

Epoca de corte y fertilización con fósforo sobre la producción de semilla de *Brachiaria humidicola*.

1. Efecto en la sincronización de la floración, el rendimiento y los costos de producción

J. G. Choy-Sánchez*, J. W. Vela**, H. S. Villacorta*** y E. C. Vara^ψ

Introducción

La investigación en pasturas en los últimos años ha estado orientada a mejorar y recuperar áreas degradadas empleando gramíneas y leguminosas adaptadas a las condiciones de suelo y clima imperantes en la amazonia peruana; sin embargo, existe poca información regional respecto al manejo de semilleros. Según Loch (1991), la producción de pastos en los trópicos es un área relativamente nueva, pues la mayoría de cultivares que se desarrollaron en los últimos 30 años son nuevos para la agricultura y conservan características primitivas que interfieren con la producción de semilla comercial. Los resultados de trabajos de validación en el establecimiento de pasturas (Sánchez y Vela, 1996) son promisorios y han generado interés para su aplicación en gran escala, pero aún existen limitaciones en la disponibilidad de semilla de buena calidad, por ejemplo, en el caso de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 (ex *B. dictyoneura*) por su bajo rendimiento y susceptibilidad al desgrane, que se deben

a la desuniformidad en la madurez fisiológica (Ferguson, 1992). Siendo las semillas un insumo importante en el establecimiento de nuevas pasturas y en la transferencia de tecnologías, se realizó el presente trabajo de investigación con los objetivos siguientes: (1) evaluar el efecto de corte sobre la sincronización de la floración, (2) evaluar el efecto de corte y dosis de P sobre el rendimiento y calidad de semillas, y (3) evaluar los costos de producción en *B. humidicola* CIAT 6133.

Materiales y métodos

Localización y duración del estudio. El trabajo se efectuó en el fundo Lucita, ubicado en el Km 40 de la carretera Federico Basadre (8° 30' 56.9" sur y 74° 51' 25" oeste) entre Pucallpa y Lima, a 220 m.s.n.m. El suelo es Ultisol (Sánchez, 1981), ácido (pH < 4.5), alto en Al cambiabile y bajo en N, P, K y materia orgánica (Cuadro 1). El estudio se realizó entre septiembre de 1995 y enero 1996.

La clasificación ecológica del lugar corresponde al ecosistema de bosque tropical semi-siempre verde estacional (Cochrane, 1982). La precipitación, promedio anual, es de 1800 mm con distribución bimodal y temperatura promedio de 26 °C (Figura 1).

Los tratamientos consistieron en:

- Factor A: Cinco fechas de corte de sincronización: 15 septiembre, primero y 15 de octubre, y primero y 15 de noviembre de 1995.
- Factor B: Tres niveles de fertilización fosfatada: 50, 100 y 150 kg/ha de P₂O₅, usando como

* Agrónomo, M.Sc. en Producción Agrícola, Asistente de Investigación del Proyecto Salud y Ecosistemas en la Amazonia Peruana. PE-5 del CIAT.
e-mail: jgs@protelsa.com.pe

** Zootecnista, M.Sc. en Producción Animal, Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Ucayali, Perú. Anteriormente: Jefe del Programa de Pastos de Selva de la E.E. Pucallpa-INIA, Apartado Postal 521, Pucallpa, Perú.
E-mail: jvela@eproima.com.pe

*** Zootecnista, Ph.D. en Tecnología de semillas, Profesor Principal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

^ψ Zootecnista, Programa de Pastos y Forrajes, E.E. Pucallpa-INIA, Carretera Federico Basadre km 4, Perú.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo antes de iniciar el experimento. Fundo Lucita, Pucallpa, Perú.

Prof. (cm)	Arcilla (%)	Limo (%)	pH	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	Acidez (meq/100 g)	CIC/100 g de suelo		
								Ca	Mg	K
0-5	15	21	4.6	2.7	0.11	5.5	1.0	0.6	0.3	0.2
5-10	18	18	4.4	2.2	0.10	4.9	1.7	0.5	0.2	0.1
10-20	19	19	4.3	2.0	0.09	4.0	2.4	0.3	0.2	0.1

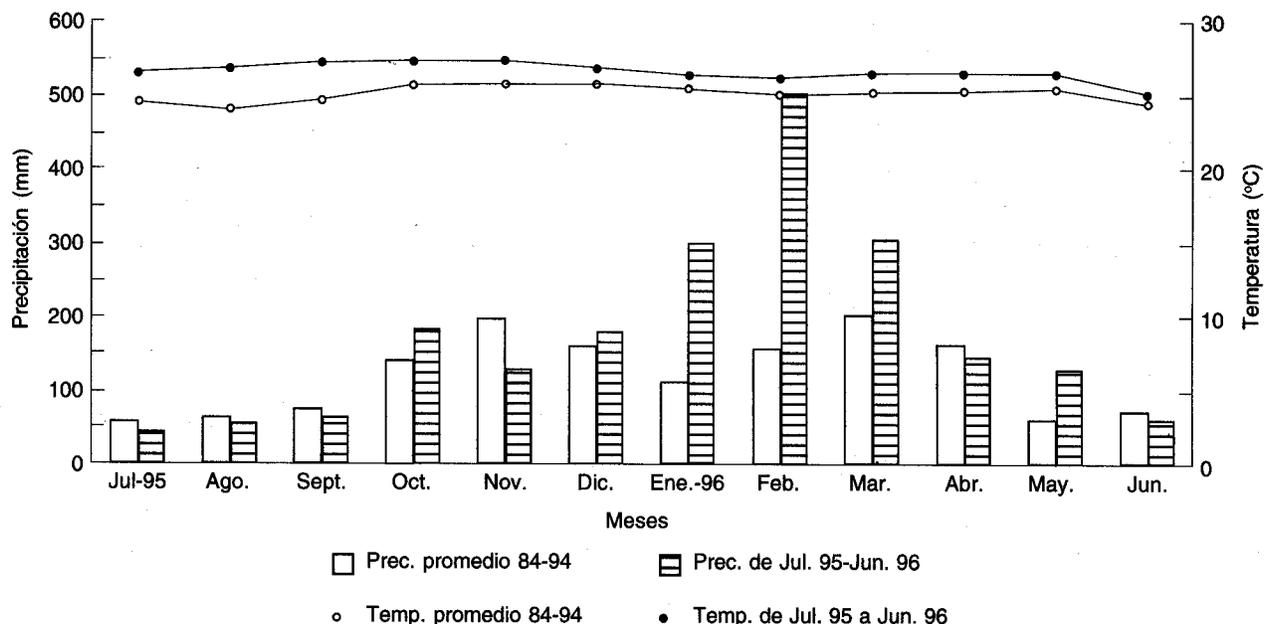


Figura 1. Características climáticas de la zona de Pucallpa durante la fase experimental.

fuelle superfosfato triple, aplicado después de cada corte conjuntamente con una fertilización base de 50-50-20 de N-K-S, respectivamente.

En la pastura se evaluaron el tiempo para inicio y máxima floración, y madurez para cosecha; altura de planta a la cosecha en cinco puntos por cada unidad experimental; número de espigas/m² a la cosecha, medidas en tres marcos al azar de 1 m² cada uno en cada parcela experimental; número de espiguillas/espiga, tomando al azar 10 espigas de cada unidad experimental a la máxima floración y a la madurez para cosecha; porcentaje de semillas vanas en 100 semillas, separando las espiguillas con cariopsides de las vanas; rendimiento de semilla limpia (kg/ha), utilizando un marco de 1 m² en cinco puntos al azar por unidad experimental. También se estimó el rendimiento potencial, que se calculó como producto de la multiplicación del número de espigas/m² x el número de espiguillas/espiga en máxima emergencia x peso de 100 semillas dividido entre 10,000. Además, en las semillas se evaluó el peso de 100 semillas (mg) con 14% de humedad.

Costos de producción. Para la evaluación económica se consideraron los costos de producción en cada tratamiento, así como el ingreso por venta de semilla y la relación beneficio/costo, considerando los precios del mercado local y los parámetros siguientes:

- Los rendimientos obtenidos en cada tratamiento;
- Los precios de venta menos el 18% para gastos de comercialización y flete;
- La mano de obra para la fertilización y el alquiler de una cortadora;
- La mano de obra para la siega, trilla y limpieza de la semilla.

Diseño. Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar, en un arreglo factorial de 5 x 3 con dos repeticiones, donde las fechas de corte constituyeron el factor A y las dosis de fósforo el factor B. El tamaño de cada unidad experimental fue de 100 m² y el área neta de 3000 m².

Resultados y discusión

Efecto de las fechas de corte sobre la sincronización de la floración. Los resultados de las fechas y días a floración después del corte de sincronización de *B. humidicola* CIAT 6133 se presentan en el Cuadro 2. Los resultados muestran que el inicio de la emergencia floral ocurre entre el 20 de noviembre y 5 de diciembre (15 días), no obstante, que el tiempo transcurrido entre la primera fecha de corte y la última es de 60 días. Esto probablemente se debe a una respuesta fotoperiódica a días largos por parte de *B. humidicola* para estimular su floración (Hopkinson et al., 1996). El número de días entre el inicio de la emergencia floral y el momento en que se alcanza la madurez para cosecha en todos los cortes permaneció constante entre 25 y 35 días, coincidiendo con los hallazgos de trabajos en el CIAT (CIAT, 1987).

Efectos del corte y la fertilización con fósforo en los componentes de rendimiento y calidad de las semillas. Los resultados relacionados con estas variables se observan en el Cuadro 3. Se encontró efecto significativo de la fecha de corte sobre la altura de planta, presentando la mayor altura las plantas que fueron cortadas el 15 de septiembre y la menor las cortadas el 15 de noviembre. Estas diferencias posiblemente se debieron al contenido de reservas en las raíces al momento del corte (Rika et al., 1991). Probablemente al momento de realizar el último corte, las plantas tenían menos reservas disponibles como consecuencia de un mayor número de tallos y de la competencia entre ellos por nutrimentos. La respuesta en altura de planta a las aplicaciones de P sigue el comportamiento citado por Salinas (1984), quien encontró respuesta en *B. humidicola* hasta con aplicaciones de 100 kg/ha. El menor número de espigas/m² encontrado en el último corte

Cuadro 2. Fenología de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferentes fechas de corte en Pucallpa, Perú.

Fechas de corte	Días a floración y madurez de cosecha después del corte de sincronización		
	Inicio de floración	Máxima floración	Madurez de cosecha
15 septiembre 1995	66 (20 noviembre)	73 (27 noviembre)	92 (16 diciembre)
1 octubre	55 (25 noviembre)	61 (1 diciembre)	80 (20 diciembre)
15 octubre	46 (30 noviembre)	52 (6 diciembre)	73 (27 diciembre)
1 noviembre	32 (2 diciembre)	37 (8 diciembre)	59 (30 diciembre)
15 noviembre	20 (5 diciembre)	32 (17 diciembre)	55 (9 enero 1996)

Cuadro 3. Características fenológicas y de planta a la cosecha de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 bajo diferentes sistemas de manejo para producir semilla. Pucallpa, Perú.

Factor de manejo	Altura (m)	Número de espigas/m ²	Espiguillas/espiga (no.)		Rendimiento de semilla (kg/ha)		Granos vanos (%)
			Máxima floración	Madurez para cosecha	Potencial	Real	
Epoca de corte							
15 septiembre	1.51 a	281 a	76 b	37 c	529 a	167 bc	71 ab
1 octubre	1.48 b	121 c	82 a	46 b	297 b	215 ab	65 bc
15 octubre	1.41 b	197 b	77 b	31 d	322 b	120 cd	74 a
1 noviembre	1.30 c	221 b	75 b	32 d	391 b	263 a	60 cd
15 noviembre	1.23 d	73 c	63 c	51 a	195 c	77 d	57 d
Dosis de P (P₂O₅)							
50	1.40 a	150 b	75 ab	41 a	299 b	153 a	66 a
100	1.40 a	172 b	72 b	37 a	325 b	174 a	66 a
150	1.36 b	213 a	77 a	39 a	416 a	178 a	65 a
Epoca	**	**	**	**	**	**	**
Dosis	*	*	**	ns	*	ns	ns
Epoca x dosis	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Valores con letras iguales en la misma columna no presentan diferencia significativa (* P < 0.05; ** = P < 0.01).

probablemente se debió al estado de diferenciación floral en que se encontraban las macollas al momento del corte, lo cual contribuye a la eliminación de aquellas, emergiendo las que estaban por debajo de la altura de corte; además, según Hopkinson et al. (1996), esta respuesta podría estar asociada con el efecto de sombreado del dosel superior sobre los puntos de crecimiento en la base de la planta durante un mayor tiempo, lo que impide el adecuado fotoperíodo. En relación con la respuesta a la aplicación de P, se observó que una mayor dosis de este nutriente probablemente ayudó a precipitar el aluminio, eliminando su toxicidad (Salinas y Saif, 1989). El número de espiguillas/espiga en la época de máxima floración fue mayor para el corte realizado el primero de octubre, probablemente debido a los niveles de precipitación observados durante este período, que mejoraron la asimilación y movilización del P en la planta; el menor número observado en el último corte probablemente estuvo asociado con el menor período vegetativo para la formación de espiguillas, ya que los brotes fueron más débiles. Las fechas de corte que favorecieron los mayores valores para el número de espiguillas/espiga a la máxima emergencia no fueron exactamente las mismas que produjeron el mayor número de ellas a la madurez de cosecha, siendo esto más notorio en los cortes del 15 de noviembre y el primero de octubre, los que presentaron el menor número de espigas y que probablemente permitieron una mejor distribución de los productos de la fotosíntesis dentro de la planta hacia las zonas de reserva.

La abscisión de las semillas de *Brachiaria* es independiente de la tasa de crecimiento del cariopside,

ya que ésta puede retrasarse o alterarse debido a condiciones climáticas imperantes en un determinado momento y lugar. El rendimiento potencial es el reflejo de conjugar factores de producción. De acuerdo con Hopkinson y English (1982), mediante la manipulación de las densidades de espigas y la retención de espiguillas se pueden aumentar los rendimientos de semilla. Los rendimientos reales de semilla obtenidos en los cortes del primero de octubre y el primero de noviembre fueron siete veces superiores al promedio de los rendimientos de la especie en estudio en la zona de Pucallpa; no obstante, Pizarro et al. (1989) reportan rendimientos con un rango entre 120 y 425 kg/ha en las condiciones de Costa Rica, lo que podría estar asociado a una mejor respuesta al fotoperíodo. El porcentaje de semillas sin cariopside (vanas) observado podría ser explicado, de acuerdo con Hopkinson et al. (1996), a los requerimientos de polinización por parte de las semillas apomícticas de *B. humidicola* y que el éxito del cuajado de ellas depende, probablemente, de las irregularidades genéticas asociadas con la poliploidía para la formación del embrión y del endosperma, o de la calidad del polen.

Peso de 100 semillas. En la Figura 2 se observan las variaciones en el peso de 100 semillas. Se encontraron respuestas altamente significativas ($P < 0.01$) para la interacción fechas de corte por dosis de P. La prueba de Duncan de los efectos simples mostró que los cortes del 15 de septiembre, primero de octubre y primero de noviembre presentaron los mayores pesos (556, 557, 575 mg/100 semillas, respectivamente) para la dosis de 150 kg/ha de P. Estos valores fueron superiores a los obtenidos con la dosis de 50 kg/ha de P. La respuesta en los cortes de octubre y noviembre reflejan las

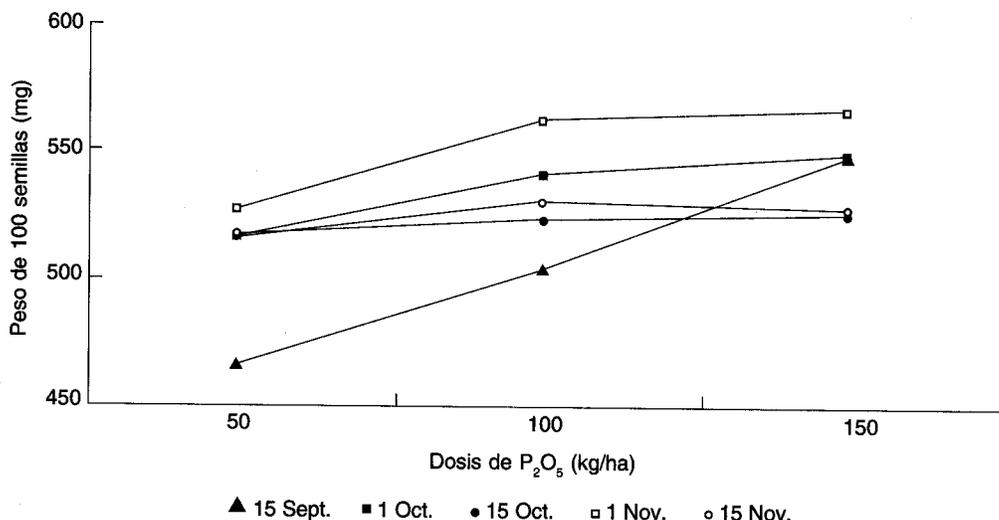


Figura 2. Peso de 100 semillas de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133, bajo diferentes fechas de corte y dosis de fertilización fosfatada, en Pucallpa, Perú.

mejores condiciones ambientales ocurridas durante los periodos de desarrollo de la planta en esas épocas. La magnitud de estas respuestas se reduce a medida que la planta madura, lo cual concuerda con los hallazgos de Gros y Domínguez (1992) y Lambert y Toussaint (1978) quienes indican que el P_2O_5 es tomado del suelo mientras exista una corriente creada por la transpiración, que es muy activa durante el crecimiento máximo y se reduce después de la emergencia de las espigas en las gramíneas. Además, los incrementos en los pesos de 100 semillas podrían deberse a una mejor traslocación de los fotosintatos de los cloroplastos hacia las zonas de reserva por la presencia del P (Ariovich y Cresswell, 1983).

Evaluación económica. En el Cuadro 4 se presenta el costo de producción de un semillero de 1 ha cosechado el primero de octubre. El total de gastos (en US\$) para el manejo de los tratamientos con la aplicación de 50, 100 y 150 kg/ha de P fue de 216, 242 y 267, respectivamente, sin considerar los gastos de establecimiento de la pastura. Los ingresos netos por venta de semillas a un precio de US\$16.4/kg variaron entre US\$2833 y US\$3521/ha. El análisis de estos resultados indica que el mayor porcentaje de gastos para la producción de semillas lo representan las labores de cosecha, alrededor del 50%. El tratamiento con mejor retorno económico, considerando el

Cuadro 4. **Costos (US\$/ha)* de producción y manejo de 1 ha de semillero de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133, con diferentes dosis de fósforo y fechas de corte de sincronización, en Pucallpa. Corte del primero de octubre.**

Actividades	Dosis de P_2O_5 (kg/ha)		
	50	100	150
Rendimiento (kg/ha)	186.0	227.0	231.0
Precio venta	16.4	16.4	16.4
Ingreso bruto (IB)	3050.4	3722.8	3788.4
Gastos comercialización y flete	3.6	3.6	3.6
Fertilización con P	25.0	50.0	75.0
Fertilización con N	22.0	22.0	22.0
Fertilización con K	18.0	18.0	18.0
Fertilización con S	4.0	4.0	4.0
Aplicación	8.0	8.0	8.0
Alquiler de cortadora	20.0	20.0	20.0
Total gastos de fertilización	97.0	122.0	147.0
Gastos para la cosecha	116.0	116.0	116.0
Total de gastos (TG)	216.6	241.6	266.6
Ingreso neto (IB-TG)	2833.8	3481.2	3521.8
kg/ha para cubrir total de gastos	13.2	14.7	16.2

* US\$1 = S/2.90 (agosto 30 de 1999).

porcentaje de germinación y viabilidad de la semilla, se alcanzó con el corte del primero de octubre y la aplicación de 50 kg/ha de P como superfosfato. De otro lado, los datos indican que el productor puede financiar el sistema más eficiente de manejo mediante la venta de animales, leche o derivados. Además, los buenos rendimientos permiten reducir el alto precio de la semilla en el mercado, propiciando así una mayor adopción de *B. humidicola* CIAT 6133 como forraje en la zona de Ucayali.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir los siguiente:

1. Las fechas de corte de uniformización tienen efecto en la sincronización de la floración y en la uniformización de la cosecha de semillas de *B. humidicola* CIAT 6133. Para una diferencia de 60 días entre fechas de corte, los rangos para días a la máxima floración y a la madurez de cosecha se acortaron a 20 y 23 días, respectivamente.
2. Las fechas de corte, en el promedio de las dosis de P, tuvieron efecto en el rendimiento de semilla.
3. Las fechas de corte tuvieron efecto significativo en el número de espigas/m², número de espiguillas/espiga a la máxima floración y a la madurez de cosecha. El P sólo tuvo efecto altamente significativo en el número de espiguillas/espiga a la máxima floración. El efecto de este nutriente en el peso de 100 semillas estuvo asociado con la fecha de corte.
4. Los más altos rendimientos de semilla (263 kg/ha) ocurrieron en el corte del primero de noviembre. En enero, la cosecha se dificulta por la presencia de lluvias, que podrían repercutir en germinación posterior de las semillas.
5. El análisis económico para la fecha de corte del primero de octubre, mostró ingresos de US\$2830, 3481 y 3520/ha, para las dosis de 50, 100 y 150 kg/ha de P, respectivamente, considerando características de calidad como germinación y viabilidad.

Agradecimiento

El autor y el Programa de Investigación en Pastos de Selva agradecen a las directivas de la estación experimental Pucallpa del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), del Perú, por el financiamiento del presente trabajo

Summary

The effect of cutting date and phosphorus fertilization (applied as P_2O_5) on the synchronization of flowering, yield and yield components, and seed quality of *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 was studied on an Oxisol located 40 km from Pucallpa, Peru, within the seasonal semi-evergreen forest ecosystem. Treatments were as follows: cutting dates (15 September, 1 and 15 October, and 1 and 15 November 1995) and three levels of P_2O_5 (50, 100, 150 kg/ha), distributed in a completely randomized design with two replicates. P was broadcasted after each cutting date. At the beginning of the trial, 50 kg N, 50 kg K, and 20 kg S were uniformly applied per hectare. Variables evaluated were phenology, number of spikes/m², no. of spikelets/spike at maximum flowering, 100-seed weight, seed yield, and production costs. Flowering occurred 66 days after the first cutting and 23 days after the last cutting. Days to harvest maturity after complete flowering ranged between 25 and 35. Cutting dates help synchronize flowering and harvesting, but they also affected plant height, number of spikelets and spikes, seed yield, and percentage of empty spikelets. P levels affected plant height and number of spikes/m². An interaction between cutting dates and P levels was observed in terms of 100-seed weight. The cut effected on 1 October, together with the application of 50 kg P_2O_5 /ha produced the highest economic returns per hectare.

Referencias

- Ariovich, D. y Cresswell, C. F. 1983. The effect of N and P on starch accumulation and net photosynthesis in two variants of *Panicum maximum*. *Plant Cell Environ.* 6:657-664.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Informe Anual 1987. Pastos Tropicales. Documento de trabajo no. 24. Cali, Colombia.
- Cochrane, T. T. 1982. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. En: Toledo, J. M. (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), noviembre de 1992. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 23-24.
- Ferguson, J. 1992. Semillas de especies forrajeras tropicales: Conceptos, casos y enfoques de investigación y producción. Memorias de la Octava Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), noviembre de 1992. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 370 p.
- Gros, A. y Domínguez, V. A. 1992. Abonos, guía práctica de la fertilización. 8a. edición. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 450 p.
- Hopkinson, J. M.; de Souza, F. H. D.; Diulgheroff, S.; Ortiz, A.; y Sánchez, M. 1996. Reproductive physiology, seed production and seed quality of *Brachiaria*. En: Miles, J. W.; Maass, B. L. y do Valle, C. B. (eds.). *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 124-140.
- _____ y English, B. H. 1982. Spikelet population dynamics in seed crops of *Panicum maximum* cv. Gatton. *Seed Sci. Tech.* 10(3):379-403.
- Lambert, J. y Toussaint, B. 1978. An investigation of the factors influencing the P content of herbage. *Phosphorus in Agriculture* 32(73):1-72.
- Loch, D. S. 1991. Tropical herbage seed production. Origins, progress, and opportunities. *J. Applied Seed Prod. Sup.* 9:14-26.
- Pizarro, E. A.; Diulgheroff, S.; y Ferguson, J. E. 1989. Introduction and evaluation of tropical forages in various ecosystems of Costa Rica. En: Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Niza, Francia, 4-11 October 1989. Association française pour la production fourragère, INRA, Versailles Cedex, Francia. v. 1, p. 237-239.
- Rika, I. K.; Mendra, I. K.; Gusti, O. M.; y Nurjaya, M. G. 1991. New forage species for coconuts plantations in Bali. En: Shelton, H. M. y Stur, W. W. (eds.). Forages for plantation crops. Proceedings of a workshop, Sanur Beach, Bali, Indonesia, 27-29 June 1990. Proceedings no. 32. ACIAR, Canberra, Australia. p. 41-44.
- Salinas, J. G. 1984. Necesidad de mejorar los procedimientos de evaluación del fósforo en suelos ácidos e infértiles de América tropical. En: Ricaldi, V. y Escalera, S. (ed.). La roca fosfórica, fertilizante directo de bajo costo. Resultados de investigaciones geológicas, mineras, metalúrgicas y de aplicación agrícola. Tomo 2. Primera Conferencia Latinoamericana de Roca Fosfórica, Octubre 1983. Cochabamba, Bolivia. p. 395-420.
- _____ y Saif, S. R. 1989. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. En: Toledo, J. M.; Vera, R.; Lascano, C.; y Lenné, J. L. (eds.). *Andropogon gayanus* Kunth.: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 105-166.
- Sánchez, J. G. y Vela, J. W. 1996. Sistemas de labranza, variedades de arroz y fertilización nitrogenada en siembras simultáneas con especies forrajeras en Pucallpa, Perú. *Pasturas Trop.* 18(1):19-23.
- _____. 1981. Suelos del trópico: Características y manejo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.