

Efecto de la fertilización en el rendimiento de semilla de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero en la Altillanura colombiana

P. Hoyos, D. L. Molina y R. R. Vera*

Introducción

La Altillanura colombiana está formada por extensas sabanas de gramíneas nativas sobre Oxisoles de baja fertilidad y altos niveles de saturación de aluminio. En estas condiciones, el cultivar Llanero (*Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133) se caracteriza por una alta producción de estolones que le permiten una excelente cobertura del suelo (CIAT, 1986). Esta especie presenta buena tolerancia al ataque de cercópodos del género *Aeneolamia* ("mión de los pastos" o "salivazo"), alta capacidad de rebrote después del corte o pastoreo y buena producción de semilla. Crece bien en regiones tropicales desde el nivel del mar hasta 1800 m.s.n.m., y precipitaciones anuales entre 1500 y 3500 mm (ICA, 1987).

En la región, la máxima floración de la especie ocurre entre mediados de junio y de julio. Cardozo et al. (1991) obtuvieron rendimientos promedio de semilla de 49 kg/ha de semilla pura en cosecha directa con combinada en diferentes tipos de suelo y distintos niveles de fertilización.

A partir de 1992, algunos ganaderos líderes iniciaron la producción comercial de semillas en la región, como un resultado del proyecto integral de expansión de semillas iniciado por el CIAT en 1978 y difundido por el ICA a través del Centro Regional CRECED-Altillanura en Puerto López, departamento del Meta. Actualmente cerca de 25 ganaderos producen semilla en sus fincas, para sus necesidades de expansión y/o comercialización. Los objetivos de este trabajo fueron: (1) Evaluar el efecto de nueve tratamientos de fertilización en los rendimientos de semilla pura (SP) utilizando los métodos de cosecha

manual tecnificada y directa con combinada. (2) Establecer las relaciones entre número de inflorescencias y rendimientos de SP por ambos sistemas de cosecha.

Materiales y métodos

Localización, suelo y clima. El estudio se realizó en la hacienda Matazul, municipio de Puerto López, departamento del Meta, Llanos Orientales de Colombia, localizada a 4° 09' 4.9" de latitud norte y 72° 38' 23" de longitud oeste, a 265 m.s.n.m. La precipitación, promedio anual, es de 2568 mm, con una temperatura promedio de 26 °C. En el sitio experimental, los suelos son Oxisoles con bajos niveles de P, M.O. y cationes, y alta saturación de Al. En el Cuadro 1 se resumen las características físicas y químicas del suelo antes de la aplicación de fertilizantes. Es importante resaltar que los niveles de los nutrimentos P, Ca y Mg, y M.O. hasta 10 cm de profundidad en este sitio son dos veces mayores que el promedio de la Altillanura. Estos lotes se habían cultivado anteriormente con arroz y no fueron sometidos a pastoreo.

En la Figura 1 se presentan la distribución de las lluvias durante 1993, año en que se realizó el estudio y el promedio de la evapotranspiración potencial (ETP) de 31 años. Como se observa, en 1993 ocurrió una menor precipitación hasta julio, comparada con el promedio histórico, situación que fue favorable para la producción de semilla, debido a un mejor aprovechamiento y eficiencia de los fertilizantes, como resultado de la coincidencia de la fase de producción de semilla con la época de máxima precipitación en la región.

Antecedentes. Se utilizaron pasturas de *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 (cv. Llanero) establecidas en 1989 conjuntamente con arroz. Las parcelas seleccionadas para este ensayo formaban parte de un experimento factorial que incluía dos tipos de labranza (temprana y tardía), dos sistemas de siembra (surco y

* Respectivamente: asociado, asistente y líder del Programa de Tierras Tropicales Bajas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Cuadro 1. **Características físicas y químicas del suelo antes de aplicar los tratamientos de fertilización. Hacienda Matazul, Altillanura colombiana. 1993.**

Prof. (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	M.O. (%)	P	S	Al	Ca	Mg	K	Saturación de Al (%)
						(ppm)		(meq/100 g)				
0-10	40	24	36	4.8	4.5	9.3	28	2.3	0.36	0.17	0.10	78.5
10-20	32	25	43	4.9	3.5	2.5	29	2.2	0.17	0.06	0.05	88.7

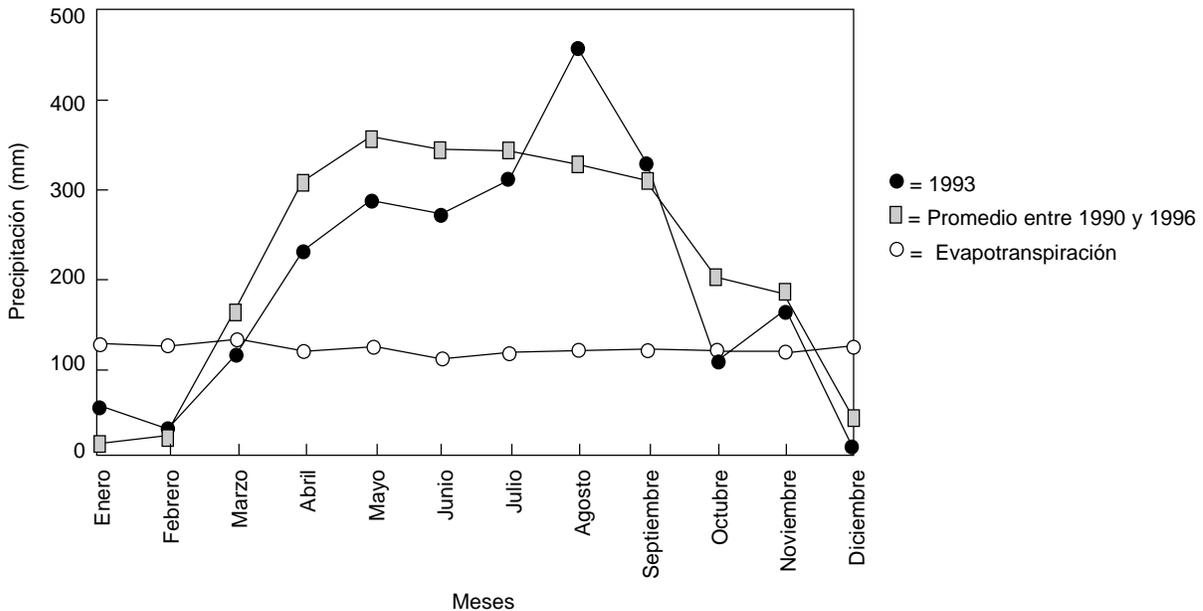


Figura 1. Distribución de la precipitación durante 1993 y entre 1990 y 1996, promedio de evapotranspiración potencial (1973-1994). Hacienda Matazul, Altillanura colombiana.

voleo) y tres cultivos (arroz + *B. dictyoneura*, monocultivo de arroz y arroz + *Andropogon gayanus*). Los pastos fueron sembrados en asociación con *Centrosema acutifolium* cv. Vichada. El suelo se preparó mediante dos pases de cincel e igual número de pases de escardillos en forma cruzada y un pase final con rastrillo pulidor. Antes de la siembra se aplicaron 300 kg/ha de cal dolomítica y, posteriormente, se aplicaron (kg/ha) 250 de superfosfato triple, 200 de KCl, 174 de urea y 22 de ZnSO₄. Las parcelas se guadañaron cada año a 10 cm de altura sobre el suelo.

Manejo del semillero. El período experimental comprendió entre marzo 15 y julio 7 de 1993, con la siguiente secuencia de prácticas:

Marzo 15: Quema de la vegetación en el área experimental.

Mayo 8: Paso de guadaña con "rotospeed" a 10 cm de altura.

Mayo 18: Aplicación de tratamientos de fertilización a voleo con máquina tipo "Lancer 600". Las parcelas pequeñas se fertilizaron en forma manual.

Julio 7: Cosecha con combinada "Massey Ferguson" con velocidad mínima de ventilación.

Julio 11: Trilla de tallos después de 4 días de sudado en el campo.

Tratamientos y variables evaluadas. Se aplicaron nueve tratamientos de fertilización en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en el campo. En el Cuadro 2 se describen los tratamientos de fertilización, el tamaño de las parcelas y las fuentes de los fertilizantes aplicados.

Las variables de respuesta estudiadas fueron:

Cuadro 2. **Tratamientos de fertilización y tamaño de parcelas. Hacienda Matazul, Altillanura colombiana. 1993.**

Tratamiento (no.)	Tamaño de parcela (m)	Cantidad aplicada de nutrientes (kg/ha)					
		N	P	K	Mg	S	Zn
T1	50 x 50	92	—	—	—	—	—
T2	50 x 50	46	10	18	11	22	—
T3	50 x 50	46	—	18	11	22	—
T4	50 x 50	46	—	—	—	—	—
T5	50 x 50	23	5	—	—	—	—
T6	50 x 7	92	—	—	—	—	4
T7	15 x 7	46	—	—	—	22	—
T8	15 x 7	46	—	18	—	—	—
T9	15 x 7	46	—	18	—	22	—

Fuentes de nutrientes: Urea (46% N); Sulpomag (22% S, 18% K, 11% Mg); Flor de azufre (85% S); ZnSO₄ (22.5 Zn); KCl (50% K).

INFLO = Número de espigas/m².

SPMANUAL = Rendimiento de semilla pura (kg/ha) por cosecha manual tecnificada.

SPCOMBIN = Rendimiento de semilla pura (kg/ha) por cosecha directa de la combinada, incluyendo la semilla obtenida por trilla en el campo.

Las variables INFLO y SPMANUAL se evaluaron dentro del mismo marco, utilizando en cada tratamiento seis marcos por repetición.

La variable SPCOMBIN se evaluó cosechando individualmente las repeticiones de los tratamientos 1 a 6. Los tratamientos 7, 8 y 9 no se evaluaron con combinada, debido al tamaño de las parcelas respectivas.

El método de cosecha manual tecnificada se refiere a ciertos ajustes técnicos en las etapas de corte, apilado, sudado y trilla suave de los tallos florales que fueron descritos por García y Ferguson (1984).

Estimación de rendimiento de semilla pura. La semilla cruda se pasó en forma manual por zarandas de 3 x 3 seguida de un pase en una zaranda de 5 x 5 para terminar la limpieza. Posteriormente, se pasó por una máquina clasificadora de aire-zaranda. Una vez clasificadas, se tomaron muestras de semillas para análisis de pureza en laboratorio. El rendimiento de SP por parcela se calculó como el producto del peso de semilla clasificada por el porcentaje de semilla pura (semillas con cariósido).

Resultados y discusión

La variable INFLO (espigas/m²) presentó diferencias significativas (P < 0.05) entre tratamientos de

fertilización (Cuadro 3). Los tratamientos T1 y T6, que incluyeron niveles de 92 kg/ha de N, produjeron la mayor cantidad de espigas/m² (213 y 208, respectivamente). Cuando el nivel de N se redujo a 46 kg/ha (T4), el número de espigas/m² se redujo a 76 (P < 0.05). Cuando además de la cantidad de N anterior se aplicó S o K (T7 y T8), la producción de espigas no aumentó, pero mejoró cuando se le agregaron simultáneamente estos nutrientes (104 espigas/m²). Al adicionar Mg (T3), el número de espigas aumentó a 145. Cuando se le adicionó P, aumentó a 186 espigas/m². A pesar de que el nivel de P en el suelo (9.3 ppm) se considera alto para esta gramínea, es interesante notar su buena respuesta a la aplicación de este nutriente. No obstante, los resultados indican que el N fue el nutriente más limitante para producción de espigas florales. Con la aplicación de 46 kg/ha de N se requiere una aplicación balanceada de los demás nutrientes para que la planta produzca un número similar de espigas.

El rendimiento de SP por cosecha manual tecnificada en los tratamientos T1 a T6 fue, en promedio, de 132 kg/ha en comparación con 65 kg/ha obtenidos en la cosecha directa con combinada. Cardozo et al. (1991) encontraron una relación similar entre ambos sistemas de cosecha (94 vs. 49 kg/ha, respectivamente) utilizando menores dosis de fertilizante.

Con la cosecha manual tecnificada, el mayor rendimiento de semilla (202 kg/ha) se obtuvo con la aplicación de 92 kg/ha de N (T1); sin embargo, cuando a la fertilización anterior se le agregó Zn (T6), se produjeron más inflorescencias que con la menor aplicación (T2), pero igual rendimiento de semilla, lo que sugiere un mayor número de cariósidos en el T2 relacionado, posiblemente, con un mejor balance de nutrientes. De igual forma, el T9 (T4 + S + K), que

Cuadro 3. **Número de inflorescencias y rendimiento de semilla pura de *Brachiaria dictyoneura* por cosecha manual tecnificada y con combinada, bajo diferentes tratamientos de fertilización. Hacienda Matazol, Altillanura colombiana. 1993.**

Tratamiento ^a (no.)	Inflorescencia (espigas/m ²)	Semilla pura (kg/ha)	
		Método manual	Con combinada
T1	213 a*	202 a	103 a
T2	186 b	167 ab	71 bc
T3	145 c	123 b	59 cd
T4	76 ef	61 c	27 e
T5	87 e	72 c	30 d
T6	208 a	167 ab	100 ab
T7	63 f	48 c	—
T8	104 d	73 c	—
T9	89 e	71 c	—

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

a. Los tratamientos de fertilización son iguales a los que aparecen en el Cuadro 1.

presentó una menor cantidad de espigas que el T8 (T4 + K), produjo rendimientos de semilla similares a éste.

Los rendimientos de SP obtenidos en la cosecha con combinada confirman que la aplicación de 46 ó 92 kg/ha de N y un balance adecuado de otros nutrimentos, p. ej., el T2, dan los mejores resultados.

La aplicación de S con N tendió a disminuir la producción de espigas y de semilla, posiblemente porque el suelo presentaba adecuados contenidos de este elemento (28 ppm).

Se encontraron altas correlaciones entre las variables estudiadas (Cuadro 4). La mayor correlación ($r^2 = 0.96$) se encontró entre las variables SPMANUAL e

Cuadro 4. **Relación entre el número de inflorescencias y rendimiento de semilla pura de *Brachiaria dictyoneura* (kg/ha) por cosecha manual tecnificada y con combinada, bajo diferentes tratamientos de fertilización. Hacienda Matazol, Altillanura colombiana. 1993.**

Ecuación ^a	r^2	P <	n
SPman. = 0.90infl. - 5.57	0.96	0.0001	18
SPcomb. = 0.49infl. - 10.23	0.88	0.0001	18
SPcomb. = 0.53SPman. - 4.79	0.86	0.0001	19

a. SPman. = Rendimiento de semilla pura por cosecha manual tecnificada (kg/ha); SPcomb. = Rendimiento de semilla pura cosechada con combinada (kg/ha); infl. = número de inflorescencias.

INFLO. También se encontró alta correlación ($r^2 = 0.88$) entre las variables SPCOMBIN e INFLO.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que con la cosecha manual tecnificada es posible producir el doble de SP de *B. dictyoneura* que con la cosecha directa utilizando combinada (132 vs. 65 kg/ha, respectivamente). La utilidad de cada método de cosecha es función del área del semillero y de la disponibilidad de mano de obra y maquinaria.

El rendimiento máximo de semilla pura obtenido con cosecha manual tecnificada en este estudio fue de 202 kg/ha, que coincide con el logrado en el CI. Carimagua en 1987 en un campo de 4 años de establecido (Cardozo et al., 1991).

El N fue el nutrimento que más limitó los rendimientos de semilla pura. Este estudio sugiere que niveles de 70 kg/ha de N podrían dar buenos rendimientos. Con niveles de 92 kg/ha de N se observó volcamiento de las espigas, lo que afectó la eficiencia de cosecha con maquinaria. Cuando se utilizan dosis de 44 kg/ha de N, es necesario aplicar otros nutrimentos para garantizar un rendimiento similar, lo cual en la práctica puede resultar antieconómico.

El conteo de inflorescencias/m² constituye una variable importante para estimar rendimientos de semilla por cosecha manual, particularmente cuando no se presentan deficiencias de N en el sistema.

Summary

A study was conducted to (1) evaluate the effect of nine fertilization treatments on pure seed (PS) yields of *Brachiaria dictyoneura* pastures, using technified manual harvesting methods (i.e., with certain technical adjustments to the cutting, stacking, moisture exudation, and light threshing of floral stems) and direct combine harvesting; and (2) establish the relationships between the number of inflorescences and PS yields by both harvesting systems. The study was carried out between 15 March and 7 July 1993 at the Matazol farm, which is located in the municipality of Puerto López, Meta Department, Eastern Plains of Colombia, at 4° 09' 4.9" N and 72° 38' 23" W, and 265 m.a.s.l. The average annual rainfall is 2568 mm, and the average temperature is 26 °C. Ungrazed pastures of *B. dictyoneura* CIAT 6133 (cv. Llanero), established in 1989, together with rice, were used. The soil, an Oxisol, had been prepared by two passes with a chisel plow, two cross-wise passes with a hoe, and a final pass with a polishing rake. Before seeding, 300 kg/ha of dolomitic

lime were applied and, subsequently, 250 (kg/ha) of triple superphosphate, 200 of KCl, 174 of urea, and 22 of ZnSO₄. Plots were scythed each year to an above-ground height of 10 cm. Technified manual harvesting can lead to a PS yield of *B. dictyoneura* that is double that from direct combine harvesting (132 versus 65 kg/ha, respectively). The maximum PS yield obtained with technified manual harvesting was 202 kg/ha. The nutrient constraint that most limited PS yields was N deficiency. Results indicated that levels of 70 kg/ha of N would give good yields. Levels of 92 kg/ha of N caused spikes to tilt, thus affecting the efficiency of mechanical harvesting. When rates of 44 kg/ha of N are used, other nutrients should be applied to guarantee a similar yield, which, in practice, can be uneconomical.

Referencias

Cardozo, C. I.; Sánchez, M.; y Ferguson, J. E. 1991. Efecto del método de cosecha en el rendimiento y calidad de las semillas de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero. *Pasturas Trop.* 13(1):9-17.

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Producción de semillas. En: Informe anual 1985. Programa de Pastos Tropicales. Documento de trabajo no 17. Cali, Colombia. p. 132.
- García, D. A. y Ferguson, J. E. 1984. Cosecha y beneficio de la semilla de *Andropogon gayanus*. Serie boletines técnicos no 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programa de Pastos Tropicales, Cali, Colombia. 36 p.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1987. Pasto Llanero. Boletín técnico no. 151. Ministerio de Agricultura. Subgerencia de Investigación y Transferencia de Tecnología. 12 p.