

Producción de seis leguminosas forrajeras solas y en asociación con dos gramíneas tropicales*

O. A. Valero, E. A. Pizarro** y L. H. Franco**

Introducción

El establecimiento de leguminosas forrajeras tropicales en monocultivo, como bancos de proteína, facilita su utilización estratégica. Sin embargo, en esta forma no se obtienen los beneficios de la fijación biológica de N y frecuentemente ocurre una alta invasión de malezas en el banco. Por el contrario, la utilización de leguminosas asociadas con gramíneas ayuda a mejorar la fertilidad del suelo mediante la incorporación de N (Witney, 1977; Tewari, 1968), aumenta la oferta de MS para los animales en pastoreo (Kretschmer, 1973), y mejora la calidad del forraje (Bodgan, 1977).

Resultados de ensayos previos (Pizarro, 1985) muestran varias gramíneas y leguminosas forrajeras como promisorias en el ecosistema de bosque tropical semi-siempre verde estacional. El presente estudio se realizó entre abril de 1983 y enero de 1984 con el objeto de determinar en ese mismo ecosistema la persistencia y producción de MS de las leguminosas *Desmodium ovalifolium* CIAT 350, *Stylosanthes capitata* CIAT 1693, *Stylosanthes guianensis* CIAT 184, *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065, *Centrosema pubescens* CIAT 438, y *Pueraria phaseoloides* CIAT 9900, cuando crecen solas, así como en asociación con *Andropogon*

gayanus CIAT 621 y *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133, gramíneas de hábitos de crecimiento contrastantes.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la estación experimental CIAT Quilichao, Cauca, Colombia, localizada a 990 m.s.n.m., en el ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional, con 23°C de temperatura media y 1841 mm de precipitación durante el período experimental (Cuadro 1). El suelo es Ultisol Typic Tropudult con pH 3.80, 7.00% de MO, 2.00 ppm de P, 0.40, 0.05 y 0.12 ppm de Ca, Mg y K, respectivamente; y una saturación de Al de 90%.

Después de preparar el suelo se sembraron las leguminosas solas y asociadas en parcelas de 5.0 m de largo y 2.5 m de ancho a una distancia de 0.5 m entre surcos, a razón de 4 kg/ha de semilla previamente escarificada e inoculada. En la asociación primero se estableció la leguminosa y un mes después la gramínea en surcos alternos. La fertilización de establecimiento consistió en 22 kg/ha de P, 42 kg/ha de K, 20 kg/ha de S. Un año después de la siembra se aplicaron 7 kg/ha de P, 42 kg/ha de K, 10 kg/ha de Mg y 10 kg/ha de S.

Una vez establecidas las leguminosas solas y en asociación se efectuó un corte de uniformización y tres semanas después se iniciaron las evaluaciones en períodos de máxima y mínima precipitación (Cuadro 1) de acuerdo con la metodología recomendada por la RIEPT (Toledo, 1982).

* Resumen del trabajo de grado presentado por el autor principal para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.

** Agrónomos, respectivamente, jefe y asistente de la Sección de Ensayos Regionales del Programa de Pastos Tropicales del CIAT. A. A. 6713, Cali, Colombia.

Cuadro 1. Fecha de inicio y finalización, precipitación, y evapotranspiración en los períodos de evaluación del ensayo.

Período	Fecha		Precipitación (mm)	EVT* (mm)	Balance (mm)
	Inicio	Final			
Máxima 1	Abril 3/83	Julio 1/83	658	365	385
Mínima 1	Julio 4/83	Septiembre 3/83	84	436	-243
Máxima 2	Octubre 14/83	Enero 5/84	664	315	428
Mínima 2	Enero 30/84	Abril 23/84	435	330	187

* EVT = Evapotranspiración en tanque tipo A.

Las variables cuantificadas fueron producción de MS, porcentaje de leguminosa en las asociaciones, presencia de malezas, e índice de compatibilidad relativa (ICR) de las asociaciones a las 12 semanas, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$ICR = \frac{\text{Producción de MS de la leguminosa asociada}}{\text{Producción de MS de la leguminosa sola}}$$

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. El número de tratamientos fue de seis (ecotipos de leguminosa) en el ensayo de evaluación de leguminosas solas, y de 12 en el ensayo de asociaciones gramínea/ leguminosa. Los resultados se analizaron por medio de la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Resultados y discusión

Producción de MS de las leguminosas. En la Figura 1 se observa el efecto de la precipitación y la edad de rebrote en la producción de MS de las leguminosas solas. Existió una relación positiva y significativa ($P \leq 0.01$) entre la producción de MS y la edad de rebrote (Cuadro 2), siendo esta relación más notoria en los períodos de balance hídrico positivo. Durante el período 1 de mínima precipitación en el cual ocurrió un déficit de agua de 243 mm, la producción de MS de los ecotipos en evaluación disminuyó 90% en relación con la producción alcanzada en el período anterior de máxima precipitación, siendo *C. macrocarpum* CIAT 5065 el ecotipo más tolerante a la falta de agua en este período y *P. phaseoloides* CIAT 9900 y *D. ovalifolium* CIAT 350 los más susceptibles.

En el período 2 de máxima precipitación, aunque aumentó la producción de MS de los ecotipos fue inferior a la obtenida en el período 1 de máxima precipitación. La diferencia en producción se debió al efecto de la sequía que se manifestó en el agotamiento de las reservas de las plantas y conse-

cuentemente en su capacidad de rebrote, y en la muerte de algunas de ellas, lo cual favoreció la presencia de malezas (Figura 2).

Con relación al efecto de la edad de rebrote, se encontró que durante los períodos de balance hídrico positivo las leguminosas aumentaron la producción de MS hasta las 12 semanas, a excepción de *P. phaseoloides* CIAT 9900 que sólo presentó buena producción en el período 1 de máxima precipitación. Resultados similares encontraron Suárez et al. (1985) en Chinchiná, Colombia, y Ortega et al. (1980).

Comportamiento de las leguminosas en asociación. En el Cuadro 3 se incluyen la producción de MS, el porcentaje de leguminosas y el ICR a las 12 semanas de rebrote para las leguminosas asociadas con *A. gayanus* y *B. dictyoneura* durante los tres períodos de balance hídrico positivo. Durante el período de déficit de agua las leguminosas no persistieron, lo cual no ocurrió cuando éstas se sembraron solas.

Inicialmente los porcentajes de leguminosas en la asociación con *B. dictyoneura* fueron aceptables, siendo favorecidos por el lento establecimiento de la gramínea. Una vez establecida ésta compitió fuertemente con la leguminosa, limitando su presencia en la asociación hasta el punto de no permitir su crecimiento.

Con *A. gayanus* los porcentajes e ICR de las leguminosas fueron mayores que los encontrados con *B. dictyoneura*. Sin embargo, a partir del período 1 de mínima precipitación aquellos valores fueron bajos, debido posiblemente a la competencia por agua, luz y nutrimentos ejercida por la gramínea. Valencia (1983) sugiere que la competencia ejercida por *A. gayanus* es principalmente por K; Lemus et al. (1986) encontraron que esta competencia ocurre principalmente a nivel radical y puede disminuirse mediante la adición de los

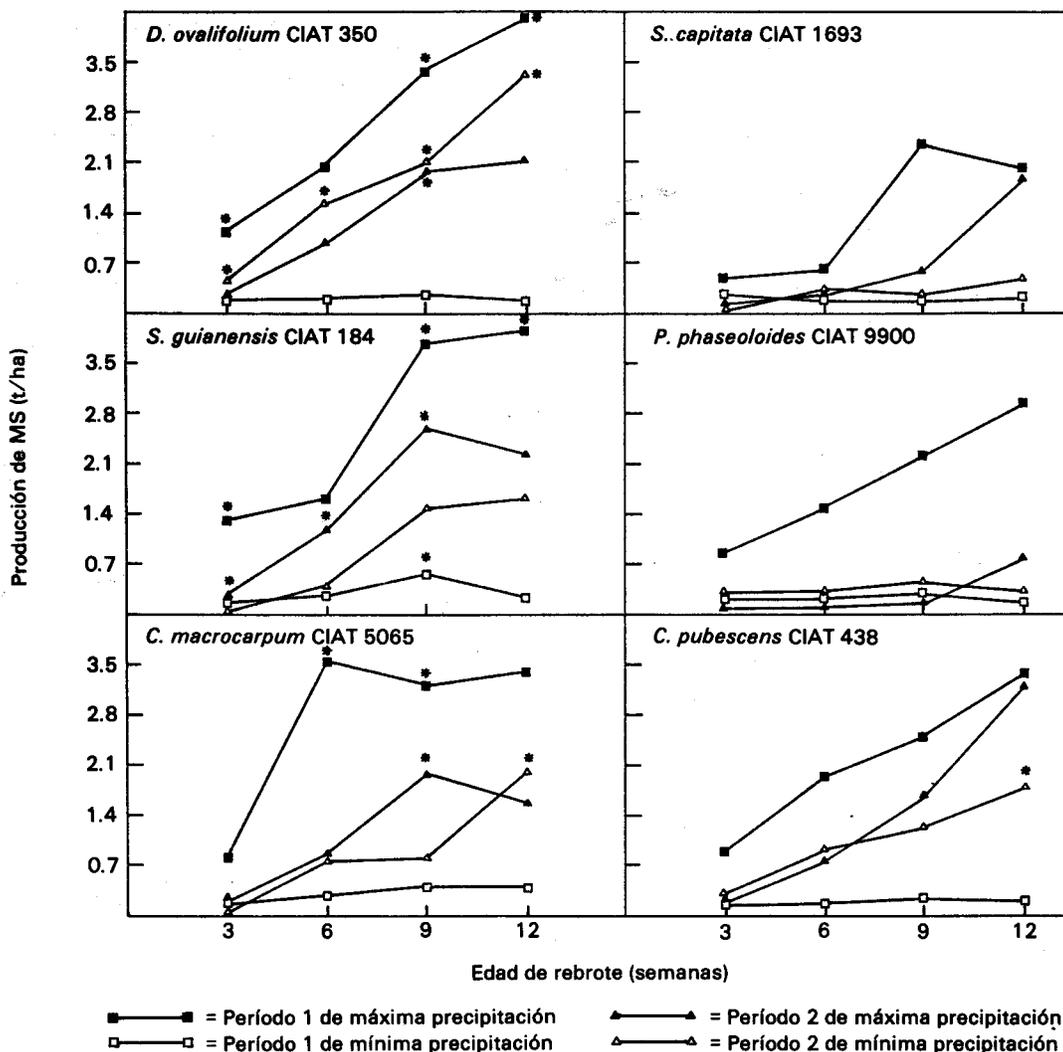


Figura 1. Efecto de la edad de rebrote y la precipitación en la producción de MS de seis ecotipos de leguminosas forrajeras tropicales. * = promedios no diferentes entre sí y superiores ($P \leq 0.05$) a los demás, en igual período de evaluación y edad de corte. La significancia de la producción de MS en las diferentes edades aparece en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Coeficientes de regresión (b) y determinación (R^2) para la relación entre producción de MS y edad de rebrote de varios ecotipos de leguminosas forrajeras tropicales en cuatro períodos de evaluación^a.

Especie	Ecotipo CIAT No.	P ₁ Mx		P ₂ Mx		P ₁ Mn		P ₂ Mn	
		b	R ²						
<i>D. ovalifolium</i>	350	386.3	0.91**	231.7	0.78**	-6.2	0.05	306.3	0.83**
<i>S. capitata</i>	1693	200.6	0.55**	211.5	0.66**	1.4	—	45.8	0.23
<i>S. guianensis</i>	184	515.7	0.90**	230.6	0.43*	20.1	0.09	190.3	0.75**
<i>C. macrocarpum</i>	5065	260.3	0.35*	188.5	0.39*	32.7	0.61**	208.3	0.61**
<i>C. pubescens</i>	438	273.9	0.81**	333.4	0.78**	1.5	—	166.4	0.67**
<i>P. phaseoloides</i>	9900	236.5	0.83**	126.1	0.18	-14.2	0.50*	2.33	—

a. Los períodos de evaluación son iguales a los que aparecen en el Cuadro 1. PMx = Período de máxima precipitación; PMn = Período de mínima precipitación.

* Significativo ($P \leq 0.05$).

** Significativo ($P \leq 0.01$).

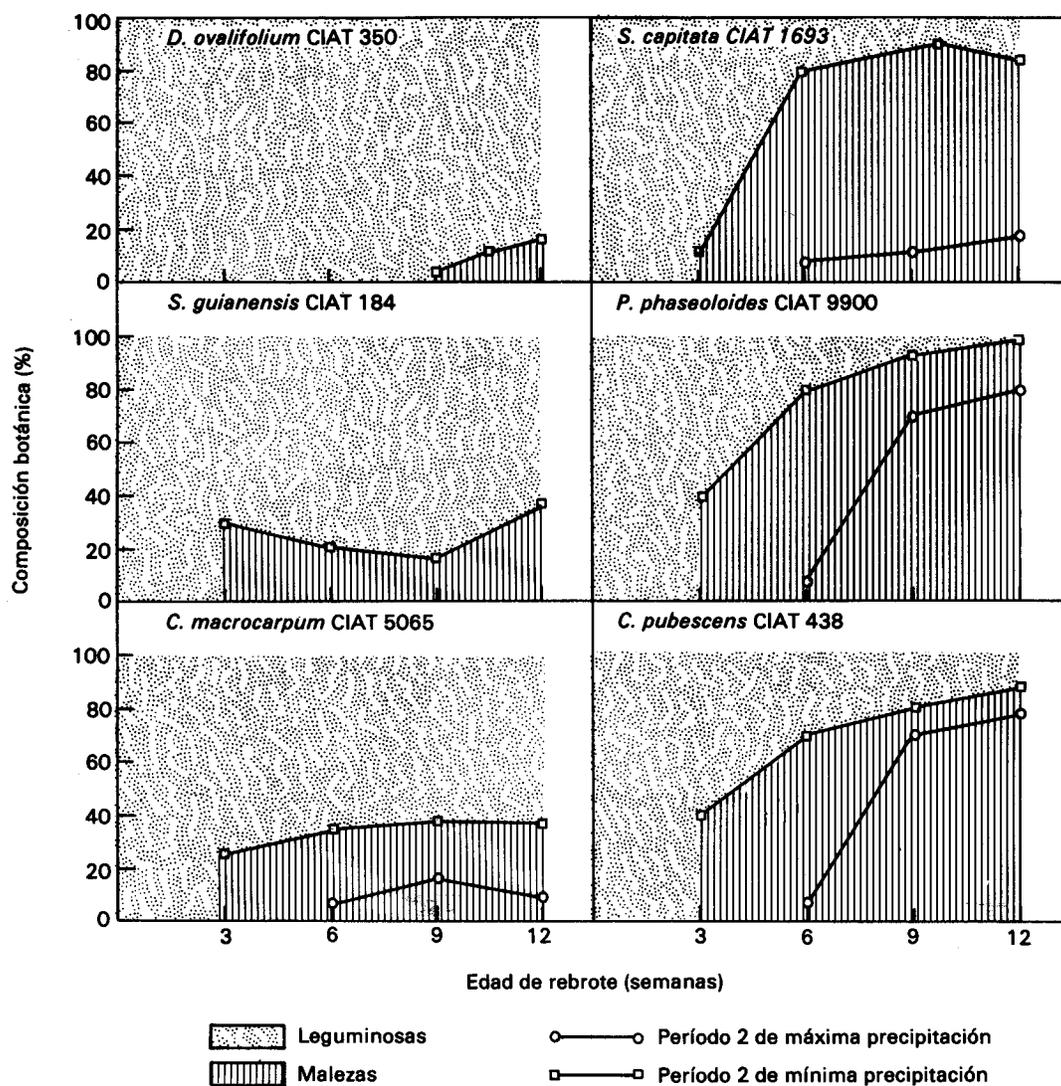


Figura 2. Cambios en la composición botánica en parcelas de varias leguminosas forrajeras por efecto de la edad al corte y la precipitación.

nutrimentos P, K, S, Ca y Mg, y cortes periódicos de la gramínea.

Desmodium ovalifolium, *C. macrocarpum* y *C. pubescens* presentaron los mayores ICR con las gramíneas incluidas en el estudio. Cuesta (1982), al evaluar la capacidad de competencia de nueve leguminosas asociadas con dos gramíneas, encontró que *D. ovalifolium* CIAT 350 presentó el mayor índice de agresividad radical entre las leguminosas, mientras que *B. decumbens* fue más agresiva que *A. gayanus* entre las gramíneas; Grof (1981) obtuvo resultados similares en un Oxisol de Carimagua, Colombia.

Composición botánica. La invasión de malezas ocurrió en las parcelas de leguminosas solas, en

tanto que con las asociaciones no se presentaron debido al efecto de competencia de las gramíneas. Esto muestra la ventaja de la asociación gramínea/leguminosa en el manejo de las malezas.

El grado de invasión de malezas en las leguminosas solas fue variable y se presentó a partir de la sexta semana del período 1 de mínima precipitación, alcanzando los porcentajes máximos a las 12 semanas del período 2 de máxima precipitación (Figura 2).

Las especies más invadidas por malezas fueron *P. phaseoloides*, *S. capitata* y *C. pubescens*. Presentaron un porcentaje de invasión intermedio *S. guianensis* y *C. macrocarpum*. La especie menos invadida por malezas fue *D. ovalifolium* como

Cuadro 3. Producción de MS, porcentaje de leguminosas e ICR a 12 semanas de rebrote de seis leguminosas forrajeras asociadas con dos gramíneas.

Gramínea	Leguminosa	Ecotipo CIAT No.	P ₁ Mx*			P ₁ Mx			P ₂ Mn		
			MS (t/ha)	Leg. (%)	ICR**	MS (t/ha)	Leg. (%)	ICR	MS (t/ha)	Leg. (%)	ICR
<i>A. gayanus</i>		621									
	<i>D. ovalifolium</i>	350	0.91	11	0.40	0.03	5	1.13	0.07	2	0.07
	<i>S. capitata</i>	1693	0.32	4	0.35	0.01	2	0.20	0.02	0	0.02
	<i>S. guianensis</i>	184	0.74	9	0.30	0.03	5	0.23	0.09	2	0.09
	<i>C. macrocarpum</i>	5065	0.80	11	0.46	0.01	3	0.08	0.22	3	0.30
	<i>C. pubescens</i>	438	1.32	16	0.80	0.05	6	0.44	0.15	3	0.10
	<i>P. phaseoloides</i>	9900	2.22	27	1.55	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
<i>B. dictyoneura</i>		6133									
	<i>D. ovalifolium</i>	350	1.39	19	0.60	0.01	1	0.50	0.04	0	0.40
	<i>S. capitata</i>	1693	0.05	1	0.05	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
	<i>S. guianensis</i>	184	1.69	19	0.65	0.01	1	0.01	0.00	0	0.00
	<i>C. macrocarpum</i>	5065	1.66	25	1.00	0.01	5	0.08	0.07	2	0.10
	<i>C. pubescens</i>	438	0.79	13	0.50	0.03	8	0.31	0.31	4	0.10
	<i>P. phaseoloides</i>	9900	1.27	21	0.90	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

* Los períodos de evaluación son iguales a los que aparecen en el Cuadro 1. PMx = Período de máxima precipitación; PMn = Período de mínima precipitación.

** ICR = Índice de compatibilidad relativa.

resultado de su alta agresividad y poder de invasión una vez establecida.

Conclusiones

Los resultados de este ensayo permiten concluir lo siguiente: 1) Existió una relación positiva entre la producción de MS de las leguminosas evaluadas y la precipitación; una relación similar se encontró entre producción de MS y edad de rebrote de la leguminosa. 2) Cuando las leguminosas se establecieron solas persistieron hasta el final del ensayo (48 semanas), siendo las más productivas *C. macrocarpum* CIAT 5065, *C. pubescens* CIAT 438, *S. guianensis* CIAT 184 y *D. ovalifolium* CIAT 350. 3) Cuando las leguminosas se establecieron asociadas con gramíneas se encontraron ICR mayores con *A. gayanus* que con *B. dictyoneura*. Los mayores ICR se presentaron con *D. ovalifolium* CIAT 350, *C. macrocarpum* CIAT 5065, y *C. pubescens* CIAT 438, lo cual indica su alto potencial para ser utilizadas en asociación con ambas gramíneas. 4) Por efecto de competencia en las asociaciones las leguminosas produjeron menos MS que cuando se desarrollaron solas; 5) La invasión por male-

zas únicamente se presentó en las parcelas de leguminosa sola. En las asociaciones aquéllas no se presentaron debido a la competencia y agresividad de las gramíneas.

Summary

Dry matter (DM) production, persistence, and relative compatibility index (RCI) were evaluated on the forage legumes *Desmodium ovalifolium* CIAT 350, *Stylosanthes capitata* CIAT 1693, *Stylosanthes guianensis* CIAT 184, *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065, *Centrosema pubescens* CIAT 438, and *Pueraria phaseoloides* CIAT 9900 when grown independently and in association with *Andropogon gayanus* CIAT 621 and *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133. The evaluation was done in a Typic Tropudult Ultisol at the experimental station CIAT-Quilichao, Colombia (lat. 3° 06' N, long. 76° 31' W, 990 m.a.s.l., 23°C, and 1800 mm annual precipitation). Evaluations were done on 5.0- x 2.5-m plots every 3, 6, 9, and 12 weeks during two periods of both minimum and maximum rainfall. Species in association were planted alternately in rows.

Results revealed a close relationship ($P \leq 0.01$) between DM production, rainfall, and days-to-sprout. All legumes were severely affected by the first dry period (-243 mm). *Desmodium ovalifolium*, *S. guianensis*, *C. macrocarpum*, and *C. pubescens* had the best DM production during rainfall periods.

Legume DM production when planted in association was inferior to that of the grasses. *Andropogon gayanus* gave the best RCI with the legumes. Weed overgrowth in the legume-only plots took place from the onset of the first minimum rainfall period.

Referencias

- Bodgan, A. V. 1977. Tropical pastures and fodder plants. Grasses and legumes. London, Logman. 475 p.
- Cuesta, P. A. 1982. Above-ground production and rooting patterns of six tropical grasses in association with two legumes or with or without nitrogen fertilization. M.Sc. Thesis. Las Cruces, New Mexico State University. 144 p.
- Grof, B. 1981. The performance of *Andropogon gayanus* legume associations. Adv. in Agron. 33:227-261.
- Kretschmer Jr., A. E. 1973. Production of six tropical legumes each in combination with three tropical grasses in Florida. Agron. J. 65(5):890-892.
- Lemus, R. A. y Toledo, J. M. 1986. Competencia entre *Andropogon gayanus* y plántulas en desarrollo de *Stylosanthes capitata*. Pasturas tropicales-boletín 8(3):9-13.
- Ortega, C. M. y Samudio, C. 1980. Productividad estacional de cuatro leguminosas tropicales bajo tres frecuencias de corte. Ciencia Agropecuaria 3:87-97.
- Pizarro, E. A. (ed). 1985. 3a. reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1982-1985. Cali, Colombia, 1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1228 p.
- Suárez, V. S.; Franco, A. C.; Rubio, U. J.; Ramírez, P. A.; Pizarro, E. A.; Toledo, J. M. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná, Caldas. Cenicafé 36(2):51-63.
- Tewari, G. P. 1968. Responses of grasses and legumes to fertilizer treatments in Nigeria. Exp. Agric. 4(1):87-91.
- Toledo, J. M. (ed). 1982. Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia 168 p.
- Valencia, I. M. 1983. Root competition between *Andropogon gayanus* and *Stylosanthes capitata* in an Oxisol in Colombia. Ph.D. Thesis. Gainesville, Univ. of Florida. 140 p.
- Whitney, A. S. 1977. Contribution of forage legumes to the nitrogen economy of mixed swards. A review of relevant hawaiian research. En: Ayanaba, A. y Dart, P. J. (eds.). Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Chichester, U. K., Willey Sons. p. 88-96.