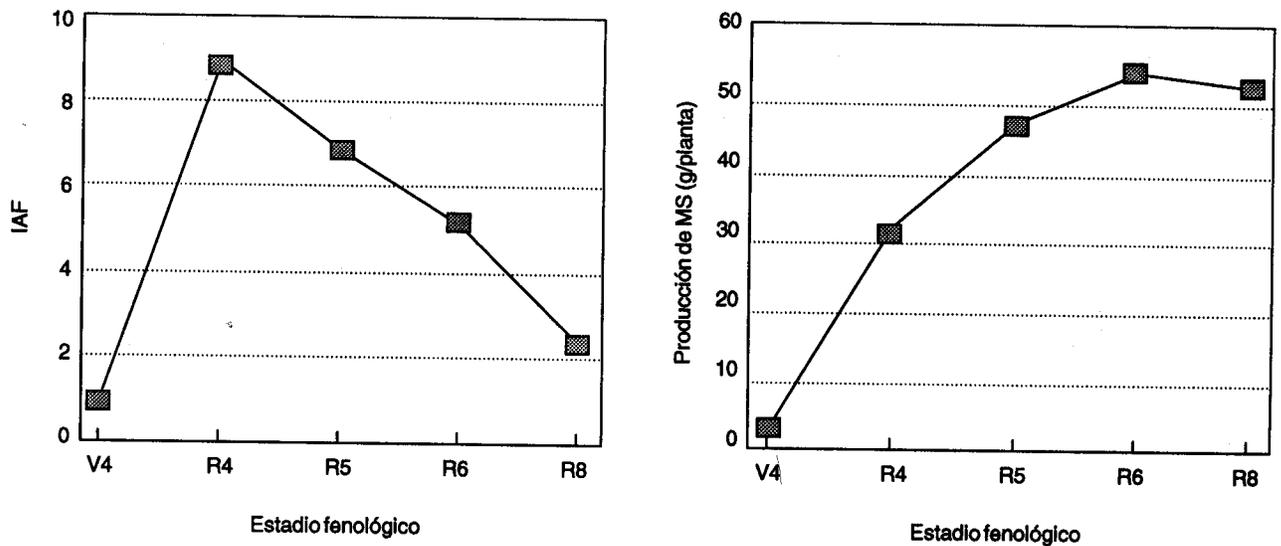


Figura 3. Índice de área foliar (IAF) y producción de biomasa de caupí cv. Chiricano, en función del estadio fenológico.

siembra). A partir de este punto, el IAF disminuyó de manera drástica. El sistema de cultivo no afectó la producción de grano de caupí, pero sí el rendimiento del rastrojo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Producción de grano y rastrojo de caupí (*Vigna unguiculata*) cv. Chiricano sembrado solo o en asociación con *Brachiaria brizantha*, *B. dictyoneura* o pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*) cv. Mott.

Sistema de cultivo	Rendimiento (MS, t/ha) Caupí		Gramínea***
	Grano*	Rastrojo**	
Monocultivo	2.56 a****	4.80 a	—
+ <i>B. dictyoneura</i>	2.42 a	4.17 b	0.62 b
+ <i>B. brizantha</i>	2.41 a	4.10 b	12.00 a
+ Elefante enano	2.43 a	3.64 b	6.62 a

- * Peso seco corregido a 14% de humedad.
- ** Peso seco al momento de la cosecha del grano de vigna (95 días).
- *** Peso seco a los 135 días.
- **** Promedios en la misma columna y para la misma variedad de maíz no difieren estadísticamente ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Producción de fitomasa del maíz. En la Figura 4 se presentan el patrón de crecimiento y los cambios en el IAF del maíz, en función de su estado fenológico. Para ambos atributos se presenta el promedio de la respuesta en los sistemas de cultivos estudiados, ya que no se presentaron diferencias entre ellos.

Durante los 117 días iniciales, la producción de biomasa aérea del maíz tendió a aumentar linealmente

(14.8 g/m²/día) hasta que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica (estadio R6), después de la cual se redujo la fitomasa debido a la senescencia de las hojas. En cambio, el valor más alto del IAF se presentó al inicio de la fase reproductiva (estadio R1, 66 días después de la siembra), pero declinó fuertemente después de la maduración del grano a los 83 días (estadio R4). En el maíz (Cuadro 4), el sistema de cultivo tampoco afectó la producción de grano y de rastrojo.

Índice de uso equivalente de tierra (UET). En el Cuadro 5 se presentan los índices de UET para los diferentes sistemas de cultivos evaluados. Aunque normalmente se consideran sólo los rendimientos de los productos comestibles, en este estudio se estimaron dos valores de UET: uno, considerando la biomasa aérea total de los cultivos asociados (Bio + Bio), y otro,

Cuadro 4. Producción de grano y rastrojo de maíz sembrado solo o en asociación con *Brachiaria brizantha*, *B. dictyoneura* o pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*) cv. Mott.

Sistema de cultivo	Rendimiento (MS, t/ha) Caupí		Gramínea**
	Grano*	Rastrojo**	
Monocultivo	5.95 a***	5.28 a	—
+ <i>B. dictyoneura</i>	5.70 a	5.46 a	4.22 b
+ <i>B. brizantha</i>	5.70 a	5.24 a	12.81 a
+ Pasto elefante	5.52 a	6.04 a	5.92 ab

- * Peso seco corregido a 14% de humedad.
- ** Peso seco al momento de la cosecha del grano de maíz (135 días).
- *** Promedios en la misma columna y para la misma variedad de maíz no difieren estadísticamente ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

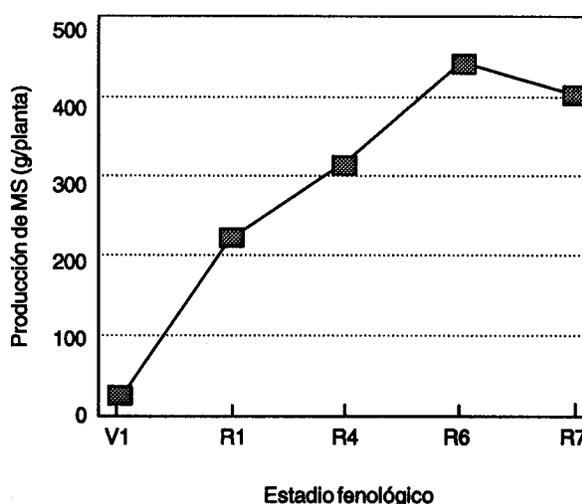
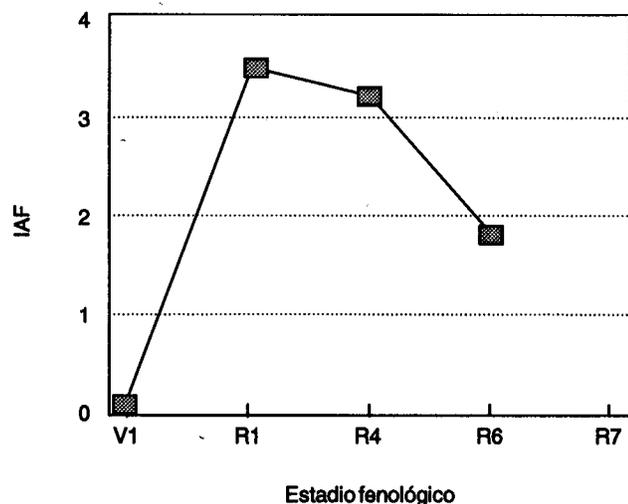


Figura 4. Índice de área foliar (IAF) y producción de biomasa de maíz cv. Tuxpeño, en función del estadio fenológico.

considerando las producciones del pasto y del grano del cultivo anual (Bio + grano). Todos los sistemas de cultivo, excepto el de caupí-*B. dictyoneura*, presentaron valores de UET superiores a 1.0, siendo los más altos (1.38 a 1.71) aquellos que incluían el maíz.

Cuadro 5. Índices de uso equivalente de tierra (UET) estimados para los diferentes sistemas de cultivo estudiados.

Sistema de cultivo	Índice de uso equivalente de tierra	
	Bio + Bio ^a	Bio + grano
Soya var. IAC-8:		
+ <i>B. dictyoneura</i>	1.04	1.03
+ <i>B. brizantha</i>	1.13	1.22
Soya var. Júpiter:		
+ <i>B. dictyoneura</i>	1.10	1.13
+ <i>B. brizantha</i>	1.37	1.40
Caupí:		
+ <i>B. dictyoneura</i>	0.98	1.02
+ <i>B. brizantha</i>	1.27	1.35
+ Elefante enano	1.38	1.53
Maíz:		
+ <i>B. dictyoneura</i>	1.71	1.62
+ <i>B. brizantha</i>	1.34	1.32
+ Elefante enano	1.41	1.39

a. Biomasa.

Discusión

Producción de fitomasa de los cultivos. En sistemas de asocio con cultivos intercalados es de esperar que ocurran interacciones entre sus componentes, debidas a la competencia por agua, luz y nutrimentos a través del desarrollo vegetativo (Ofori y Stern, 1987; Spitters, 1983). En un inicio, la magnitud de estas interacciones depende de las especies asociadas. Por ejemplo, en la soya, durante los primeros 75 días no se observaron diferencias en crecimiento (Figura 2A) debidas al sistema de cultivo; a partir de este momento, *B. brizantha* cv. Marandú, de crecimiento semi-erecto, tendió a superarla en altura (Pérez et al., 1993) y, por consiguiente, a proporcionarle sombra, la cual afectó la producción de biomasa aérea y el IAF, y afectó la producción de grano (Cuadro 2). En contraste, *B. dictyoneura*, una especie postrada, se comportó como un cultivo dominado y no afectó la producción de grano de la soya.

Los resultados en la asociación con caupí sugieren que en la selección de componentes de las asociaciones pasturas-cultivos, no debe considerarse solamente la morfología, sino también la celeridad con la cual las especies desarrollan su área foliar. Así, caupí alcanzó un IAF de 9.0 a los 56 días y afectó marcadamente el desarrollo de los pastos asociados

con él (Duarte et al., 1994), independientemente de su hábito de crecimiento. Aparentemente, la dominancia temprana del caupí es importante para la producción de grano, ya que al momento de la cosecha sólo la producción de rastrojo fue afectada negativamente por la asociación con pastos (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos con el maíz, un cultivo erecto de crecimiento inicial rápido, muestran que la producción de biomasa y el IAF no fueron afectados por la gramínea asociada (Figura 4). Además, tampoco se detectaron diferencias en la producción de granos, lo cual concuerda con los hallazgos de da Veiga (1985), Espinoza (1983) y Ferrufino (1988). Cabe señalar que, si bien el maíz fue dominante en los tres sistemas de asociación con gramíneas, el IAF máximo (3.5) que alcanzó a los 66 días fue menor que el obtenido por caupí, lo que permite un desarrollo más aceptable de la gramínea asociada (Duarte et al., 1994).

Índice de uso equivalente de tierra (UET). Este índice es un buen indicador de la eficiencia del uso de los recursos limitantes en asociaciones de cultivos anuales, pero se debe utilizar con precaución en las evaluaciones de asociaciones en las cuales el cultivo funciona como un recurso para financiar el establecimiento o la renovación de pasturas. Por ejemplo, en este estudio en la asociación soya var. Júpiter-*B. brizantha* se encontraron valores de UET superiores a los obtenidos con la misma gramínea asociada con maíz (1.40 vs. 1.32); sin embargo, la reducción en la producción de grano de la soya (40% del rendimiento alcanzado en monocultivo) sugiere que este sistema no es económicamente viable. Por el contrario, en el sistema *B. brizantha*-maíz la producción de grano amortizó los costos de cultivo y de renovación de la pastura; además, la buena población de la gramínea al momento de la cosecha del maíz aseguraba una buena capacidad competitiva de la pastura (Duarte et al., 1994). En esta última asociación, el punto de equilibrio fue de 3.75 t/ha de grano de maíz, lo que representa 65.1% del rendimiento obtenido en forma experimental.

En el sistema *B. dictyoneura*-caupí, la producción de grano superó en aproximadamente 1.0 t el nivel determinado como punto de equilibrio (2.42 vs. 1.44 t/ha, respectivamente), lo cual garantiza la financiación de los costos de establecimiento o renovación de la pastura. Sin embargo, el efecto detrimental sobre la producción de biomasa de la gramínea resultó en un UET inferior a 1.0, y la densidad de *B. dictyoneura*, al momento de la cosecha de la vigna, fue tan baja que no garantiza su competencia con las malezas (Duarte et al., 1994).

Los resultados aquí presentados corresponden a altos niveles de competencia entre los cultivos anuales y los pastos por factores de crecimiento (Ofori y Stern, 1987), ya que en cada uno de ellos las densidades de siembra fueron las recomendadas para los mismas especies en monocultivo, pese a que en el estudio se utilizó un sistema de siembra simultánea en hileras intercaladas. De manera adicional, en el experimento 2 se utilizaron niveles relativamente altos de insumos, por lo que las especies con mayor capacidad de acceso a la luz posiblemente desarrollaron su potencial máximo de crecimiento en contra de las especies dominadas.

Los resultados de este estudio sugieren que la asociación de un cultivo anual como el maíz, de crecimiento erecto, y con una distribución espacial del área foliar que no impide totalmente el paso de la luz, hace más viable su uso para el establecimiento de gramíneas forrajeras. No obstante, en sistemas como los estudiados aquí queda por determinar en qué forma las modificaciones en la densidad de siembra, los arreglos topológicos o cronológicos y los niveles de insumo, entre otros, afectan su viabilidad (Ara y Ordoñez, 1993; Ayarza y Spain, 1991). Aunque en el presente trabajo el uso de caupí no parece viable como estrategia para la renovación de pasturas, Dávila et al. (1990) mostraron, en la Amazonía del Perú, la factibilidad de su uso como abono verde incorporado antes de la siembra de gramíneas mejoradas.

Conclusión

Los resultados de este ensayo permiten concluir lo siguiente: (1) Las relaciones de competencias entre cultivos anuales y pasturas, establecidos en forma simultánea en surcos intercalados, varían con la morfología y celeridad del crecimiento inicial de las especies utilizadas. (2) El maíz cv. Tuxpeño y vigna cv. Chiricano fueron dominantes cuando se asociaron con *B. brizantha* cv. Marandú, *B. dictyoneura* CIAT 6133 o pasto elefante enano cv. Mott; en cambio, en la asociación con soya, *B. brizantha* cv. Marandú fue el cultivo dominante. (3) El maíz cv. Tuxpeño es una alternativa viable para amortizar los costos de establecimiento de pasturas mejoradas o la renovación de pasturas degradadas.

Summary

Two experiments were carried out in the humid tropics of Costa Rica to evaluate the effect of competition between grasses and annual grain crops when grown simultaneously and in alternate rows, as a strategy to cover the cost of reclaiming degraded pastures dominated by native grasses (mainly *Axonopus compressus*). The present study only reports the results

obtained with annual crops (see Pérez et al., 1993 and Duarte et al., 1994 for the data on grass yield).

In experiment 1, soybean cv. IAC-8 and Jupiter were sown at a density of 200,000 plants/ha (0.5 x 0.1 m) in monoculture and intercropped with *Brachiaria brizantha* cv. Marandú or *B. dictyoneura* CIAT 6133, both at a density of 40,000 plants/ha (0.5 x 0.5 m). To define the growth pattern of all crops, total aerial biomass and leaf area were measured at five phenological stages. A randomized complete block design, with six treatments (2 soybean genotypes x 3 cropping systems) and three replications in time was used. Grain yields for soybean var. IAC-8 was 2.71 t/ha when grown in monoculture, but decreased by 12.7% and 52.0% when associated with *B. dictyoneura* and *B. brizantha*, respectively. Corresponding values for var. Jupiter were 2.48 t/ha, with decreases of 0.1 and 39.7%, respectively.

In experiment 2, maize cv. Tuxpeño or cowpea (*Vigna unguiculata*) cv. Chiricano were intercropped with either *B. dictyoneura* CIAT 6133 and *B. brizantha* cv. Marandú or dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Planting densities (plants/ha) were: maize, 40,000 (1.0 x 0.5 m, 2 plants/site); cowpea, 160,000 (0.5 x 0.25 m, 2 plants/hole); dwarf elephant grass, 20,000 (1.0 x 0.5 m); and *Brachiaria*, 40,000 (0.5 x 0.5 m). The crop variables measured and the experiment design used were similar to those described for experiment 1, except that four replicates were considered in this experiment. Independent statistical analysis was also run for maize and cowpea data. In both crops, grain yields and total aerial biomass were not affected by any of the intercropping systems studied. Dry grain yields (14% moisture) were 5.95 and 2.56 t/ha for maize and cowpea, respectively. The highest decreases in grain yield, due to the association with *B. brizantha*, were only 7% and 6% for maize and cowpea, respectively.

Although the grain yield required to cover all costs of degraded pasture reclamation were widely overcome by all cropping systems including corn and cowpea (the break even points were: 3.75 and 1.44 t/ha, respectively); only those with corn as the financing crop seem feasible, since the detrimental effects on grass growth were quite lower for this crop than that exert by soybeans or cowpea.

Referencias

- Ara, M. A. y Ordoñez, J. H. 1993. Establecimiento de pasturas en Ucayali: Estado del arte. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Rev. Invest. Pecuaria. 6:67-79.

- Ayarza, M. A. y Spain, J. M. 1991. Manejo del ambiente físico y químico en el establecimiento de pasturas mejoradas. En: Lascano, C. E. y Spain, J. M. (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoques de la investigación. Sexta reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 189-208.
- da Veiga, J. D. 1985. Associação da culturas de subsistência com forrageiras na renovação de pastagens degradadas em área de floresta. En: Simposio do Trópico Úmido. 1986. Belém, PA. Documento no. 36. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (EMBRAPA/CPATU), Belém, Brasil. 21 p.
- Dávila, F.; Salinas, J. G.; y Vela, J. 1990. Establecimiento y producción de *Brachiaria dictyoneura* con la incorporación de residuos de cosecha de *Vigna unguiculata* Walp. (caupí) y la fertilización con nitrógeno. En: Keller-Grein, G. (ed.). Primera reunión de la RIEPT-Amazonía. Lima, Perú, 1990. Documento de trabajo no. 75. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. v. 2, p. 961-965.
- Duarte, J. M.; Pezo, D. A.; y Arze, J. 1994. Crecimiento de tres gramíneas forrajeras establecidas en cultivo intercalado con maíz (*Zea mays*) o vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Pasturas Tropicales 16:8-13.
- Espinoza, A. J. 1983. Consumo y parámetros de digestión en rastrojos de maíz cultivado solo o en asocio con leguminosas. Tesis M.Sc. Universidad de Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR/CATIE), Programa de Posgrado, Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Ferrufino, A. 1988. Establecimiento de *Brachiaria decumbens* en asocio con arroz y maíz después del desbosque. En: Estación experimental Chipiriri, Programa de Forrajes. Informe Anual 1987. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Cochabamba, Bolivia. p. 37-42.
- Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Material educativo no. 83. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 216 p.
- IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer). 1988. Experimental designs and data collection procedures for IBSNAT. Tech. Rep. no. 1. 71 p.
- McKee, G. W. 1964. A coefficient for computing leaf area in hybrid corn. Agron. J. 65:240-241.
- Ofori, F. y Stern, W. R. 1987. Cereal-legume intercropping systems. Adv. Agron. 41:41-90.
- Pérez, H. E.; Pezo, D. A.; y Arze, J. 1993. Crecimiento de *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria dictyoneura* asociadas con soya (*Glycine max* L.). Pasturas Tropicales 15:2-9.
- Pezo, D. A. 1993. Estado actual de la investigación en alimentación bovina en el trópico. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Rev. Invest. Pecuaria. 6:80-86.
- _____; Romero, F.; e Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Fernández-Baca, S. (ed.). Avances de la producción de leche y carne en el trópico americano. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. p. 47-98.
- Serrão, E. A. S. y Dias Filho, M. B. 1991. Establecimiento y recuperación de pasturas entre los productores del trópico húmedo brasileño. En: Lascano, C. E. y Spain, J. M. (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoques de la investigación. Sexta reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 347-384.
- _____; y Toledo, J. M. 1990. The search for sustainability in Amazonian pastures. En: Anderson, A. B. (ed.). Alternatives to deforestation: Steps toward sustainable use of Amazonian rainforest. Columbia Univ. Press, Nueva York. p. 195-214.
- Spain, J. M. y Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: Lascano, C. E. y Spain, J. M. (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoques de la investigación. Sexta reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Veracruz, México, noviembre de 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 269-284.
- Spitters, C. J. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1: Estimation of competition effects. Neth. J. Agric. Sci. 31:1-11.
- Valdivia, R. E. 1989. Disponibilidad de luz y evaluación de modelos de simulación en asociaciones de maíz (*Zea mays* L.) con soya (*Glycine max* (L.) Merr) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa de Posgrado, Turrialba, Costa Rica. 218 p.
- Vandermeer, L. V. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 231 p.