

EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE SORGO FORRAJERO EN ALDAMA TAMAULIPAS ^a

José Miguel Avila Curiel ^b
José Alfonso Ortega Santos ^b
Eduardo González Valenzuela ^b
Miguel Angel González Padrón ^b

RESUMEN

El estudio se realizó en el Campo Experimental "Aldama" Tamps, con el objetivo de determinar comportamiento productivo de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*), variedad Husky a diferentes densidades de siembra: (D1) 111, (D2) 222, (D3) 333, (D4) 444, y (D5) 555 mil plantas/ha. Las variables de respuesta fueron: Altura de plantas, producción de materia seca (MS), porcentaje hoja-tallo-espiga, proteína cruda (PC) y fibra ácido detergente (FAD). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y polinomios ortogonales para determinar tendencia de respuestas. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$) para producción de MS, FAD y PC /ha, hojas, tallos y espigas. Los promedios fueron de 11.4, 4.1 y 0.43 t/ha para MS, FAD y PC, respectivamente, encontrándose una tendencia lineal inversa, con el incremento en la producción al disminuir la densidad de siembra, para MS total, MS de tallos y espigas ($p<0.04$, $p<0.02$ y $p<0.03$ respectivamente). Sin embargo para MS, FAD y PC en hojas no se presentó esa tendencia ($p>0.05$). La altura de la planta, tuvo también una tendencia lineal inversa ($p<0.05$), aumentando esta al disminuir la densidad, siendo mayor en D1 con 214 cm ($p<0.05$). Se concluye que no hay efecto de densidades por lo que se recomienda la densidad más baja debido al ahorro de semilla.

PALABRAS CLAVE: *Sorghum vulgare*, Sorgo forrajero, Densidades de siembra, Proteína cruda.

Téc. Pecu. Méx. Vol 35 No 2 (1997).

En las regiones tropicales, la producción estacional de los pastos hace necesaria la búsqueda de opciones que ayuden a mantener la carga animal uniforme a través del año, entre las cuales se encuentran: potreros de reserva para las épocas críticas, almacenamiento de esquilmos agrícolas o bien forrajes cultivados, como el sorgo forrajero.

Esta gramínea, requiere para su cultivo de diversas prácticas agronómicas e insumos, como preparación del terreno, fertilizantes, herbicidas y semilla de buena calidad (1). En lo que se refiere a la semilla se utilizan elevadas densidades de siembra, con la finalidad de aumentar el rendimiento, obtener altas densidades de plantas, que permitan cosechar tallos delgados para mejorar la relación hoja tallo y facilitar las maniobras de cosecha (2).

Estudios recientes, con respecto a densidades de siembra, indican que altas poblaciones de plantas por hectárea no favorecen la relación hoja tallo, ni aumentan la producción de forraje por hectárea (3), inclusive se informa mejor comportamiento productivo de cuatro variedades de sorgo forrajero sembradas con densidades bajas, probando hasta 18,000 plantas por ha. En general, a medida que se disminuye la densidad de siembra, el grosor de los tallos aumenta, pero la relación hoja tallo no se modifica. Sanderson *et al*, (1) en College Station Texas, obtuvieron producciones similares de sorgo forrajero con densidades de 52,000 a 314,000 plantas por ha, con un contenido mayor de proteína cruda en las densidades más bajas 12.4 contra 11.2% de las más altas.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el comportamiento productivo del sorgo forrajero, composición química, y porcentaje de hoja-tallo-espiga, con diferentes densidades de siembra.

^a Recibido para su publicación el 4 de marzo de 1996.

^b Campo Experimental Aldama, CIRNE-INIFAP-SAGAR.
Apdo. Postal No. 14. Aldama, Tamps. C.P. 89670 México.

El trabajo se realizó en el Campo Experimental "Aldama" del INIFAP en Tamaulipas, localizado a 23 grados latitud norte y 98 longitud oeste. El Campo cuenta con suelos arcillosos pesados, con 46.8 % de arcilla, 31.6 % de limo y 21.5 % de arena, un pH de 8.3 y 3.2 % de materia orgánica. La región presenta clima Aw_o semicálido, semihúmedo con lluvias en verano (4), con precipitación y temperatura media anual de 887 mm y 24 C respectivamente y altura de 90 msnm (5).

El terreno se preparó con subsoleador más rastra y cruza para realizar la siembra al inicio de las lluvias (junio). La variedad de sorgo que se utilizó fue Husky. Se evaluaron las densidades (D1) 111, (D2) 222, (D3) 333, (D4) 444 y (D5) 555 mil plantas por ha, distribuidas en surcos distanciados a 90 cm uno de otro, resultando en 10, 20, 30, 40 y 50 plantas por m lineal de surco. Se utilizaron 4, 8, 12, 16 y 20 kg de semilla pura viable por ha, para D1, D2, D3, D4 y D5, respectivamente.

La parcela experimental fue de cuatro surcos de 6 m de largo. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y se determinó la tendencia de los resultados, por medio de polinomios ortogonales (6).

El trabajo se realizó bajo condiciones de temporal, sin fertilización, únicamente se realizaron prácticas de deshierbe manual y cultivo, con la finalidad de mantener el experimento libre de maleza. La cosecha se realizó a los 90 días después de la siembra, cuando el grano alcanzó un estado masoso-lechoso. La parcela útil fue de dos surcos centrales por cuatro metros de largo, eliminando el efecto de bordos y cabeceras.

Las variables de respuesta fueron:

a).- Altura. Se tomaron tres plantas representativas de la altura de la parcela.

b).- Producción de materia seca (MS). Se cortó el total de la parcela útil para determinar producción de forraje verde y posteriormente se tomó una muestra para secarla en la estufa de aire forzado a 60 C para determinar la materia seca.

c).- Porcentaje de hoja-tallo-espiga. Tres plantas por parcela fueron separadas por componente, posteriormente secadas para determinar su materia seca.

e).- Análisis de laboratorio. Se realizaron análisis de proteína cruda (PC), donde el análisis de nitrógeno fue realizado con la modificación del procedimiento standard de Kjeldahl. Las muestras fueron digeridas usando una modificación del procedimiento de digestión del block de aluminio de Gallaher (7), los análisis de digestión por amoníaco con la técnica de autoanálisis II (8) y fibra ácido detergente (FAD) por la técnica de Van Soest y Wine (9).

Para la producción de MS, FAD y PC en planta completa, tallos y espigas por ha, no existió diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las densidades evaluadas. Sin embargo, se presentó una tendencia lineal inversa en estas variables ($p < 0.04$, $p < 0.02$ y $p < 0.03$ respectivamente), observándose que a medida que disminuye la densidad de plantas, aumenta la producción de cada una de las variables descritas anteriormente. La densidad más baja de 111 mil plantas por ha, tuvo la mayor producción de MS con 12.9 t, divididas en 3.03, 8.91 y 0.96 t de hojas, tallos y espigas por ha respectivamente, (Cuadro 1).

Las mayores producciones promedio de FAD y PC también se lograron con la densidad más baja, siendo estas de 4.64 y 0.491 t por ha, respectivamente. Estando divididas en 1.32, 2.96, 0.36 (FAD) y 0.205, 0.204, 0.081 (PC) t de hojas, tallos y espigas, respectivamente (Cuadros 2 y 3).

Para producción de MS, FAD y PC de hojas, no se observó diferencia estadística entre densidades, tampoco se observó tendencia de los resultados, indicando que la densidad de plantas no afectó la producción de hojas ni sus contenidos de FAD y PC ($p > 0.05$) (Cuadros 1, 2 y 3).

La mayor la altura ($p < 0.05$), fue para D1 con 214 cm, en comparación a las otras densidades que alcanzaron 190, 172, 172 y 161 cm de altura para D2, D3, D4 y D5, respectivamente, mostrando también, una tendencia lineal inversa ($p < 0.05$) que al aumentar la densidad de siembra, disminuyó la altura.

Considerando que el trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de temporal y sin fertilización, los resultados en cuanto a

materia seca son aceptables, ya que fueron ligeramente inferiores a los indicados por Rodríguez *et al.* (10) quienes con riego y fertilización, obtuvieron en dos cortes, un promedio de 14.5 t/ha de MS por corte. Estos mismos autores con densidades de siembra de 15, 20 y 25 kg por ha, no encontraron diferencias en la producción de MS. Así mismo González, *et al.* (11) con siete variedades de sorgo con riego y fertilización, utilizando 22 y 18 kg de semilla por ha, obtuvieron en dos cortes entre 8.3 y 13.2 t/ha. de MS por corte; sin embargo, González *et al.* (12) bajo condiciones de temporal, con seis variedades de sorgo forrajero, con fertilización y 18 kg de semilla por ha, obtuvieron resultados similares a los encontrados en este trabajo, con valores entre 5.8 y 10.2 toneladas de MS por ha en un solo corte.

CUADRO 1.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA (MS), DE SORGO FORRAJERO EN ALDAMA TAMPS.

DENSIDAD PLANT/m	T MS/ha	T MS HOJAS/ha	T MS TALLOS/ha	T MS ESPIGAS/ha
10	12.9	3.03 (24)	8.91 (69)	0.96 (7)*
20	11.21	2.85 (25)	7.68 (69)	0.70 (6)
30	11.46	3.24 (28)	7.56 (66)	0.66 (6)
40	10.88	2.80 (26)	7.40 (68)	0.58 (6)
50	10.54	2.96 (28)	7.0(66)	0.58 (6)
TENDENCIA	L($p < 0.04$)	N.S.	L($p < 0.02$)	L($p < 0.03$)

* Entre paréntesis % de aporte a la MS total por parte del componente.

L Lineal.

N.S. No significativo.

CUADRO 2.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE LA PRODUCCION DE FIBRA ACIDO DETERGENTE (FAD), DE SORGO FORRAJERO EN ALDAMA TAMPS.

DENSIDAD PLANT/m	T FAD/ha	T FAD HOJAS/ha	T FAD TALLOS/ha	T FAD ESPIGAS/ha
10	4.64	1.32 (28)	2.96 (64)	0.36 (8)*
20	4.06	1.25 (31)	2.52 (62)	0.29 (7)
30	4.17	1.34 (34)	2.51 (60)	0.27 (6)
40	3.90	1.21 (31)	2.42 (62)	0.27 (7)
50	3.92	1.27 (32)	2.41 (62)	0.24 (6)
TENDENCIA	L(p<0.07)	N.S.	L(p<0.07)	L(p<0.05)

* Entre parentesis % de aporte de FAD por parte de la planta.

L Lineal.

N.S. No significativo.

CUADRO 3.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE LA PRODUCCION DE PROTEINA CRUDA (PC), DE SORGO FORRAJERO EN ALDAMA TAMPS.

DENSIDAD PLANT/m	Kg PC/ha	Kg PC HOJAS/ha	Kg PC TALLOS/ha	Kg PC ESPIGAS/ha
10	491	205 (42)	204 (42)	81 (16)*
20	449	185 (42)	204 (44)	61 (14)
30	420	203 (48)	164 (39)	53 (13)
40	408	170 (42)	186 (45)	51 (12)
50	369	191 (52)	136 (36)	42 (12)
TENDENCIA	L(p<0.02)	N.S.	L(p<0.10)	L(p<0.01)

* Entre parentesis % de aporte de MS por parte de la planta.

L Lineal.

N.S. No significativo.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Sanderson *et al.* (1), quienes probaron de 52,000 hasta 314,000 plantas por ha (2.36 a 14.2 kg/ha aproximadamente), y aun cuando el grosor de los tallos aumentó con las densidades bajas, los contenidos de FND no variaron e incluso los contenidos de lignina fueron más altos con las densidades mayores con 3.54 a 3.84 % de la MS, con 52,000 y 314,000 plantas por ha respectivamente. En otro estudio, Carravetta *et al.* (3), con densidades de 18,000 a 216,000 plantas por ha (0.818 a 9.8 kg/ha), el grosor de los tallos aumentó con las densidades más bajas pero los contenidos de FND disminuyeron de 71.7 a 70.0 % e incluso la PC y la digestibilidad aumentaron de 10.0 a 11.9 % y 53.8 a 58.9 %, con 216,000 y 18,000 plantas por ha, respectivamente.

Con estos resultados y bajo las condiciones en que se realizó el experimento se puede concluir que no hubo diferencia entre densidades de siembra, en cuanto a MS y valor nutritivo; por lo que se recomienda la utilización de cuatro kg de semilla por ha de sorgo forrajero o 10 plantas por metro lineal (la densidad más baja), debido al ahorro considerable de semilla. Sin embargo, es necesario evaluar densidades de siembra inferiores, dado que las tendencias detectadas fueron lineales.

SEEDING RATE EVALUATION ON THE PERFORMANCE OF FORAGE SORGHUM IN ALDAMA, TAMPS.

SUMMARY

This study was conducted at the "Aldama" Experimental Station to evaluate seeding rates on the forage production and nutritive value of forage sorghum. Densities evaluated were (D1) 111, (D2) 222, (D3) 333, (D4) 444 and (D5) 555 thousand plants per ha. Variables evaluated were: plant height, dry matter (DM), leaf:stem:spike percentages, crude protein (CP) and acid-detergent fiber (ADF). Data were analyzed in a complete randomized block design with four replicates and orthogonal polynomials were used to determine tendencies. No differences were found among treatments ($p > 0.05$) for total DA, ADA and CA/ha in leaf, stems and spikes. An inverse lineal tendency

was found, with an increase in yield with seeding rate reduction for total DA, DA in stems and DA in spikes ($p < 0.04$, $p < 0.02$ and $p < 0.03$ respectively). For DA, ADA and CA in leaf no tendency ($p > 0.05$) was observed. In plant height, an inverse lineal tendency was found, with an increase in height with plants density reduction. There was no effect of seeding rate, suggesting the lower density, due to lower seed demand.

KEY WORDS: Forage sorghum, *Sorghum vulgare*, Seeding densities, Crude protein.

REFERENCIAS

1. Sanderson M A, Hussey M A, Jones R M, Miller F. Plant populations for forage sorghums, Thick or Thin?. Advances of Texas Forage Grassland Council. Georgetown, Tx. 1993; 1-5.
2. Anónimo. Sorgo Forrajero de Usos Múltiples En: SARH-INIA-CIAGON-CAELAD. Guía Para la Asistencia Técnica Agrícola del Área de Influencia del Campo Agrícola Experimental Las Adjuntas. 2a. Ed. Abasolo, Tamps. Méx. 1984:139-153.
3. Carravetta G J, Cherney J H, Johnson K D. Within-row spacing influences on diverse sorghum genotypes: II. Dry matter yield and forage quality. Agron. J. 1990; 82:210.
4. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario estadístico del estado de Tamaulipas. Edición 1993. INEGI-Gobierno del Edo. de Tamaulipas. 1993; 337.
5. Comisión Nacional del Agua. Observaciones climatológicas de estación. Subdirección de Hidrología. Departamento de Hidrometría. 1993; 1982-1993.
6. Montgomery, Douglas C. Design and Analysis of Experiments. Ed. John Wiley & Sons. New York, U.S.A. 1984; 538.
7. Gallaher R N, Weldon C O, Futral J G. An aluminum block digester for plant and soil analysis. Soil Sci. Amer. Proc. 1975. 39:803.
8. Hambleton L G. Semiautomated method for simultaneous determination of phosphorus, calcium and crude protein in animal feeds. J.A.O.A.C. 1977. 60:845.
9. Van Soest P J, Wine R H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. J. Assoc. Off Chem. 1968. 51:780.
10. Rodríguez P C, Eguiarte V J, Amaro G R, González S A. Comparación de tres densidades de siembra en la producción de sorgos forrajeros en el sur de Jalisco. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. 1986 México. 13.
11. González S A, Eguiarte V J, Rodríguez R R. Producción de forraje de 7 variedades híbridas de sorgo. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México 1987. México. 194.
12. González S A, Eguiarte V J, Rodríguez R R, Hernández V R. Evaluación forrajera de distintas variedades de sorgo en temporal. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 1989. México. 106.