

# Crecimiento de tres gramíneas forrajeras establecidas en cultivo intercalado con maíz (*Zea mays* L.) o vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)\*

J. M. Duarte, D. A. Pezo y J. Arze\*\*

## Introducción

La siembra simultánea de cultivos anuales con pasturas es una estrategia económica para el establecimiento o para la renovación de estas últimas (Sánchez and Salinas, 1981; Ayarza y Spain, 1991; Serrão y Dias Filho, 1991). La mayoría de cultivos anuales son de crecimiento rápido, lo cual en sistemas de cultivos intercalados con pastos les permite proteger el suelo contra la erosión y reducir las labores de control de malezas (Crowder and Chedda, 1982) pero esta condición puede favorecer mayor sombra del cultivo sobre las forrajeras, retardando el establecimiento de la pastura (Serrão y Dias Filho, 1991; Pérez et al., 1993).

Varios investigadores (Sánchez and Salinas, 1981; Veiga, 1986; Ferrufino, 1988; CIAT, 1989) han demostrado que en los sistemas asociados cultivos-pastos, la magnitud de la competencia entre los componentes varía con las condiciones de clima, el nivel de fertilidad del suelo, las especies utilizadas y los arreglos cronológicos y espaciales.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto que el maíz (*Zea mays* L.) y la vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) tienen sobre el patrón de crecimiento de tres gramíneas forrajeras con hábitos de crecimiento diferentes, cuando se establecen en asociación.

## Materiales y métodos

**Localización y suelos.** El estudio se realizó en un Inceptisol Typic Humitropept de la estación experimental ganadera del CATIE, Turrialba, Costa Rica, a 9° 53' de latitud norte y 83° 38' de longitud oeste, a 602 m.s.n.m., sobre una pastura degradada, con dominancia de *Axonopus compressus*. El suelo es arcilloso con drenaje natural de pobre a imperfecto, con un pH de 4.8, 10.5% de materia orgánica (M.O.) y 8.7 ppm de fósforo (Olsen modificado). Los contenidos de Ca, Mg, K y la acidez extractable fueron de 3.12, 1.10, 0.43 y 1.37 meq/100 ml, respectivamente.

**Clima.** El sitio experimental está localizado en el ecosistema de Bosque muy Húmedo Premontano (Holdridge, 1982). Las temperaturas máxima y mínima son 26.5 y 18 °C, respectivamente; la radiación solar media es de 424 langley y la precipitación anual de 2641 mm. Durante el período experimental (diciembre de 1990 a junio de 1991) se presentaron períodos cortos de sequía, durante los cuales se aplicó riego a las parcelas experimentales, cuando presentaron síntomas de estrés por deficiencia de agua.

\* Resumen del trabajo de grado presentado por el primer autor para obtener el título de M.Sc. en producción animal en el Programa de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

\*\* Respectivamente, Investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) de Guatemala; consultor en pasturas y nutrición de rumiantes del MAG, Costa Rica; y especialista en sistemas de cultivos del CATIE.

**Materiales experimentales.** Las gramíneas evaluadas fueron: pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), *Brachiaria brizantha* cv. Marandú y *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133, las que representan hábitos de crecimiento erecto, semierecto y rastrero, respectivamente. Como cultivos asociados con estas forrajeras se utilizaron maíz (*Zea mays* L.) cv. Tuxpeño, un cultivar de crecimiento medio y que tarda 65 días en florecer, y vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cv. Chiricano, una leguminosa con crecimiento indeterminado y de tipo postrado.

**Siembra.** Para el establecimiento de las gramíneas se utilizó material vegetativo y para los cultivos agrícolas se usó semilla. Las gramíneas se plantaron con cepas distanciadas 0.5 m x 0.5 m; el elefante enano se plantó con estacas distanciadas 1.0 m entre surcos y 0.5 m entre plantas. En la siembra del maíz se depositaron tres semillas en cada sitio distante 1.0 m entre surcos y 0.5 m entre plantas; 15 días después de la siembra se efectuó un raleo, dejando 2 plantas por sitio (40.000 plantas/ha). La vigna se sembró a razón de 2 semillas por sitio, a una distancia de 0.5 m entre surcos y 0.25 m entre plantas (160.000 plantas/ha). Los cultivos asociados se sembraron en forma simultánea y de manera intercalada, sin modificar las densidades utilizadas para cada especie cuando se estableció en monocultivo.

**Fertilización.** Las gramíneas cuando se sembraron solas recibieron una fertilización equivalente a 65, 15 y 25 kg/ha de N, P y K, respectivamente. El N y el P se aplicaron en dosis iguales a la siembra y 3 meses después. Los tratamientos con maíz recibieron a la siembra el equivalente a 50, 44 y 48 kg/ha de N, P y K, respectivamente; y 40 días después se les aplicaron 80 kg/ha de N. La vigna se fertilizó a la siembra con 65, 44 y 48 kg/ha de N, P y K, respectivamente. Ambos cultivos recibieron las prácticas culturales necesarias para garantizar su desarrollo.

**Mediciones.** Para determinar el patrón de crecimiento de las gramíneas se cosecharon al azar 3 plantas/parcela, cuando éstas se encontraban en los siguientes estadios fenológicos: macollamiento, elongación de los tallos, prefloración, inicio de floración y plena floración. Sin embargo, como *P. purpureum* no presentó floración, se cosechó al mismo tiempo que las dos últimas cosechas de *B. dictyoneura*.

En cada cosecha se determinaron el rendimiento de MS de los componentes de la planta: hojas verdes (HV), hojas muertas (HM), tallos e inflorescencias.

La cosecha del maíz se efectuó 135 días después de la siembra. La vigna, por su crecimiento indeterminado, se cosechó dos veces (a los 95 y 103 días después de la siembra), recolectando las vainas maduras.

**Diseño experimental y análisis de los resultados.** Se empleó un diseño de bloques completos al azar con 11 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos se dispusieron en un arreglo factorial de las tres gramíneas y los tres sistemas de cultivo, más dos tratamientos adicionales: el maíz y la vigna en monocultivo. Cada unidad experimental medía 8 m x 5 m (40 m<sup>2</sup>).

Los datos de producción de biomasa aérea se ajustaron a diferentes modelos de crecimiento (Arze et al., 1985); para estimar el incremento diario de peso se utilizó un ajuste de regresión lineal, tomando como referencia el rendimiento máximo. La comparación de los promedios de incremento diario de peso se hizo utilizando contrastes ortogonales.

## Resultados y discusión

**Rendimiento de biomasa.** La especie de gramínea, el método de siembra y la interacción de ambos factores afectaron el rendimiento máximo de MS ( $P < 0.0001$ ) (Cuadro 1), lo cual sugiere que las gramíneas evaluadas poseen diferente habilidad para adaptarse a las condiciones de competencia que crean el maíz y la vigna.

Aunque las tres gramíneas manifestaron diferencias en su potencial de crecimiento (*B. brizantha* > *P. purpureum* > *B. dictyoneura*), todas mostraron el más alto rendimiento (Cuadro 2) y la mayor tasa de crecimiento cuando se establecieron en monocultivo (Cuadro 3), donde no existió competencia interespecífica.

La magnitud de la reducción en rendimiento de MS, como consecuencia de la asociación, varió en función de la especie de gramínea. Así, los rendimientos máximos de *B. brizantha* cv. Marandú (semierecto) y de *P. purpureum* cv. Mott (erecto) fueron similares cuando se

Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de la especie de gramínea y el sistema de siembra en el rendimiento de MS de la gramínea. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Fuente de variación	G.L.	P > F
Repetición	3	0.3760
Especie de gramínea	2	0.0001
Método de siembra	2	0.0001
Especie x método de siembra	4	0.0001
Error	24	—

Cuadro 2. Rendimiento máximo de fitomasa aérea (MS, g/m<sup>2</sup>) en tres gramíneas establecidas en monocultivo o en asociación con maíz o vigna. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Gramínea	Establecida en monocultivo	Asociación con:	
		Maíz	Vigna
<i>P. purpureum</i>	1388 a*	592 b	662 b
<i>B. brizantha</i>	4478 a	1282 b	1200 b
<i>B. dictyoneura</i>	624 a	422 a	62 b

\* Valores en una misma hilera seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente (P < 0.05), según la prueba de Duncan.

Cuadro 3. Incremento diario de biomasa aérea (g/m<sup>2</sup>) de tres gramíneas, cultivadas en monocultivo o en asocio con maíz o vigna. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Sistema de siembra	<i>B. brizantha</i>	<i>B. dictyoneura</i>	<i>P. purpureum</i>
<b>Tratamientos</b>			
Monocultivo	24.3	6.1	12.1
<b>Asociación con:</b>			
Maíz	8.1	3.3	5.3
Vigna	7.0	1.1	5.1
<b>Contrastes:</b>	Probabilidad (P > F)		
Monocultivo vs. asocio con maíz	0.0004	0.0119	0.0028
Monocultivo vs. asocio con vigna	0.0003	0.0003	0.0023

asociaron con maíz o con vigna (Cuadro 2); en cambio, cuando *B. dictyoneura* CIAT 6133 se asoció con vigna, redujo su rendimiento en 90% y cuando se asoció con maíz esta reducción fue de 2%, en relación con el rendimiento de la gramínea sola.

Este estudio confirmó la poca habilidad de *B. dictyoneura* CIAT 6133 para competir cuando se establece simultáneamente y en asociación con leguminosas de crecimiento rápido como lo demostraron los estudios de Pérez et al. (1993) al asociar esta gramínea con soya forrajera. Bajo estas condiciones la gramínea, por su hábito de crecimiento rastrero y su lento desarrollo inicial, no tiene acceso a la luz, lo que reduce su capacidad fotosintética (Ludlow, 1980).

Por el contrario, cuando *B. dictyoneura* CIAT 6133 se asoció con maíz, el hábito de crecimiento erecto de este último cultivo favoreció el cubrimiento horizontal de *B. dictyoneura*. Además, la distribución espacial y el menor índice de área foliar (IAF) del maíz permiten que una mayor proporción de la energía solar incidente penetre al docel de la pastura. Es importante señalar que los máximos IAF determinados por Duarte (1991) para los cultivares de maíz y vigna utilizados en este estudio fueron de 3.5 y 9.2, respectivamente.

En contraste, el rendimiento de biomasa aérea del maíz y de la vigna no fue afectado por el cultivo asociado (gramíneas) (Cuadro 4), lo cual sugiere que en los sistemas de cultivo intercalado evaluados en este trabajo, el maíz y la vigna fueron dominantes (Zelaya, 1985; Vandermeer, 1989).

**Patrón de crecimiento de las gramíneas forrajeras.** La producción de MS de la biomasa aérea de la gramínea se ajustó en función de los

Cuadro 4. Análisis de varianza para el efecto del sistema de siembra (solo o asociado con gramíneas) sobre el rendimiento de biomasa aérea del maíz y de vigna. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento de biomasa	
		Maíz	Vigna
		P > F	
Repetición	3	0.129	0.755
Sistema de siembra	3	0.973	0.207
Error	9	—	—
C.V. (%)		7.59	16.41

Cuadro 5. Parámetros de las ecuaciones de regresión de mejor ajuste para el rendimiento de biomasa aérea total (Y) de tres gramíneas en función del tiempo (X), establecidas solas o en asociación con maíz o vigna. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Sistema de cultivo	Modelo ajustado*	Parámetros			R <sup>2</sup>
		A	B	C	
<i>B. dictyoneura</i> CIAT 6133					
+ Maíz	(3)	-6.9825	2.5505	—	0.99
Monocultivo	(3)	-8.9309	3.0974	—	0.98
<i>B. brizantha</i> cv. Marandú					
+ Maíz	(3)	-1.1075	3.4644	—	0.99
+ Vigna	(1)	-14.6260	4.0584	-0.07731	0.99
Monocultivo	(1)	-17.6021	5.4254	-0.01419	0.99
<i>P. purpureum</i> cv. Mott					
+ Maíz	(1)	-19.3224	5.9275	-0.02736	0.99
+ Vigna	(2)	0.5779	0.0356	—	0.99
Monocultivo	(1)	-30.2372	9.0033	-0.05157	0.99

\* Modelo no.: (1)  $Y = e^{(A + CX)} \cdot X^B$ ; (2)  $Y = e^{(A + BX)}$ ; (3)  $Y = e^A \cdot X^B$ .

días posteriores a la siembra. Los modelos de regresión que presentaron el mejor ajuste de los datos ( $R^2 > 0.98$ ) aparecen en el Cuadro 5. Cabe anotar que en el tratamiento *B. dictyoneura* CIAT 6133-*Vigna unguiculata*, los modelos de regresión probados no cumplieron con la condición de que los coeficientes de regresión fueran diferentes de cero.

A través del tiempo de evaluación, la producción de MS de las gramíneas fue superior cuando se sembraron solas que cuando se asociaron con cultivos (Figura 1). Aunque el maíz permitió un mayor crecimiento inicial de las gramíneas, es necesario indicar que en la asociación con vigna, después de la cosecha del grano, se aceleró el crecimiento de *B. brizantha* cv. Marandú y *P. purpureum* cv. Mott, de tal forma que al final del período de evaluación no se encontraron diferencias en la producción de MS de las gramíneas, atribuibles al cultivo de grano con que se asociaron.

Este crecimiento acelerado de las gramíneas después de la cosecha de vigna se debe a una mayor incidencia de luz, ya que las hojas senescentes del cultivo caen a medida que avanza el proceso de maduración, mejorando el contenido de MS y de N en el suelo (Vandermeer, 1989).

Los resultados de este estudio sugieren que es indiferente establecer *B. brizantha* cv. Marandú o *P. purpureum* cv. Mott intercalados con maíz o con vigna; pero no ocurre lo mismo en el caso de *B. dictyoneura* CIAT 6133. De la

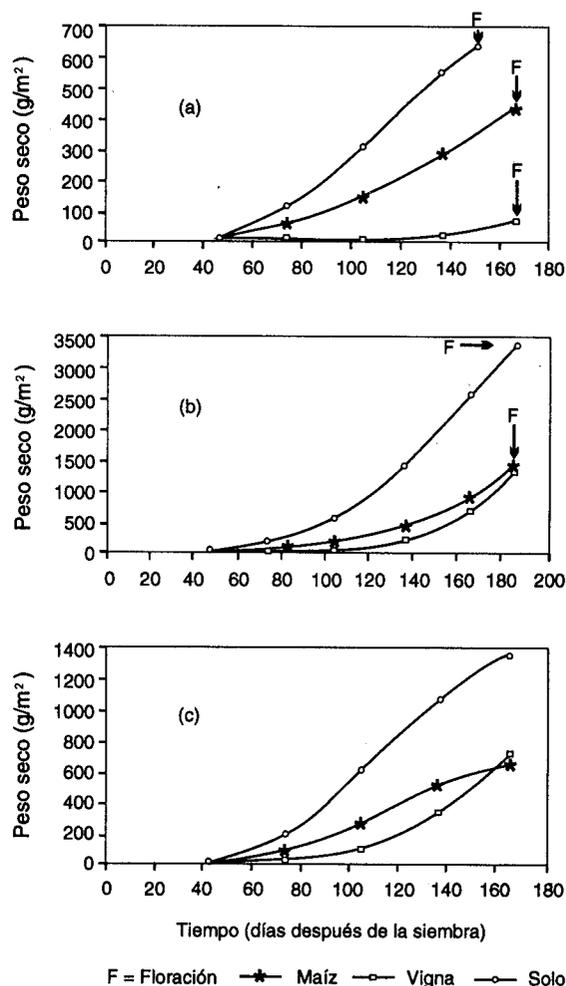


Figura 1. Patrón de crecimiento de (a) *Brachiaria dictyoneura*, (b) *B. brizantha* cv. Marandú, y (c) *Pennisetum purpureum* cv. Mott, en monocultivo o en asociación con maíz o vigna. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

misma manera, sugieren que si se desea establecer *Vigna unguiculata* cv. Chiricano como cultivo transitorio en la renovación de pasturas degradadas o para el establecimiento de nuevas pasturas, es más aconsejable establecerlo como mejorador del suelo y establecer las pasturas después de la cosecha del grano de esta leguminosa

La magnitud de la competencia por luz y por nutrimentos, provocada por los cultivos de grano, puede modificarse por medio de los cambios en las densidades de siembra y en los arreglos espaciales (Zelaya, 1985; Ayarza y Spain, 1991). En el presente estudio se usaron las densidades recomendadas para cada cultivo cuando se establece en monocultivo, lo cual intensificó la competencia entre las especies.

Se debe destacar también el efecto de la asociación sobre la fenología de las especies (Figura 1). En términos generales, en ambas especies de *Brachiaria* la floración ocurrió en una fase más temprana en el monocultivo que en las asociaciones. El tiempo para alcanzar la floración plena de *B. dictyoneura* en monocultivo o en asociación fue de 2 semanas, lo que confirma la sincronización de este fenómeno en esta especie (Diulgheroff, 1991).

Por otra parte, en *B. brizantha* cv. Marandú sólo fue posible observar la floración plena cuando se estableció en monocultivo, pero con base en la fecha de inicio de la floración se puede señalar que el desfase en la manifestación de este evento fenológico entre el monocultivo y la asociación es de 20 días (187 y 167 días después de la siembra). En contraste, en *P. purpureum* no fue posible observar estos eventos fenológicos durante el período en que se efectuó el estudio (diciembre a junio), ya que en las condiciones del ensayo esta gramínea inicia su fase de floración en noviembre.

## Conclusiones

La siembra simultánea de *B. brizantha* cv. Marandú, *B. dictyoneura* CIAT 6133 o elefante enano (*P. purpureum*) cv. Mott, como cultivos intercalados con maíz o vigna, reduce la celeridad de establecimiento de las gramíneas forrajeras; sin embargo, la magnitud de dicho efecto varía en función de las especies utilizadas en la asociación.

*Brachiaria dictyoneura*, por su crecimiento inicial lento y su hábito de crecimiento rastrero, fue más afectada por la vigna que por el maíz; sin embargo, una vez se cosechó la vigna, las gramíneas con mayor potencial de producción de MS y con hábito de crecimiento semierecto o erecto (*B. brizantha* cv. Marandú y *P. purpureum* cv. Mott), compensaron el efecto detrimental de la competencia e igualaron el rendimiento de MS logrado en la asociación con maíz.

A pesar de lo anterior, la marcada competencia por luz que ejerce la vigna en los estadios tempranos de crecimiento resultó en una pérdida considerable de plántulas de las gramíneas asociadas, por lo que se sugiere no utilizar esta leguminosa para la siembra simultánea con gramíneas forrajeras, al menos con la densidad y en el arreglo espacial que se utilizaron en este estudio.

La asociación con maíz es una alternativa promisoría para el establecimiento de estas gramíneas, ya que los efectos detrimentales de la competencia ejercida por este cultivo son temporales, e inclusive menos marcados en una especie rastrera y de lento crecimiento como es *B. dictyoneura* CIAT 6133.

## Summary

An experiment was carried out at CATIE's Tropical Livestock Research Station in Turrialba, Costa Rica (9° 53' N, 83° 38' W; 2641 m; 23.5°C; 602 m.a.s.l.), to evaluate the effect of corn (*Zea mays* L.) or *Vigna unguiculata* (L.) Walp (vigna) on the growth of *P. purpureum* cv. Mott, *B. brizantha* cv. Marandú and *B. dictyoneura* CIAT 6133, when they were established simultaneously in alternate rows, as an alternative to reclaim degraded pastures dominated by native grasses (mainly *Axonopus compressus*).

A randomized complete block design, with 11 treatments and four replications were used. The treatments were defined by the factorial arrangement of the two annual crops x the three grasses, plus the five crops grown in monoculture. In order to define the growth pattern of the grasses, different non linear regression models were adjusted to the total aerial biomass yield measured at the following phenological stages: shoot formation, stem

elongation, pre-flowering, flowering initiation and full flowering. Also, analysis of variance were run for the maximum total biomass yield and the linear growth rate estimates.

The maximum total aerial biomass yields obtained for *P. purpureum* cv. Mott, *B. brizantha* cv. Marandú and *B. dictyoneura* CIAT 6133 grown in monoculture were: 113.4, 33.8 and 6.24 tons DM/ha, respectively. When intercropped to corn, these yields declined to 44%, 38%, and 68% of what was recorded for the monoculture treatments. The corresponding values for the association with vigna were 49%, 35%, and 10%, respectively.

On the other hand, the growth pattern analysis indicated that a fast growing prostrate legume, such as vigna cv. Chiricano, which can reach a very high leaf area index (9.1 cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup> of land) at only 56 days after planting imposes strong competitive effects on the companion grasses. The plant losses registered for the grasses intercropped with vigna, suggest not to consider this species for simultaneous planting with grasses, even though an important compensatory growth was detected for *P. purpureum* cv. Mott and *B. brizantha* cv. Marandú, after the vigna pods were harvested.

On the contrary, the grass/corn intercropping seems to be a more promising alternative for the reclamation of degraded pastures, although the establishing phase of the grasses is delayed. However, the competition effects made by corn are temporary, and even less marked in a prostrate and slow growing species such as *B. dictyoneura* CIAT 6133.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al señor Víctor López Solano por su colaboración en la conducción del experimento; a los doctores Pedro J. Argel, Coordinador de la RIEPT para México, Centroamérica y el Caribe; y al doctor Francisco Romero del CATIE por sus contribuciones en la revisión de la tesis que sirvió de base para la elaboración del presente artículo.

## Referencias

- Arze B., J.; Heer, C.; y Palmieri, V. 1985. Programas para analizar tendencias y comportamiento de procesos agronómicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, Costa Rica. 50 p.
- 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 enfoque de la investigación. Sexta Reunión del Comité Asesor de la RIEPT, Veracruz, México, noviembre 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 189-208.
- Baruch, Z. y Fisher, M. J. 1991. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: Lascano C. E. y Spain J. M. (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Sexta Reunión del Comité Asesor de la RIEPT, Veracruz, México, noviembre 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 103-142.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989. Recuperación de pasturas. Trópico húmedo. En: CIAT. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales 1988. Documento de trabajo no. 59. Cali, Colombia. p. 12.1-12.19.
- Crowder, L. V. and Chheda, H. R. 1982. Tropical grassland husbandry. Longman, Londres, Reino Unido. 562 p.
- Diulgheroff, S. 1991. Phenology, seed yield and physiological quality of *Brachiaria dictyoneura* Stapf cultivated in Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 150 p.
- Duarte, J. M. 1991. Efecto de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) o vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sobre el crecimiento de tres gramíneas forrajeras cuando se establecen en asocio en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 122 p.

- Ferrufino, A. 1988. Establecimiento de *Brachiaria decumbens* en asocio con arroz y maíz después del desbosque. En: Estación experimental Chipiriri, Bolivia. Programa de Forrajes. Informe Anual 1987-1988. p. 37-42.
- Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), Colección libros y materiales educativos no. 83. San José, Costa Rica. 216 p.
- Ludlow, M. M. 1980. Stress physiology of tropical plants. *Trop. Grassl.* 14:136-145.
- 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(1):2-9.
- Sánchez, P. A. and Salinas, J. G. 1981. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Adv. Agron.* 34:279-406.
- 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 enfoque de la investigación. Sexta Reunión del Comité Asesor de la RIEPT, Veracruz, México, noviembre 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 347-384.
- Vandermeer, L. V. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 231 p.
- Veiga, J. B. da. 1986. Associação de culturas de subsistencia com forrageiras na renovação de pastagens degradadas em área de floresta. En: Simposio do Trópico Umido (1986). Belém, Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (EMBRAPA/CPATU), Belém. Documento no. 36. 21 p.
- Zelaya, D. 1985. Simulación del sombreado del maíz con mallas y análisis de interacciones subterráneas de cultivos intercalados con maíz (*Zea mays* L.). Tesis Mag. Sc. Universidad de Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 99 p.