



Revista Fitotecnia Mexicana

ISSN: 0187-7380

revfitotecniamex@gmail.com

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.

México

Reta Sánchez, David Guadalupe; Serrato Corona, J. Santos; Cueto Wong, José Antonio; Santamaría Cesar, Jesús; Chávez González, Juan Francisco José; Romero Paredes, Jaime Isaías

Rendimiento y calidad de forraje de kenaf y sorgo nervadura café en unicultivo y en asociación con maíz

Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 29, núm. Es2, septiembre, 2006, pp. 91-95

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.

Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61009816>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE DE KENAF Y SORGO NERVADURA CAFÉ EN UNICULTIVO Y EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ

YIELD AND FORAGE QUALITY OF KENAF AND BROWN MIDRIB SORGHUM IN PURE-STAND AND INTERCROPPED WITH MAIZE

David Guadalupe Reta Sánchez¹, J. Santos
Serrato Corona³, José Antonio Cueto Wong²,
Jesús Santamaría Cesar¹, Juan Francisco José
Chávez González¹ y Jaime Isaías
Romero Paredes Rubio¹

¹Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila. ²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento. Apdo. Postal 41. 35150, Cd. Lerdo, Durango. ³Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio Conocido, Ej. Venecia, Dgo. Apdo. Postal 1-142. Gómez Palacio, Dgo.
* Autor para correspondencia (reta.david@inifap.gob.mx)

RESUMEN

El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) y el sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de nervadura café presentan características de adaptación y calidad de forraje de potencial importancia para la Comarca Lagunera. En este estudio se evaluó el rendimiento y calidad de forraje, en unicultivo y en asociación de las variedades de kenaf 'Tainung 2' y 'Everglades 41', el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) 'P-3025W' y el sorgo híbrido de nervadura café 'Silo Master Bar100'. El estudio se hizo en el Campo Experimental La Laguna del INIFAP (Matamoros, Coahuila, México) durante el verano de 2003. Se determinó el rendimiento de materia seca (MS), calidad de forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y distribución de MS en los órganos aéreos de la planta. El rendimiento de MS del kenaf (6920 a 7653 kg ha⁻¹) fue significativamente menor que el de maíz (13179 kg ha⁻¹) y el de sorgo (10629 kg ha⁻¹). En calidad de forraje, el kenaf tuvo un mayor contenido de PC que maíz, sin embargo su valor de FDA fue mayor, lo cual sugiere que presentó una menor proporción de fibra potencialmente digestible que maíz. La asociación de maíz con kenaf no presentó ventajas en rendimiento y calidad de forraje en relación a maíz unicultivo, mientras en la asociación entre maíz y sorgo el valor de FDA disminuyó en 5 % respecto a sorgo unicultivo. En la asociación el rendimiento de MS del kenaf se redujo entre 70 y 76 %, mientras que en sorgo el rendimiento disminuyó en 61 %. En maíz el rendimiento de

MS se redujo entre 21 y 26 % en asociación con kenaf y 41 % en asociación con sorgo.

Palabras clave: *Hibiscus cannabinus*, *Sorghum bicolor*, *Zea mays*, distribución de materia seca, calidad de forraje.

SUMMARY

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) and brown midrib sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) have ecological and forage quality characteristics potentially important for the Comarca Lagunera. In this study we evaluated the yield and forage quality of kenaf varieties 'Tainung 2' and 'Everglades 41', and the hybrid of brown midrib sorghum 'Silo Master Bar 100' in pure-stand and intercropped with the maize (*Zea mays* L.) hybrid 'P-3025W'. The study was conducted at the Campo Experimental La Laguna (INIFAP) during the Summer of 2003, at Matamoros, Coahuila, México. Dry matter (DM) yield, DM partitioning, and forage quality characteristics, such as crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined. DM yield of kenaf (6920 to 7653 kg ha⁻¹) was significantly lower than DM yield of maize (13 179 kg ha⁻¹) and brown midrib sorghum (10 629 kg ha⁻¹). In forage quality, kenaf had a higher CP than maize, however its ADF value was also higher, thus suggesting a greater proportion of less digestible fiber in kenaf than in maize. Maize intercropped with kenaf did not have advantage in DM yield and forage quality as compared to maize sowed alone, whereas intercropping maize with sorghum reduced ADF value by 5 % in relation to sorghum established alone. In these intercrop systems, DM yields of kenaf were reduced by 70 to 76 %, whereas DM yield of brown midrib sorghum dropped by 61 %. In maize, DM yields decreased by 21 to 26 % in association with kenaf and 41 % in association with sorghum.

Index words: *Hibiscus cannabinus*, *Sorghum bicolor*, *Zea mays*, dry matter partitioning, forage quality.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, la limitación y alto costo del agua de riego, la creciente degradación de suelos y agua debido a problemas de salinidad, y las altas temperaturas durante el ciclo de verano reducen la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios, por lo que se requieren alternativas con cultivos mejor adaptados a las condiciones ambientales, que mantengan o incrementen la calidad del forraje.

El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) puede ser una alternativa para la producción de forraje en la Comarca Lagunera, debido a su tolerancia a la salinidad (Francois *et al.*, 1992), buena capacidad de crecer en ambientes áridos con irrigación (Nielsen, 2004) y altos rendimientos en regiones con altas temperaturas (LeMahieu *et al.*, 1991). El kenaf es originario de África Central-Este y es común como planta silvestre tropical y subtropical en África y Asia (LeMahieu *et al.*, 1991). Aunque el kenaf se ha cultivado tradicionalmente para obtener fibra (Taylor y Kugler, 1992), también se ha utilizado como alimento para rumiantes (Swingle *et al.*, 1978; Wildeus *et al.*, 1995). El desarrollo de genotipos de kenaf sensibles al

fotoperiodo ha permitido que en zonas templadas el crecimiento vegetativo se prolongue y, por tanto, pueda emplearse para la producción de forraje (Webber y Bledsoe, 1993), con un contenido de proteína cruda entre 15 y 32 % (Phillips *et al.*, 1999; Unger, 2001).

Otro cultivo alternativo para la Comarca Lagunera durante el ciclo de verano es el sorgo de nervadura café (*Sorghum bicolor* L. Moench). En general el maíz (*Zea mays* L.) supera en rendimiento de materia seca al sorgo bajo condiciones adecuadas de humedad en el suelo; sin embargo, con deficiencias de agua moderadas o severas la eficiencia en el uso del agua del sorgo es mayor que la del maíz (Muchow, 1989), debido a su sistema radical profundo, precocidad y capacidad de ajuste osmótico ante el estrés hídrico (Singh y Singh, 1995). Los genotipos de sorgo convencionales presentan menor calidad de forraje que el maíz; sin embargo, los sorgos mutantes de nervadura café (bmr) usualmente contienen menos lignina (Cherney *et al.*, 1991), lo cual permite obtener forraje con mayor digestibilidad, aunque el rendimiento de materia seca puede ser menor que los genotipos normales (Oliver *et al.*, 2005).

Los cultivos en asociación frecuentemente incrementan los rendimientos agronómicos de 5 a 15 % (Snaydon y Harris, 1981), además de otras ventajas de acuerdo con las especies involucradas, como fijación simbiótica de nitrógeno (Francis, 1986), mayor estabilidad del rendimiento (Mead y Willey, 1980) y complementación de características agronómicas para mejorar la calidad nutricional de las cosechas (Kass, 1978).

En este trabajo se estudió la interacción de cultivos como kenaf y sorgo nervadura café con maíz en asociación en surcos alternos, con el objetivo de mejorar los rendimientos y la calidad de forraje producido durante el verano en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se hizo en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32' LN, 103° 14' LO y 1150 msnm), en un suelo de textura franco arcillosa. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron dos variedades de kenaf, 'Everglades 41' y 'Tainung 2', que son genotipos de ciclo intermedio y sensibles al fotoperiodo; un híbrido de maíz, '3025W' (Pioneer); y un híbrido de sorgo nervadura café, 'Silo Master Bar 100' (ABT), tanto en monocultivo como en asociación en surcos alternos de maíz con kenaf y maíz con sorgo. En los monocultivos la parcela experimental fue de 8 surcos con

0.50 m de separación y 10 m de longitud. En las asociaciones la parcela experimental fue del mismo tamaño que en monocultivo, pero con cuatro surcos por especie. La parcela útil para evaluar rendimiento fue de 4 surcos de 7 m de longitud en cada parcela experimental. En las asociaciones se cosecharon dos surcos de cada cultivo.

La siembra fue en suelo húmedo, el 26 de julio de 2003. En maíz se utilizó una densidad de población de 7.65 plantas/m²; en kenaf, 16.0 plantas/m²; y en sorgo, 12.0 plantas/m². Antes del rastreo en húmedo se fertilizó con 50 kg de N y 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹, y posteriormente 130 y 40 kg de N ha⁻¹ en el primero y segundo riego de auxilio, respectivamente. Se aplicaron tres riegos de auxilio: a los 26, 51 y 75 d después de la siembra (dds), con láminas de 18 cm en el riego de presembrado y 12 cm en cada riego de auxilio. Durante el ciclo de crecimiento llovieron 83.5 mm. El control de plagas se hizo con dos aplicaciones de insecticida; a los 17 dds se aplicaron Lorsban 480 CE® (Clorpirifós) en dosis de 1 L ha⁻¹ y Cipermetrina 200® (Cipermetrina) en dosis de 0.4 L ha⁻¹, para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); posteriormente a los 31 dds se aplicaron Endosulfan® 35 % C.G. (Endosulfan) en dosis de 1.5 L ha⁻¹ y Rescate 20 PS® (Acetamiprid) en dosis de 0.400 kg ha⁻¹, para controlar mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*).

La cosecha se realizó en todos los tratamientos a los 83 dds, cuando los granos de maíz presentaban un tercio de la línea de leche, grano masoso en sorgo y floración y formación de semillas en kenaf. En cada parcela se determinó rendimiento de forraje fresco, rendimiento de materia seca, distribución de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas y la calidad de forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Distribución de materia seca en maíz y sorgo, consistió en separar tallo, hoja (vainas y lámina) y órganos reproductores (brácteas, mazorca, pedúnculo y espiga en maíz y panoja en sorgo). En kenaf, se separó el tallo, hoja (lámina y peciolo) y órganos reproductores (flores y frutos). Para determinar el porcentaje de materia seca, distribución de materia seca y características de la calidad del forraje se tomaron, en cada parcela experimental, muestras de 10 plantas de maíz y 20 plantas de kenaf y de sorgo. Las plantas fueron secadas a 60 °C hasta alcanzar peso constante, y después molidas en un molino Wiley con una malla de 1 mm. Las muestras fueron analizadas para FDN, de acuerdo con el procedimiento de Van Soest *et al.* (1991) y Kjeldahl para N (Bremner, 1996).

Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento de materia seca y características de la calidad de forraje ($P \leq 0.05$), y para comparar las medias se utilizó la

prueba de Duncan ($P \leq 0.05$). La comparación de medias en la distribución de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas se realizó mediante contrastes ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencia estadística significativa en el rendimiento de materia seca y calidad de forraje entre tratamientos. En el Cuadro 1 se muestra que el rendimiento de las dos variedades de kenaf fue similar (6920 a 7653 kg ha⁻¹) pero inferior al del maíz, del sorgo y al de las asociaciones de maíz con kenaf y con sorgo. El rendimiento del kenaf aquí registrado a los 83 dds fue similar al que Weber (1993) cita en un estudio realizado en Texas, EE. UU.: 7512 kg ha⁻¹ a los 99 dds. Es decir, los rendimientos del presente estudio fueron obtenidos en un período más corto, lo cual sugiere condiciones de clima más adecuadas para el desarrollo del cultivo en la Comarca Lagunera. Los rendimientos en las asociaciones fueron estadísticamente iguales a las siembras de maíz y sorgo en unicultivo. En la asociación con maíz, el kenaf sólo aportó de 14 a 19 % del rendimiento de materia seca, mientras que el sorgo nevadura café aportó 35 %.

En calidad de forraje, el contenido de proteína cruda (PC) del kenaf fue superior al del maíz y sorgo; sin embargo, los valores obtenidos en kenaf (10.5 a 10.9 %) fueron bajos (Cuadro 1) en comparación con otros estudios, los cuales consignan entre 15 y 32 % (Phillips *et al.*, 1999; Unger, 2001). La principal causa probable del bajo contenido de PC en este estudio fue el retraso de la cosecha hasta los 83 dds (floración y formación de semillas), ya que el contenido de PC en el forraje de kenaf se reduce con la edad, debido a que el contenido de fibra en el tallo se incrementa y se pierden hojas en la parte baja del dosel. Phillips *et al.* (1999) encontraron que el contenido de PC en kenaf decreció de 22.3 % a los 40 dds a 15.4 % a los

101 dds, y concluyeron que la cosecha de kenaf entre los 70 y 80 dds debería optimizar la digestibilidad y la concentración de nitrógeno en los tallos y maximizar la proporción de materia seca de hojas en el forraje total cosechado.

El forraje de kenaf presentó un contenido de fibra total (FDN) similar a maíz y sorgo; sin embargo, los mayores valores de FDA en kenaf, que es una estimación de la fracción de fibra menos digestible (Van Soest, 1991), sugiere que a la fecha de cosecha (83 dds) el kenaf presentó una proporción de fibra potencialmente digestible, menor que sorgo y maíz. La calidad del forraje de maíz y sorgo, en términos de PC y FDN, fue similar, mientras que en FDA el maíz tuvo un menor valor, lo cual indica que presenta una mayor proporción de fibra potencialmente degradable. La mejora de la calidad del forraje mediante asociación de cultivos resultó posible en maíz con sorgo de nevadura café, donde el contenido de fibra total (FDN) fue similar a maíz y sorgo en unicultivos; no obstante, el valor de FDA disminuyó en 5 % en comparación con sorgo unicultivo y se incrementó en 5.3 % respecto a maíz unicultivo. Esto indica que la asociación produjo forraje con una mayor proporción de fibra digestible respecto a sorgo y menor en comparación a maíz. En la asociación de maíz con kenaf, la proporción del rendimiento aportado por kenaf (14 a 19 %) no modificó significativamente los parámetros de calidad de forraje (Cuadro 1).

La competencia entre cultivos en las asociaciones afectó significativamente la acumulación de materia seca en todos los cultivos, aunque el maíz fue el menos afectado. El rendimiento de materia seca del maíz asociado se redujo respecto al maíz en unicultivo, entre 21 y 26 % cuando se asoció con kenaf y 41 % en asociación con sorgo; los órganos de la parte aérea de la planta más afectados fueron

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca y características de la calidad de forraje de cultivos forrajeros establecidos en unicultivo y en asociación. Verano de 2003. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	Rendimiento de materia seca (kg ha ⁻¹)	Rendimiento aportado por maíz (%)	Proteína cruda (%)	Fibra detergente neutro (%)	Fibra detergente ácido (%)
'Kenaf Tainung 2'	7653 c [‡]	-	10.9 a	60.7 a	51.4 a
'Kenaf Everglades 41'	6920 c	-	10.5 a	58.7 ab	47.4 a
Maíz	13179 a	-	7.9 b	60.5 a	31.3 de
Sorgo nevadura café	10629 b	-	7.9 b	61.4 a	41.6 b
'Kenaf Tainung 2' + maíz	12040 ab	81.0	7.3 b	57.2 ab	34.7 cd
'Kenaf Everglades 41' + maíz	12063 ab	86.1	7.6 b	58.1 ab	34.8 cd
Maíz + sorgo nevadura café	11964 ab	65.0	7.7 b	58.2 ab	36.6 c

[‡] Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05)

hoja y órganos reproductores. El kenaf y sorgo de nervadura café en asociación con maíz, presentaron reducciones significativas en el rendimiento respecto a los cultivos sembrados solos, reducciones que en kenaf alcanzaron valores entre 70 y 76 % y en sorgo 61 %. En kenaf la competencia entre cultivos redujo la acumulación de materia seca en tallo y hoja, mientras que en sorgo disminuyó la acumulación de materia seca tanto en órganos vegetativos como reproductores. En maíz, la competencia entre plantas en la asociación con kenaf y sorgo no modificó la distribución porcentual de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas. En la variedad de kenaf 'Everglades 41' la competencia con maíz redujo la proporción de hoja, mientras que en sorgo la asignación porcentual de materia seca en la hoja se incrementó y se redujo en los órganos reproductores (Cuadro 2).

La principal característica del kenaf como cultivo forrajero alternativo es su alto contenido de PC. En este estudio el retraso de la cosecha hasta los 83 dds, para coincidir con la del maíz, redujo la ventaja del kenaf como cultivo proteico, tanto en monocultivo como en asociación con maíz. Para evaluar al máximo el potencial de kenaf como cultivo forrajero es necesario realizar la cosecha en fases más tempranas de su desarrollo, cuando el contenido de PC en el forraje sería mayor (Phillips *et al.*, 1999; Unger, 2001). Para mejorar la respuesta de las asociaciones de cultivos semejantes a las de este estudio, probablemente sea necesario reducir la competencia entre cultivos, estableciéndolos en franjas y realizando la cosecha en fases más tempranas

de su desarrollo, cuando presentan su mayor calidad de forraje, e incluir variedades de cada especie con ciclo biológico similar.

CONCLUSIONES

A la edad de cosecha realizada en este estudio (83 dds), el rendimiento de materia seca y calidad de forraje del kenaf fue significativamente menor respecto al de maíz y al de sorgo de nervadura café. En comparación con estos cultivos, el contenido de PC de kenaf fue superior, pero su mayor valor de FDA sugiere que presentó una menor proporción de fibra potencialmente digestible. La asociación de maíz con kenaf no presentó ventajas en rendimiento y calidad de forraje respecto a maíz monocultivo; en la asociación entre maíz y sorgo el valor de FDA disminuyó en 5 % respecto a sorgo monocultivo. La competencia entre cultivos en las asociaciones redujo el rendimiento de materia seca de kenaf entre 70 y 76 %, mientras que en sorgo la reducción de rendimiento alcanzó 61 %. En maíz el rendimiento se redujo por efecto de la competencia entre 21 y 26 % cuando se asoció con kenaf, y 41 % en asociación con sorgo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bremner J M (1996) Nitrogen-total. In: Methods of Soil Analysis: Part 3. D L. Sparks (ed). SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. pp:1085-1121.

Cuadro 2. Efecto de la competencia entre plantas en la asociación de cultivos sobre la acumulación y distribución de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas de maíz, kenaf y sorgo de nervadura café. Verano de 2003. Matamoros, Coahuila, México.

Cultivo	Tallo	Hoja	Órganos reproductores	Tallo	Hoja	Órganos reproductores
	g m ⁻²			%		
Maíz (Mz)	256.3 †	415.9	801.7	17.4	28.2	54.4
Mz-Kfe†	225.6	355.9 **	672.5 **	18.0	28.4	53.6
Mz-Kft	203.5	358.4 **	666.6 *	16.6	29.2	54.3
Mz-Snc	217.5	350.1 **	644.8 *	17.9	28.9	53.2
Kenaf Everglades (Kfe)	429.2	255.8	28.2	60.2	35.9	4.0
Kfe-Mz	228.3 **	99.7 **	15.2	66.5	29.1	4.4
Kenaf Tainung (Kft)	488.4	237.6	28.3	64.7	31.5	3.8
Kft-Mz	194.9 **	92.41 **	10.6	65.4	31.0	3.6
Sorgo nervadura café (Snc)	449.8	324.1	198.4	46.3	33.3	20.4
Snc-Mz	194.7 **	177.0 **	69.0 *	44.2	40.2	15.6

† Mz-Kfe = Maíz en asociación con kenaf 'Everglades'; Mz-Kft = Maíz en asociación con kenaf 'Tainung'; Mz-Snc = Maíz en asociación con sorgo nervadura café; Kfe-Mz = Kenaf 'Everglades' en asociación con maíz; Kft-Mz = Kenaf 'Tainung' en asociación con maíz; Snc-Mz = Sorgo nervadura café en asociación con maíz. ‡ En cada columna dentro de cada cultivo con sus asociaciones, las medias se compararon mediante contrastes. *, **. Significativo (P ≤ 0.05 y 0.01, respectivamente).

- Cherney, J H, D J R Cherney, D E Akin, J D Axtell (1991)** Potential of brown-midrib, low lignin mutants for improving forage quality. *Adv. Agron.* 46:157-198.
- Francis C A (1986)** Future perspectives of multiple cropping. *In: Multiple Cropping Systems.* C A. Francis (ed). Macmillan, New York. pp:351-370.
- Francois L E, T J Donovan, E V Mass (1992)** Yield, vegetative growth, and fiber length of kenaf grown on saline soil. *Agron. J.* 84:592-598.
- Kass D C L (1978)** Polyculture Cropping Systems: Review and Analysis. Cornell International Agriculture Bulletin 32. Cornell University. New York State College of Agriculture and Life Sciences, Ithaca NY. 68 p.
- LeMahieu P J, E S Oplinger, D H Putnam (1991)** Kenaf. *Alternative Field Crops Manual.* Univ. Wisconsin-Extension. Cooperative Extension, Univ. of Minnesota: Center for Alternative Plant and Animal Products and Minnesota Extension Services. 6 p.
- Mead R, R W Willey (1980)** The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yields from intercropping. *Exp. Agric.* 16:217-228.
- Muchow R C (1989)** Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. *Field Crops Res.* 20:207-219.
- Nielsen D C (2004)** Kenaf forage yield and quality under varying water availability. *Agron. J.* 96:204-213.
- Oliver A L, J F Pedersen, R J Grant, T J Klopfenstein (2005)** Comparative effects of the sorghum bmr-6 and bmr-12 genes: I. Forage sorghum yield and quality. *Crop Sci.* 45:2234-2239.
- Phillips W A, F T McCollum, III, C Q Fitch (1999)** Kenaf dry matter production, chemical composition, and *in situ* disappearance when harvested at different intervals. *Prof. Anim. Sci.* 15:34-39.
- Singh B R, D P Singh (1995)** Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. *Field Crops Res.* 42:57-67.
- Snaydon R W, P M Harris (1981)** Interactions below ground - The use of nutrients and water. *In: Proc. International Workshop on Intercropping.* R. Willey (ed). ICRISAT, Patancheru India. pp:188-201.
- Swingle R S, A R Urias, J C Doyle, R L Voigt (1978)** Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and *in vitro*. *J. Anim. Sci.* 46:1346-1350.
- Taylor C S, D E Kugler (1992)** Kenaf: Annual fiber crop products generate a growing response from industry. *In: 1992 Yearbook of Agriculture.* Office of Publ. and Visual Comm., USDA, Washington, D.C. pp:92-98.
- Unger P W (2001)** Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern Great Plains. *Agron. J.* 93:216-226.
- Van Soest P J, J B Robertson, B A Lewis (1991)** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Webber C L, III (1993)** Crude protein and yield components of six kenaf cultivars as affected by crop maturity. *Ind. Crops Prod.* 2:27-31.
- Webber C L III, R E Bledsoe (1993)** Kenaf: Production, harvesting, processing, and products. *In: New Crops.* J Janick, J E Simon (eds). Wiley, New York. pp:416-421.
- Wildeus S, H L Bhardwaj, M Rangappa, C L Webber III. (1995)** Consumption of chopped kenaf by Spanish goats. *Proc. 7th Int. Kenaf Conf., Irving, Tx.* 9-10 Mar. 1995. *Int. Kenaf Assoc., Ladonia, Tx.* 7:161-164.