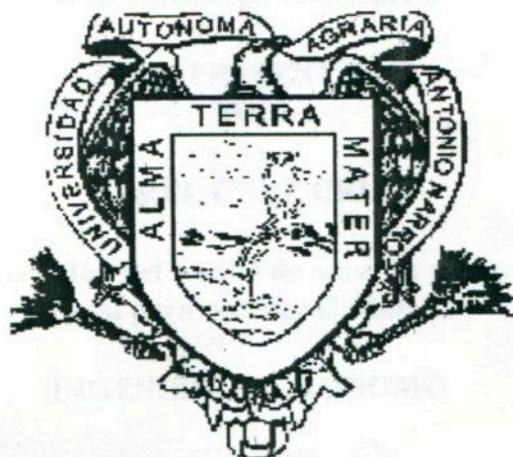


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**Rendimiento y calidad del forraje de kenaf durante el  
ciclo de verano en la Comarca Lagunera**

**POR:**

**SAREL CRUZ CRUZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

**"Rendimiento y calidad del forraje de kenaf durante el ciclo de verano  
en la Comarca Lagunera"**

TESIS PRESENTADA  
POR

SAREL CRUZ CRUZ

Elaborada bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito  
parcial para obtener el título de:

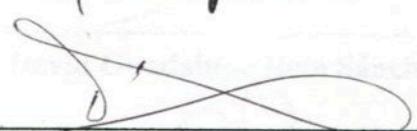
INGENIERO AGRÓNOMO

JURADO

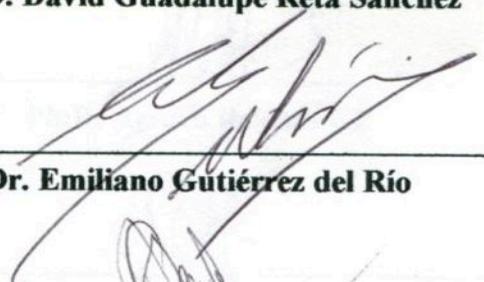
Presidente:

  
Ph.D. Arturo Palomo Gil

Vocal:

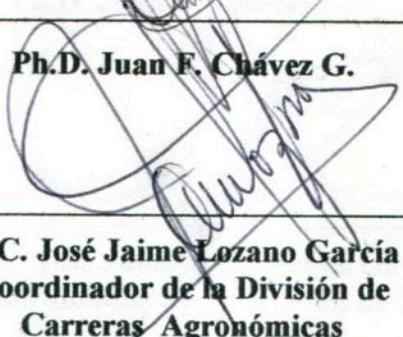
  
Ph.D. David Guadalupe Reta Sánchez

Vocal:

  
Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Vocal suplente:

  
Ph.D. Juan F. Chávez G.

  
MC. José Jaime Lozano García  
Coordinador de la División de  
Carreras Agronómicas



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**

**“Rendimiento y calidad del forraje de kenaf durante el ciclo de verano  
en la Comarca Lagunera”**

**TESIS PRESENTADA  
POR**

**SAREL CRUZ CRUZ**

**Elaborada bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

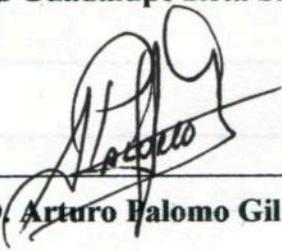
**COMITÉ PARTICULAR**



**Coordinador:**

**Ph.D. David Guadalupe Reta Sánchez**

**Asesor:**

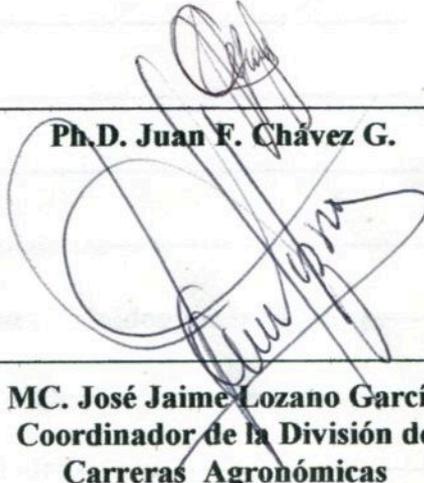


**Ph.D. Arturo Falomo Gil**

**Asesor:**



**Ph.D. Juan F. Chávez G.**



**MC. José Jaime Lozano García  
Coordinador de la División de  
Carreras Agronómicas**



**Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas**

# CONTENIDO

	Paginas
DEDICATORIAS-----	i
AGRADECIMIENTOS-----	ii
INDICE DE CUADROS-----	v
INDICE DE FIGURAS-----	vi
RESUMEN-----	vii
I. INTRODUCCIÓN-----	1
1.1. Objetivos-----	3
1.2. Hipótesis-----	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA-----	4
2.1. Historia-----	4
2.2. Distribución-----	5
2.3. Kenaf-----	6
2.4. Taxonomía-----	6
2.5. Morfología-----	7
2.6. Fisiología-----	10
2.7. Ecología-----	11
2.8. Plagas y enfermedades-----	16
2.8.1. Nematodos (Meloidogyne incógnita)-----	16
2.8.2. Insectos-plaga-----	17
2.8.3. Enfermedades-----	19

2.9. Genética de kenaf-----	20
2.10. Variedades de kenaf-----	20
2.11. proceso tecnológico-----	22
2.12. Importancia del uso del cultivo del kenaf-----	27
2.13. Forraje-----	29
2.14. Materia seca (MS)-----	30
2.14.1. Rendimiento de materia seca del kenaf-----	30
2.14.2. Rendimiento de materia seca del maíz-----	31
2.14.3. Rendimiento de materia seca del sorgo x sudan nervadura café-----	31
2.15. Calidad el forraje-----	32
2.16. Contenido de proteína (PC)-----	32
2.16.1. Contenido de proteína cruda del kenaf-----	32
2.16.2. Contenido de proteína cruda del maíz-----	33
2.16.3. Contenido de proteína cruda del sorgo x sudan nervadura café-----	33
2.17. Fibra Detergente Neutro-----	33
2.17.1. Porcentaje de fibra detergente neutro del kenaf-----	33
2.17.2. Porcentaje de fibra detergente neutro del maíz-----	34
2.17.3. Porcentaje de fibra detergente neutro del sorgo x sudan nervadura café-----	34
2.18. Digestibilidad-----	34

<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> -----	36
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera-----	36
3.2. Caracterización del clima-----	38
3.3. Localización del área experimental-----	39
3.4. Tratamientos-----	39
3.5. Diseño experimental-----	39
3.6. Parcela experimental-----	40
3.7. Manejo agronómico del experimento-----	40
3.7.1. Preparación del terreno-----	40
3.7.2. Fertilización-----	40
3.7.3. Riegos-----	41
3.7.4. Labores culturales-----	41
3.7.5. Control de plagas-----	41
3.7.6. Cosecha-----	41
3.8. Medición de variables-----	41
3.9. Análisis estadístico-----	42
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> -----	43
4.1. Rendimiento de materia seca en la primera cosecha y rebrote-----	43
4.2. Rendimiento y calidad de forraje en la segunda cosecha (74 dds)-----	49
4.3. Rendimiento y calidad de forraje en la tercera cosecha (106 dds)-----	52
4.4. Distribución de materia seca en los órganos del vástago en kenaf y su relación con el contenido de proteína cruda-----	54

V. CONCLUSIONES	58
VI. BIBLIOGRAFÍA	60
VII. APÉNDICE	73

## DEDICATORIAS

**A Dios** por tenerme con vida, darme el privilegio de ser llamado su hijo y por darme la oportunidad de seguir en esta tierra sin merecerlo, ya que me ha puesto en el camino de la verdad y poder compartir su palabra.

Así mismo te suplico que sigas conmigo y que no me abandones para seguir en tu obra para aportar con un granito de arena para mejorar las condiciones humanas asumiendo mi papel como ingeniero agrónomo.

**A mis padres Santiago Antonio Niño y Lucía Cruz Antonio** por darme la vida y porque en todo momento he contado con sus apoyo tanto espiritual, moral y económico, en los momentos mas críticos quitándose de la boca el pan con tal de que su hijo (Sarel) siguiera adelante y terminara una carrera anhelada por toda la familia.

**A una criatura hermosa** que dentro de poco estará en este mundo y que lo espero con amor y mucha felicidad y que estaré compartiendo con mi familia.

**A mis hermanos Janeth, Arturo, Manahen, Ana Doris,** que siempre me brindaron su apoyo y cariño para seguir en mis estudios y alcanzar la meta.

**A la familia** que siempre me apoyaron moralmente y que esperan con alegría ver aun ingeniero y ser el ejemplo de sus hijos para seguir adelante en todo lo que emprendan.

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios** por darme la oportunidad de vivir una experiencia nueva y terminar un objetivo planteado con mucho amor y dedicación.

**A México** por enseñarme los valores como ciudadano mexicano y darme la facilidad para terminar mis estudios en una universidad.

**A mi Alma Mater** por permitirme escalar un peldaño mas en la vida y por ayudarme económicamente y por haberme dado un lugar donde dormir durante mi estancia en dicha universidad (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna).

**Al Campo Experimenta La Laguna y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (CELALA-INIFAP).** Por la oportunidad e realizar mi trabajo dentro de sus instalaciones.

**A la SAGARPA-CONACYT-COFUPRO. Fundaciones Produce Coahuila y Durango** por el apoyo económico al proyecto denominado "Identificación de nuevos cultivos y sistemas de producción de forraje con alta eficiencia en el uso del agua para bovino de leche estabulado en la Comarca Lagunera", del cual se derivó esta investigación.

**Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) Unidad Laguna** por el importante apoyo económico otorgado por la beca tesis de licenciatura ya que hicieron posible la culminación de este importante proyecto de mi vida.

Al Dr. David Guadalupe Reta Sánchez por haber depositado su confianza en mi para realizar este trabajo, por brindarme su amistad, compartir conmigo un poco de sus conocimientos, asesorarme en la realización del trabajo para llegar a buenos resultados y brindarme apoyo económico en momentos necesarios.

**Al Dr. Arturo Palomo Gil** por su contribución en este proyecto y ayudarme a salir adelante con este trabajo y ser el representante en mi alma mater.

**Al Dr. Juan F. Chávez G.** por colaborar en la revisión del trabajo.

**Al Dr. Emiliano Gutiérrez del Río** por colaborar en partes con este trabajo y fungir como vocal en la presentación de mi examen profesional.

**A todos los ingenieros** que pusieron un granito de arena durante mi estancia en la universidad, para formarme profesionalmente, ser un hombre de provecho y tener el conocimiento necesario para poder aportar en el trabajo.

**A mi departamento de fitomejoramiento** que me brindo el apoyo en los momentos críticos y necesarios.

**A mis compañeros de grupo** Marcela, Jorge, Melo, Oton, Luis, pablo, Anselmo, Didier, que siempre tuvimos buenos momentos y siempre me dieron su amistad incondicional.

**A mis amigos mas cercanos** Eunice, Alberto, James, Ismael, Otoniel, y mi hermano Arturo que siempre me brindaron su apoyo moral e incondicional para seguir a delante tanto en mis estudios como en mi vida personal.

**A la comunidad cristiana** que convivimos juntos durante mi estancia en la universidad gracias por su apoyo espiritual.

**De igual manera gracias** a todas a aquellas personas que de una manera u otra intervinieron en la realización de mi trabajo de tesis, en mi formación profesional y como persona ante la sociedad.

## INDICE DE CUADROS

No.	Pg.
1. Producción mundial de kenaf para fibra. 1992-----	6
2. Criterios de calidad para fuentes forrajeras (Herrera, 1999)-----	30
3. Rendimiento de materia seca de dos variedades de kenaf en comparación de sorgo x sudan nevadura café y la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.-----	44
4. Calidad de forraje de dos variedades de kenaf en comparación de sorgo x sudan nevadura café y la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.--	47
5. Rendimiento de proteína cruda de dos variedades de kenaf en comparación de sorgo x sudan nevadura café y la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.-----	48
6. Rendimiento de materia seca de dos variedades de kenaf en comparación de maíz y sorgo x sudan nevadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.-----	50
7. Calidad de forraje de dos variedades de kenaf en comparación de maíz y sorgo x sudan nevadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en la cosecha dos (74 dds) durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.-----	51
8. Calidad de forraje de dos variedades de kenaf en comparación de maíz y sorgo x sudan nevadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en la cosecha tres (106 dds) durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.-----	53
9. Distribución de materia seca (MS) de dos genotipos de kenaf en tres edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.-----	55

## INDICE DE FIGURAS

No.	Pg.
1. Localización de la Comarca Lagunera, dentro de la Región Hidrológica No. 36. México.-----	37
2. Relación entre el porcentaje de la materia seca total del vástago asignada a las hojas con el contenido de proteína cruda de kenaf cosechado en tres edades. ● 52 días después de la siembra (dds); ■ 74 dds ; ▲ 106 dds. -----	56

## RESUMEN

La producción de leche de ganado bovino en la Comarca Lagunera es una de las principales actividades económicas, por lo que existe una alta demanda de forraje de buena calidad. En la región, la limitación y alto costo del agua de riego y la creciente degradación de suelos y agua debido a problemas de salinidad reducen la productividad y rentabilidad de sistemas de producción agropecuarios. El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) es un cultivo que puede ser una alternativa en la Comarca Lagunera debido a sus características de precocidad, alto contenido de proteína cruda, así como tolerancia a la salinidad, sequía y altas temperaturas. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el potencial de rendimiento y calidad de forraje de dos genotipos de kenaf en relación a maíz y sorgo x sudan nevadura café, así como determinar el potencial de rendimiento y calidad de forraje del kenaf en asociaciones con maíz y sorgo x sudan nevadura café sembrados en bandas durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

El experimento se realizó en el Campo Experimental La Laguna (INIFAP) localizado en Matamoros, Coah. (25° 31' N y 103° 14' W, y 1121 msnm). Se evaluaron los genotipos de kenaf Tainung 2 y Everglades 41, los cuales son de ciclo intermedio y sensibles al fotoperiodo. Como testigos se evaluaron el híbrido de maíz 3025 (Pioneer) y sorgo x sudan nevadura café Esmeralda Verde (ABT). Los cultivos se evaluaron como cultivos solos y las asociaciones kenaf Tainung con maíz y sorgo x sudan nevadura café, sembrados en bandas de cuatro surcos por cultivo. Se realizaron tres cosechas (52, 74 y 106 dds), además del rebrote de la primera cosecha (107 dds). En cada parcela experimental se determinó el rendimiento de materia seca, distribución de materia seca en los órganos del vástago y la calidad de forraje en términos de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN).

El rendimiento de materia seca del kenaf durante el ciclo de verano fue significativamente menor al rendimiento de maíz y sorgo x sudan nevadura café en las tres edades cosechadas en este estudio (52, 74 y 106 dds). Aunque se obtuvo

una segunda cosecha del rebrote de la primera cosecha (107 dds), el rendimiento de materia seca del kenaf fue bajo, lo cual sugiere que la cosecha de rebrote de kenaf en una fecha de siembra tardía (27 julio) es poco eficiente en producción de materia seca. No se encontró diferencia significativa entre genotipos de kenaf en la producción de materia seca por hectárea.

La calidad de forraje de kenaf en términos de contenido de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) fue superior en las tres edades cosechadas a la calidad del forraje de maíz y sorgo x sudan nevadura café. La mejor calidad del forraje en kenaf se obtuvo en la primera cosecha, con valores de PC de 16.6 a 17.1 % y de FDN de 39.2 a 44.0 %. Al avanzar la edad del cultivo, el contenido de PC se redujo a valores entre 14.0 y 9.8 % en la segunda y tercera cosecha, respectivamente, mientras que el valor de FDN en estas dos edades fueron de 56.9 a 58.7 %. Los resultados sugieren que al considerar tanto el rendimiento de materia seca como la calidad del forraje, es más conveniente realizar la cosecha de kenaf a los 74 dds, con una producción de 6034 a 6296 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca y requerimientos de un riego de presembrado y dos riegos de auxilio.

En las dos primeras cosechas (52 y 74 dds), la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café sembrada en bandas de cuatro surcos por cultivo, produjo un rendimiento de materia seca inferior a sorgo x sudan nevadura café entre 22 y 30 %; sin embargo la calidad de forraje fue superior a sorgo x sudan en unicultivo, principalmente en la segunda cosecha, cuando el contenido de PC se incrementó significativamente en 1.7 % y el valor de FDN se redujo en 6.8 %.

Aunque el potencial de rendimiento de materia seca del kenaf es inferior a cultivos tradicionales como maíz y sorgo x sudan nevadura café, la mayor calidad de forraje del kenaf respecto a cultivos tradicionales, aunado a otras características como precocidad, tolerancia a altas temperaturas, salinidad y periodos cortos de sequía, hacen que este cultivo sea una buena alternativa para la producción de forraje durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche de ganado bovino en la Comarca Lagunera es una de las principales actividades económicas, por lo que existe una alta demanda de forraje de buena calidad. Sin embargo, sólo se produce el 60 % del forraje total que demanda el hato ganadero lechero. La principal limitación en esta región es la reducida disponibilidad de agua, lo cual reduce la producción y rentabilidad en sistemas de producción agropecuarios. Esta cuenca lechera se ubica en uno de los acuíferos sobre explotados del país en donde se ha detectado un abatimiento de 1.5 m por año, con una disminución de la calidad del agua del subsuelo y un incremento en los costos de extracción, a si como una creciente degradación del suelo. Actualmente un 32 % de la superficie regional agrícola presenta grados de salinidad o sodicidad moderados y altos.

En la actualidad el patrón forrajero se compone de sólo ocho cultivos. Algunos de estos, como es el caso de la alfalfa, presentan baja eficiencia en el uso del agua (1.5 kg de materia seca por m<sup>3</sup> de agua), otros como el maíz reducen significativamente su productividad (hasta 40 %) en siembras de verano debido a las altas temperaturas, y otros como el sorgo forrajero presenta problemas de acame y de baja calidad nutricional. Esto obliga a buscar nuevas alternativas con cultivos que se adapten a las condiciones ambientales de la región, manteniendo o incrementando la calidad del forraje, que permitan un desarrollo satisfactorio bajos condiciones limitantes de humedad, altas temperaturas y suelos relativamente pobres en fertilidad.

El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), es un cultivo que puede ser una alternativa en la Comarca Lagunera debido a sus características de tolerancia a la salinidad y periodos de sequía y además produce sus mayores rendimientos en regiones con altas temperaturas (Webber, 1996). El kenaf es originario de África Central-Este, donde ha sido cultivado por miles de años como alimento y cultivo de fibra. Esta planta es común como planta silvestre tropical y subtropical en África y Asia (Le Mahieu *et al.*, 1991). Aunque el kenaf se ha cultivado tradicionalmente para obtener fibra (Taylor y Kugler, 1992), también ha sido utilizado como alimento para animales 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 lo tanto pueda ser usado como cultivo forrajero (Webber, 1996).

Además el kenaf presenta otras características importantes para la región como precocidad (Reta *et al.*, 2004), la producción de forraje con un contenido de proteína cruda entre 15 y 32 % (Phillips *et al.*, 1999; Unger, 2001; Reta *et al.*, 2004), posibilidad de ensilar el forraje y valores de digestibilidad de materia seca de 53 a 58 % (Wing, 1967).

## 1.1. Objetivos.

1.1.1. Evaluar el potencial de rendimiento y calidad de forraje de dos genotipos de kenaf en comparación a maíz y sorgo x sudan nevadura café durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

1.1.2. Determinar el potencial de rendimiento y calidad de forraje de las asociaciones de maíz y sorgo x sudan nevadura café con kenaf sembradas en bandas durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

## 1.2. Hipótesis.

1.2.1. El rendimiento y calidad de forraje de kenaf son mayores que los producidos por maíz y sorgo x sudan nevadura café durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

1.2.2. El rendimiento y calidad de forraje en las asociaciones de maíz y sorgo x sudan nevadura café con kenaf sembradas en bandas son mayores que los producidos por maíz y sorgo x sudan nevadura café en unicultivo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Historia.

El Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*) es una planta salvaje común del este central de África y regiones de Asia tropicales y subtropicales donde se encuentran sus formas primitivas que ha crecido por varios miles de años y se han utilizado para alimento y fibra. (Rossi y Martinuzzi 1988). Por más de 6000 años el kenaf fue utilizado primeramente para el cordaje y segundo como alimentación del ganado (Dempsey 1975). Fue domesticado en el norte de África, incluyendo la introducción a la India hace 200 años, a Rusia en 1902, y a China en 1935 (Dempsey 1975). Su introducción general en los trópicos fue en 1941 (Cuba, Ministerio de Agricultura 1969; CIDA, 1978, Cuadra 1987).

El kenaf es una fuente de fibra prometedora como materia prima para la fabricación de papel y otros productos de la fibra, y se ha introducido en China, URSS, Tailandia, África del sur, Egipto, México y Cuba. Ha sido una fuente de fibra para productos tales como cuerdas, el empaque y mantas.

La investigación en los Estados Unidos para utilizar la fibra de estopa del kenaf para elaboración de cuerdas comenzó en los años 40 en que las importaciones de materiales de fibra de Asia fueron interrumpidas por la segunda guerra mundial. En los años 50, el Servicio Agrícola de Investigación (ARS) del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos definió más de 500 especies de la planta como fuentes potenciales de la fibra para la fabricación de la pulpa y del papel.

Durante la segunda guerra mundial en muchos países, incluyendo los Estados Unidos de América, los investigadores desarrollaron variedades mejoradas de kenaf para maximizar la utilización de la fibra de la corteza del kenaf (Wilson *et al.* 1965).

Con la conclusión de la segunda guerra mundial, el uso de cuerdas y costales disminuyó en los Estados Unidos de América, aunque el interés al exterior continuó.

Algunos países desarrollados continuaron utilizando el kenaf como fuente doméstica del cordaje, especialmente, harpillera para sus industrias agrícolas (Dempsey 1975).

En los años 50 y a mediados de los años 60, después de evaluar muchas especies de la planta para satisfacer las demandas futuras de la fibra de los Estados Unidos de América, se determinó que el kenaf era una fuente excelente de fibra de celulosa para una gama grande de los productos de papel (papel prensa y tablero acanalado del trazador de líneas). También fue determinado que reducir el kenaf a pulpa requirió menos energía y productos químicos para procesar las fuentes de madera estándares (Nieschlag *et al.* 1960 y Wilson *et al.* 1965).

Los esfuerzos recientes de investigación y de desarrollo, han aumentado la diversidad en las aplicaciones para el kenaf, demostrando su conveniencia en los materiales de construcción, absorbentes, textiles, alimento del ganado, y las fibras de plásticos nuevos y reciclados. (Webber y Bledsoe 1993). El uso del kenaf ha crecido de usos singulares del cordaje a el de una cosecha multipropósito con varios componentes estables con diversas características.

## **2.2. Distribución.**

En cuanto a su distribución, el kenaf es una planta anual que tiene su hábitat comprendido en los 30° latitud sur, aproximadamente, aunque puede adaptarse bien entre los 45° latitud norte y los 40° latitud sur. Whitters (1973) indicó que este cultivo crece extensivamente en África, Asia, América Central y Estados Unidos. Edmonds (1992) plantea que los *Hibiscus* tienen dos centros de distribución, el mayor de ellos en África tropical y el menor en América tropical.

Según Cuba. Ministerio de Agricultura (1994), la producción mundial de kenaf y fibras en 1993 fue de alrededor de los 3.0 millones de toneladas, encontrándose los mayores productores en el continente asiático. India, China y Bangladesh marchan a la cabeza con el 90 % de la producción mundial, siendo China el país que reporta los mayores rendimientos con 1.1 t ha<sup>-1</sup> de fibra seca como promedio. En América, Brasil

es el mayor productor con 21.0 mil t año<sup>-1</sup> (Tabla 1). Los precios mundiales oscilan entre los 300 y 500 dólares la tonelada.

Cuadro 1. Producción mundial de kenaf para fibra. 1992

Países	Millones de toneladas
Total mundial	3 405.0
India	1 260.0
Bangladesh	885.0
China	550.0
Tailandia	161.0
Myanmar	46.0
Brasil	21.0
Nepal	10.0
Cuba	0.8

### 2.3. Kenaf.

El kenaf es una planta herbácea anual originaria de África, de la familia de las malváceas, como el algodón, esta planta tiene dos tipos de fibra: la corteza que representa el 30% del volumen de cosecha y un núcleo interno leñoso que supone el 70% restante de la producción.

### 2.4. Taxonomía.

Según Gola-Negri Cappaletty (1969), la clasificación botánica del kenaf es la siguiente:

División: XII *Embriophyta*

Subdivisión: II *Spermatophyta*

Subparte: II *Angiospermae*

Clase: I *Dicotyledoneae*

Subclase: I *Archichamydeae*

Orden: XV *Malvales*

Familia: *Malvaceae*

Genero: *Hibiscus*

Especie: *cannabinus*

## 2.5. Morfología.

**Raíz.** Las raíces del kenaf se clasifican en primarias, secundarias y adventicias, encontrándose la mayor porción de raíces hasta 50-60 cm de profundidad, inclusive se pueden encontrar algunas hasta 1 m de profundidad.

El papel de las raíces en el crecimiento y desarrollo de la planta es muy importante, pues a través de ellas se realizan las funciones vitales para el desenvolvimiento del cultivo. Estas funciones son: absorción, respiración y fijación. La función de fijación se debe a su modo de crecimiento longitudinal en sentido opuesto al tallo, siendo muy notable en la raíz principal y casi nulo en las últimas raicillas; en este fenómeno influyen la luz, la humedad y la temperatura. De no estar bien desarrollado el sistema radical, se puede producir el encamado de las plantaciones, dificultando el trabajo de las máquinas cortadoras (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1978).

**Tallo.** El tallo es la porción de la planta de mayor importancia para la producción de fibra, es donde se encuentra el fruto agrícola, también para la producción de forraje, ya que es el soporte natural del follaje de la planta.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959) señala que el tejido del tallo del kenaf se origina en dos fuentes: 1. Los tejidos primarios, que proceden casi exclusivamente de la diferenciación del tejido fundamental depositado por el meristemo apical durante el crecimiento celular del tallo. 2. El cambium vascular, donde todos los tejidos producidos por esta segunda fuente son considerados de origen secundario.

L' Informatore Agrario (1990) Indican que el tallo del kenaf es erecto, de color verde generalmente, de altura variable (2-4 m), dependiendo de las variedades y de las labores culturales.

En las plantas jóvenes la primera diferenciación comienza en la médula, la cual se encuentra localizada en el centro del tallo. La médula sirve como dispositivo de reserva para los excesos de minerales. La capa mas externa es la epidermis que consiste en un anillo uniseriado de células dispuestas en forma de pared de ladrillos, la cual produce sobre su superficie externa una cutícula de cera relativamente fuerte; inmediatamente debajo de la epidermis esta la hipodermis, la cual durante el desarrollo de la corteza se transforma de hipodermis de naturaleza parenquimatosa en colenquimatosa, observándose las esquinas de las células fuertemente engrosadas con hemicelulosa, que ejercen una función mecánica y dan soporte al tallo. (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959 y 1978).

Essau y Morrow (1974) al examinar la distribución de floema en relación al xilema en el tallo, reportaron que el primero se hallaba por fuera del xilema, y añadieron que los tabiques tamizados eran distribuidos mientras se elongaba el intermedio, llegando a ser fibrosas las células asociadas, representando una gruesa pared secundaria en donde aparecen también fibras en el floema secundario.

Hojas. Las hojas desempeñan una función muy importante en el crecimiento y desarrollo de todo cultivo y más si este es utilizado como forraje. Las hojas en el kenaf están distribuidas alternadamente a lo largo del tallo en una espiral abierta; el pecíolo es flanqueado por ambos lados por dos suaves espinas verdes (estípulas), cerca de las cuales esta formada en la axila de la hoja una o mas yemas laterales que durante el desarrollo vegetativo son capaces de producir ramas con hojas, aunque pueden permanecer en estado latente.

Según el Ministerio de Agricultura de Cuba (1978), las hojas del kenaf poseen largos pecíolos, son palmatilobadas en mayor grado y presentan seis o siete lóbulos oblongos lanceolados o dentados, pudiéndose encontrar en la misma planta hojas muy lobuladas y otras casi acorazonadas.

León (1987) corrobora que las hojas del kenaf tienen peciolo largos, lisos o con espinas, añadiendo que la forma de la lámina es muy variada, tanto en las diversas variedades como en la misma planta. Además refiere que por lo común las hojas de este *Hibiscus* son acorazonadas y enteras en la parte inferior del tallo; divididas en lobos en la superior, siendo el número de setos mayor en la parte media del tallo, donde llega a siete y disminuye a tres en el ápice. El borde de la lámina puede ser entero o dentado.

Según L' Informatore Agrario (1990) las hojas del kenaf son alternas, enteras o divididas, aserradas marginalmente, dependiendo de la variedad.

Floración. El proceso de floración es una de las fases mas importantes que tiene lugar durante el ciclo biológico del kenaf. Esta fase del cultivo esta muy influenciada por la humedad, la temperatura y el fotoperiodo, principalmente.

Crane (1947) y el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959), describieron a la flor del kenaf como solitaria, de pedúnculo corto, de corola grande y de pétalos pálidos o amarillos con su centro púrpura, la cual presenta como característica principal un pistilo central con cinco estigmas, incluidos en un tubo estaminal formado por 40 o 50 estambres unidos por sus filamentos, debido a lo cual la flor del kenaf es hermafrodita.

L' Informatore Agrario (1990) argumenta que las flores del kenaf son solitarias, de pedúnculo corto, cuyo cáliz es veloso y lanceolado y esta formado por cinco sépalos.

Killinger (1967) definió al kenaf como una planta autopolinizada, aunque bajo ciertas condiciones la polinización cruzada ocurre de 2-24 % en las plantas.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) se refiere al kenaf como una planta hermafrodita, agregando que sus flores se abren en las primeras horas de la madrugada y comienzan a cerrarse alrededor del mediodía.

La transición de la planta de la floración a la fructificación es gradual, porque la antesis de las flores jóvenes continúa después de que las viejas ya han formado las cápsulas, no obstante ser la fase de fructificación metabólicamente distinta a la antesis (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959).

**Fruto.** En el cultivo del kenaf el fruto agrícola por excelencia lo constituye el tallo, pues es el portador tanto de las fibras vegetales como de los elementos foliares.

León (1987) dice que el fruto botánico de esta malvácea es una cápsula ancha en la base y aguda en el ápice, cubierta por el cáliz y el cálculo; la superficie es áspera y pubescente. Contiene cinco lóculos, cada uno con cuatro o cinco semillas, de perfil triangular y grises, cubiertas de puntos amarillentos, con el hilo pequeño de color castaño. Estas semillas de pequeñas dimensiones, aproximadamente de 6.4 y 2 mm en cada lado de su forma triangular, varían de tamaño, color y ángulo que forman sus aristas en dependiendo de la variedad o línea que se trate.

## **2.6. Fisiología.**

El kenaf presenta dos fases fisiológicas bien delimitadas: la vegetativa y la reproductiva.

**Fase vegetativa.** La fase vegetativa es la primera fase fisiológica en la cual la energía durante el periodo de desarrollo y crecimiento es empleada en la formación y maduración del cuerpo vegetal. La fase vegetativa es un periodo de gran actividad del cambium del tallo y es un importante periodo de formación de la fibra, por lo que un manejo adecuado en esta etapa influye significativamente en la calidad de la misma (Cuba, Ministerio de Agricultura 1959).

Walker y Sierra (1960) sobre esta fase fisiológica del kenaf encontraron que el mejor desarrollo vegetativo, antes de la producción de cápsulas, se alcanzaba en el mes de abril para las condiciones de Cuba.

Remussi (1956) plantea que esta planta necesita para su buen desarrollo un clima caluroso y húmedo.

El kenaf presenta tolerancia a periodos de sequía (Webber, 1996) y obtiene sus mayores rendimientos en regiones con altas temperaturas (LeMahieu *et al.*, 2000).

Crandall (1955) y el Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) argumentaron que una temperatura fresca influía sobre la reacción de la planta a la antracnosis.

Killinger (1969) planteo que el kenaf crece dentro de un amplio rango de latitud, estando limitado su crecimiento por la heladas, la fertilidad, la humedad y la luminosidad.

White *et al.* (1970) y Crouse (1973) notaron el incremento del rendimiento del kenaf en las áreas más cálidas del sur de los Estados Unidos respecto a otras áreas.

Whiters (1973) halló que la emisión foliar estaba altamente correlacionada con la temperatura en el principal periodo de crecimiento, añadiendo que el kenaf mostraba alguna adaptabilidad a climas fríos.

Follin (1978) reportó que la temperatura tiene un papel importante en la regulación de la antracnosis (*Colletotrichum hibisci*), definiendo la temperatura de 25° C como eficaz para neutralizar el hongo en dos o tres días.

Ustimenko-Bakumovski (1982) explicó que la semilla del kenaf empezaba a germinar cuando la temperatura alcanzaba 12° C, agregando que una temperatura de 25-28° C era óptima para la germinación de la semilla.

En L' Informatore Agrario (1990) se reportó que la temperatura mínima para la germinación de la semilla de kenaf es de 13° C, mientras que el óptimo comprende entre los 24 y 30° C, añadiendo que para el desarrollo del ciclo biológico la temperatura mínima necesaria es de 16° C, mientras que la óptima es de 25-28° C.

Humedad. El agua cumple una función importante en los procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas, pues es la encargada de transportar las sustancias nutritivas desde las raíces hacia todas las partes de la planta y garantizar así el desarrollo del cultivo, lo cual repercute de forma favorable en la calidad del fruto agrícola y en los rendimientos.

El kenaf, a pesar de ser un cultivo resistente a la sequía, requiere de una determinada cantidad de agua para llevar a cabo sus procesos vitales y expresar su potencial productivo.

Crane (1947) reportó como exitosa la producción de fibra en el kenaf que se desarrollaba bajo condiciones de régimen hídrico de 50-62.5 cm, en periodo de cuatro a cinco meses, añadiendo que era esencial que el periodo húmedo fuera seguido por uno seco, lo cual favorecía el secado de la fibra. También indicó que el periodo seco seguido por uno de lluvia era necesario para la producción de semilla.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959 y 1978) explica que este cultivo necesita la lluvia abundante y bien repartida en el tiempo que dure la etapa de crecimiento, requiriendo rangos de precipitaciones de 1 000 y 1 500 mm anuales con un valor de 130 mm mensuales.

Ustimenko-Bakumovski (1982) reportó que el cultivo requiere para su normal desarrollo una suma de precipitaciones anuales de 600-800 mm.

Condiciones de suelo. El suelo es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para obtener altos rendimientos, no debe explotarse indiscriminadamente, pues es fuente alimenticia por excelencia de los cultivos y su buen cuidado favorece una microflora y una microfauna

a) Materia orgánica (MO). Knight y Huneke (1957), el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959 y 1978), Shalton (1961), Werkhoven (1966) y DINAME (1975), afirman que

el kenaf requiere suelos de buen drenaje, con un alto contenido de materia orgánica y suelos franco-arenosos.

White *et al.* (1971), recomendaron una cobertura uniforme de materia orgánica de 1.2 a 2.5 cm de espesor entre plantas, para una rápida y uniforme emergencia del kenaf.

Seale *et al.* (1952) plantean que en el tiempo óptimo de siembra, la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el rendimiento en fibra eran mayores en suelos ricos en materia orgánica que en suelos arenosos, indicando que en las condiciones de la Florida este cultivo se adapta perfectamente a suelos de características muy variadas.

b) Potencial hidrógeno (pH). Killinger (1967) añade que al aumentarse el pH de 5.5 a 6, por adición de cal en parcelas experimentales, se obtuvieron rendimientos de 14-20 t ha<sup>-1</sup>.

En el Informe Integral sobre Fibras Naturales (1992) señaló que los requerimientos indispensables que debe tener un suelo para el desarrollo óptimo del kenaf son: pH entre 6 y 6.8, buen contenido de materia orgánica y de retención de humedad y suelos con buena aireación

c) Conductividad eléctrica (CE). El kenaf presenta moderada tolerancia a la salinidad ya que solo a partir de valores de conductividad eléctrica del estrato de saturación del suelo es superior a 8.1 dS m<sup>-1</sup> se presenta reducciones en rendimiento (Maas, 1990).

Según Bhangoo (1994) el nivel sub óptimo productivo del kenaf por el efecto de la salinidad es cuando la CE esta entre los 4.6 y 10.2 dS m<sup>-1</sup>.

Fotoperiodismo. El fotoperiodo es un factor importante en la distribución natural de las plantas. En su hábitat, las plantas están adaptadas a diversos factores ambientales, incluso a diferentes regímenes de duración del día.

Devlin (1975) definió la respuesta fotoperiódica como cualquier manifestación de una planta ante la duración y el orden de alternancia de periodos de luz y oscuridad, y estas pueden ser la floración, el crecimiento vegetativo, el alargamiento de los entrenudos, la germinación de la semilla y la caída de las hojas.

En el caso del kenaf se ha reportado que es una planta en la cual los días largos favorecen el crecimiento de la fibra, mientras que los días cortos estimulan el desarrollo de la etapa de floración y fructificación en las condiciones de Cuba, la Florida y otros lugares (Crane, 1947; Allison, 1951; Remussi, 1956; Knight y Huneke, 1957 y Puentes, 1958).

Varios autores indican que la respuesta fotoperiódica es modificada por la temperatura, la fertilidad del suelo y la humedad (Acuña, 1945; Seale *et al.*, 1952, Moreno, 1953, Pate *et al.*, 1954, Ministerio de Agricultura de Cuba, 1959, Henain y Cenoz, 1969 y Dinh, 1973). Mientras que un fotoperiodo de 16 horas puede provocar un crecimiento vegetativo indeterminado en la planta, no floreciendo ni después de cuatro meses (Crane, Acuña y Alonso 1946) Ministerio de Agricultura de Cuba (1959).

Shalton (1961) explicó que el kenaf fue originalmente sensible al número de horas de luz solar y que algunas variedades desarrolladas han reducido la sensibilidad fotoperiódica, y por ello nuevas variedades podían ser cultivadas con menor cantidad de luz.

Killinger (1967) en la Florida, Estados Unidos de América, expuso que el kenaf posee una reacción fotoperiódica de gama muy amplia, concluyendo que esta planta es sensible a la duración del día, de acuerdo a las variedades.

Bakumovski (1982) plantea que el kenaf florece mejor en los trópicos y regiones subtropicales, con días de 11-12 horas, con lo cual se detiene el crecimiento y se inicia la floración.

## 2.8. Plagas y enfermedades.

Las plagas y enfermedades provocan severos daños en los cultivos, ocasionando enormes pérdidas y mermas considerables en los rendimientos.

Las plagas que más afectan al kenaf son:

1. Nematodos (*Meloidogyne incognita*).

2. Insectos-plaga.

- Bibijagua (*Atta insularis* Guer)
- Áfidos (*Aphis gossypii* Glover)
- Chinchas teñidoras (*Dysdercus andreae* L)
- Gusano del algodón (*Alabama argillacea* Rubner)
- Araña roja (*Tetranychus tumidus*)

3. Enfermedades.

- Antracnosis (*Colletotrichum hibisci* Pollacci)
- Mal del talluelo o "damping off" (*Piricularia* y *Rhizoctonia*)
- Pudrición del tallo (*Sclerotium rolfsii* Saac)
- Pudrición de la raíz (*Phytophthora parasitica* Dast)
- Pudrición del carbón (*Sclerotium bataticola* Taub)

Descripción breve de cada uno de las plagas y enfermedades:

### 2.8.1. Nematodos.

Para el cultivo del kenaf el nematodo mas dañino es *Meloidogyne incognita*, el cual forma agallas en las raíces, notándose en su superficie pequeños nudos blancos en los que están encerradas las hembras, considerándose por ello la resistencia al nematodo de la raíz como un aspecto importante en el programa de mejoramiento (Pate *et al.* 1954).

Adamson *et al.* (1975) y Álvarez y Fernández (1979) citan que el control de los nematodos formadores de agallas se encamina actualmente en dos sentidos fundamentales: rotación de cultivos y búsqueda de resistencia dentro de la especie y en especies afines. En la actualidad se cuenta con variedades moderadamente resistentes a *Meloidogyne incognita*, como es el caso de la variedad de kenaf K-7f destinada a la producción de fibra (Vincent *et al.*, 1992).

Shesteporov (1979, citado por Cuadra, 1989), demostraron que el ataque de los nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne spp*) en kenaf, provocan una disminución de 18 a 20% en la cosecha, y en focos de fuerte infestación la misma puede llegar hasta 60-70%.

Cuadra (1987), encontró que en dependencia del nivel de infestación de las raíces, el peso del tallo disminuía entre 9 y 35%; también observó en muchos casos la asociación entre *Meloidogyne incognita* y el hongo *Fusarium sp.* lo que hace más intenso los daños.

El control contra los nematodos formadores de agallas es la rotación de cultivos, el empleo de variedades resistentes y la utilización de -suelos en barbecho, lo que concuerda con lo planteado por la FAO (1978).

### 2.8.2. Insectos-plagas.

Bibijagua. Este insecto pertenece a la familia *Formicidae*, tiene hábitos nocturnos y vive en cuevas que hacen debajo de la superficie del suelo, que alcanzan los cinco metros de profundidad.

Esta plaga es precisamente dañina cuando el kenaf es una plántula, aunque también ocasiona graves daños en las plantas adultas, causando considerables destrozos durante la noche, utilizando el follaje, los frutos y las flores de la planta.

Para combatirla la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (1975), recomienda para su control químico el empleo de Dieldrin 18.5% EC, a razón de 1.5 a 2 lts/378 lts

de agua, también el empleo de Lindano 25% EC, a razón de 1.5 lts/378 lts de agua, aplicado en cada cueva, para después tapparla con tierra. Además se recomienda el uso de Paration en polvo 7% o 18% EC, mezclados ambos con Caolín en partes iguales.

Áfidos. Estos insectos pertenecientes a la familia *Aphididae*, orden Homóptera. Se encuentran en el envés de las hojas, este insecto hace su aparición sobre todo en el periodo en el que las lluvias son escasas, provocando graves daños en su estado ninfal y adulto en la bellota y rama de las plantas, afectando su desarrollo; también pueden atacar retoños, tallos muy tiernos y flores.

El control químico se lleva a cabo con productos sistémicos de buena acción afidicida como el Bi-58 37% CE y el Pirimor 50% PH.

Chinche teñidora. Entre los diferentes tipos de chinches teñidoras la mas importante es la conocida como bandera inglesa (*Dysdercus andreae* (L.)), llamada así por su color rojo con bandas de color negro separadas por líneas blancas.

Este insecto ocasiona graves daños en el estado ninfal y adulto; con su probosis chupa la sustancia de las bellotas y ramas provocando manchas en la fibra, a lo cual debe su nombre de teñidora. Como resultado de su ataque afecta la germinación al sembrar la semilla de las plantas atacadas.

Gusano del algodón. Este insecto perteneciente a la familia *Phyrracoridae*, orden *Hemíptera*, tiene el cuerpo oval, alargado y de color verde en el estado larval, llegando hasta casi negro. La oruga presenta bandas blancas y negras con puntos negros y amarillos respectivamente y mide 48 mm. El adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, de color cenizo. El daño que ocasiona este hemíptero en el kenaf es la defoliación de la planta y al igual que la plaga anterior, por lo general no es necesario su control.

Araña roja. Los daños pueden ser similares a los anteriores o de menor importancia, los cuales se eliminan con las aplicaciones que se hacen para insectos mas importantes.

### 2.8.3. Enfermedades.

Antracnosis (*Colletotrichum hibisci* (P)). Es la enfermedad que más afecta al kenaf. Es un organismo fungoso, formado en el interior de las cápsulas producidas por las plantas enfermas cuando la planta es adulta. Los síntomas que provoca en el kenaf son: crecimiento retardado, marchitamiento de la parte central del ápice, pérdida de vigor, así como lesiones e infecciones pequeñas de forma irregular de color rojo vivo en las hojas (Cuba, Ministerio de Agricultura 1959).

Mal de talluelo. Los hongos pertenecientes a los géneros *Piricularia* y *Rhizoctonia* pueden ser los causantes de esta enfermedad, también conocida como "damping off". Los síntomas de la misma consisten en la pudrición del cuello de la planta recién germinada, provocándole la muerte en pocas horas. El exceso de humedad y las altas temperaturas son las condiciones que favorecen la aparición de esta enfermedad.

Pudrición del cuello. Es causada por un hongo, que a diferencia del anterior este produce una pudrición que se limita a la raíz unos 5-20 cm aproximadamente, sobre el cuello de la planta. Este hongo provoca la separación de la corteza y la fibra y suele aparecer cuando la planta está próxima a la maduración.

Pudrición de la raíz. Esta enfermedad provocada por *Phytophthora parasitica* se manifiesta en las raíces y se extiende por el tallo unos 15 cm.

Los ataques más severos se producen generalmente en el momento de la floración, aunque puede presentarse durante el desarrollo de la plantación, apreciándose una marchites repentina de la planta aislada, la que se acentúa en horas del mediodía. Al aparecer la enfermedad, las plantas atacadas adquieren una coloración rojiza en su follaje.

En el combate de esta enfermedad Majumdar y Som (1989) hallaron que exaferb fue el funguicida más efectivo, seguido por Carbendazim, concluyendo que los funguicidas sistémicos fueron más efectivos que los no sistémicos.

Pudrición del carbón (*Sclerotium bataticola* (T)). Esta enfermedad se caracteriza por una ligera pudrición de la raíz que se extiende por el tallo, tomando una coloración negruzca en toda la zona afectada.

Las plantas pueden ser atacadas en todas sus fases, desde que son pequeñas hasta su madurez. Debido a que el ataque de este hongo se produce en la raíz es difícil su control por productos químicos (fungicidas), siendo lo más recomendable la utilización de suelos nuevos y un buen tratamiento de la semilla.

## 2.9. Genética del kenaf.

Diversos investigadores no han llegado a un consenso respecto al número cromosómico en el kenaf, unos reportaban especies tetraploides, lo cual puede deberse a la posibilidad de que el kenaf estuviera compuesto por razas diploides y tetraploides (Crane 1947).

Crane y Brisvalet *et al.* (1947) señalaron que el kenaf poseía  $2n=72$  y que también poseía un número de cromosomas  $2n=36$ .

Remussi (1956), señaló que el número de cromosomas de *Hibiscus cannabinus* es de  $2n=36$  y el de *Hibiscus sabdariffa*  $2n=72$ , agregando que no es posible obtener semillas fértiles del cruzamiento de ambas especies;

## 2.10. Variedades de kenaf.

Las variedades de kenaf se diferencian entre sí por características cuantitativas y cualitativas, tales como color del tallo y las hojas, vigorosidad, resistencia a plagas y enfermedades, duración del ciclo vegetativo, sensibilidad a la duración del día, etc., que permiten determinar la productividad real de las variedades en semilla, fibra o forraje.

Remussi (1956) y Ministerio de Agricultura de Cuba (1959), afirman que en la India se aislaron cinco variedades de kenaf, que comprenden ocho tipos agrícolas

diferenciados por el color de los tallos, la forma de las hojas, la precocidad y la altura de las plantas.

## Variedades en la India .

Variedad simplex: Tipo 1. Tallos púrpuras, hojas enteras con peciolo púrpuras.

Variedad viridis: Tipo 2. Tallos verdes, hojas enteras con peciolo verdes.

Variedad ruber: Tipo 3. Tallos colorados en la parte inferior y verdosos arriba, hojas divididas con peciolo verde.

Variedad purpurens: Tallos púrpuras, hojas divididas con peciolo púrpuras. Tipo 4. Ciclo tardío, tallos muy altos y delgados, hojas de lóbulos angostos de color púrpura, pétalos púrpura; Tipo 5. Ciclo precoz, tallos cortos, robustos, hojas verdes con lóbulos anchos.

Variedad vulgaris: Tallos verdes, hojas divididas con peciolo verdes. Tipo 6. Ciclo muy precoz; Tipo 7. Ciclo tardío, tipo comúnmente cultivado; plántulas con tallos rojizos; Tipo 8. Ciclo tardío, plántulas con tallos verdes.

## Variedades en Cuba.

Crandall (1955) y el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959), indicaron que las variedades Walker Tardía, Walker Hifiber, Tingo María, Java y otras, introducidas después del año 1943, resultaron ser susceptibles a la antracnosis, agregando que la variedad C-108 resultó ser la más tolerante al nematodo.

Rivera (1968) dio a conocer dos nuevas variedades promisorias para Cuba: C-961 y C-1087, siendo la primera insensible a la longitud del día, mientras que la segunda es de maduración tardía. Ambas variedades presentan diferencias marcadas en el color del tallo y las hojas, el ciclo vegetativo y resistencia a la antracnosis, con un índice de infestación de los nematodos de 44% para la primera variedad y de 22% para

la segunda. Los rendimientos de estas variedades fueron buenos, comparables con los de la Cuba-195 y Cuba-108.

Vinent (1993) obtuvo dos nuevas variedades pre -comerciales de kenaf con fines forrajeros, para la alimentación animal (bovinos y porcinos), la K-2 y la Vinkat-3, las que presentan un rendimiento y un porcentaje de proteína bruta (PB) similar o superior a las variedades comerciales C-2030, C-1001 y C-977.

Variedades bajo las condiciones de Egipto: Giza-1, Giza-2, Giza-3, Giza-4, Giza-5.

## **2.11. Proceso tecnológico.**

### Preparación de suelo.

Cuba. Ministerio de Agricultura, (1978) señaló que para facilitar que la planta de kenaf pueda disponer del anclaje necesario debe acondicionarse el suelo hasta no menos de 25-30 cm de profundidad, para lo cual es indispensable darle al suelo el número de labores requeridas en un tiempo no menor de 90 días, lo que permite una mejoría de las condiciones físicas del suelo y elimina el mayor número posible de nematodos en caso de infestación .

### Siembra.

La época de siembra es un factor muy importante a la hora de trazar una estrategia de producción (semilla, fibra o forraje).

Para recomendar las fechas de siembra y cosecha óptimas para la producción de fibra o semilla, el conocimiento de la respuesta fotoperiódica en el kenaf es muy importante, ya que influye en la duración de la fase vegetativa (Crane y Acuña 1945).

Vinent y Álvarez (1979) determinaron que la fecha de siembra óptima para la producción de fibra es del 15 de abril al 15 de junio para las variedades C-195 y C-108,

obteniéndose un coeficiente de correlación altamente significativo para la altura y el periodo vegetativo.

Campwell y White (1980) llegaron a la conclusión de que las fechas de siembra del 11 y 19 de mayo rindieron más que el resto de las fechas de siembra (2 y 30 de junio) para la obtención de fibra, utilizando la variedad Tainung-1 y C-2032, no teniendo un efecto sustancial la fecha de siembra sobre la altura y el diámetro del tallo.

Ustimenko-Bakumovski (1982) indicó que en Tailandia, la India y Egipto las mayores cosechas de tallos fueron obtenidas cuando el kenaf se sembraba en mayo o junio.

Muchow y Wood (1985) plantearon que la variedad Guatemala-4 tuvo los mas altos rendimientos en tallo y fibra, que la Everglade-71 en siembras hechas entre enero y julio, mientras que en siembras entre agosto y diciembre la Everglade-71 tuvo los mayores rendimientos de tallo y fibra que la variedad Guatemala-4.

Distancia entre hileras y densidad de siembra.

La distancia y la densidad de siembra en el proceso productivo del kenaf determinan el objetivo comercial de su cultivo (siembras destinadas para la producción de semilla o siembras destinadas para la producción de fibra), e influyen a su vez en la calidad agrícola del producto final y en los rendimientos.

En Cuba, siembras hechas a 20 cm entre hileras y cinco centímetros aproximadamente entre plantas, dieron buenos resultados al obtenerse altas producciones de fibra (Crane, 1977).

Allison (1951) y Seale *et al.* (1952) plantearon para la producción de fibras una separación de 18 cm entre hileras y de 5-7.6 cm entre plantas, lo que promedió de 28-34 kg ha<sup>-1</sup> de semilla, dependiendo de la viabilidad de la semilla, añadiendo que para la producción de semillas era conveniente emplear una densidad de siembra de 17-32 kg ha<sup>-1</sup>.

Campose (1937), citado por Remussi (1956), recomendó la distancia de siembra de 20 cm entre hileras y 15 cm entre plantas.

Suárez (1958) indicó una distancia de siembra de 87 cm, a razón de 9 kg ha<sup>-1</sup>, para la producción de fibra.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959) señaló que al emplearse 4, 8, 16 y 24 cm de separación entre hileras y una distancia de 5-10 cm por planta, la distancia de 16 cm entre hileras y de 5 cm entre plantas produjeron el mayor porcentaje de fibra seca por planta verde.

Werkhoven (1966) recomendó para la producción de fibra una cantidad de 25 a 30 kg/ha de semilla y estableció como óptima la densidad de siembra de 10 a 15 kg ha<sup>-1</sup> de semilla.

White *et al.* (1970) determinaron que con las densidades de 200 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> obtuvieron los más altos rendimientos de tallo, bajo las condiciones de Maryland, Estados Unidos de América.

Whiteley (1971), empleó una distancia entre hileras de 50.8 cm y de 3.8 cm entre plantas de la misma hilera para la obtención de un rendimiento aceptable en materia seca.

Ustimenko-Bakumovski (1982) señaló que el kenaf se siembra a una distancia de 20-30 cm entre hileras de cinco a seis centímetros en filas espaciadas de dos a tres líneas para la producción de fibra, empleándose una densidad de siembra de 35-45 kg ha<sup>-1</sup>, en el caso de la ex-URSS.

Nafees *et al.* (1985) concluyeron que los rendimientos más elevados en cuanto a fibra, fueron obtenidos con una distancia de siembra de 10 cm, mientras que los más altos rendimientos en tallos verdes y secos se lograron con una distancia de siembra de cuatro centímetros.

Bhagoo *et al.* (1987) reportaron que la mayor producción total de materia seca y de tallos, fueron las más altas con la densidad de plantas de 345,800 plantas/ha.

Vinent (1989) obtuvo con la distancia entre hileras de 30 cm y 40 cm de altura de corte del kenaf, los mayores rendimientos y el mejor efecto económico en un estudio llevado a cabo con la variedad K-2 con fines forrajeros.

#### Labores culturales.

Una de las grandes ventajas del kenaf es que no necesita prácticamente de labores de cultivo debido al rápido crecimiento de esta malvácea, lo que posibilita el ahorro de grandes insumos.

Según Knight y Huneke (1957), la realización de cultivos no es recomendable para la producción de fibra de kenaf, ya que con una buena preparación de suelo al hacerse la siembra inmediatamente, no se necesitan atenciones culturales en el periodo entre la siembra y la cosecha.

Ustimenko-Bakumovski (1982) reportó que en los trópicos el kenaf se cultiva en la temporada de lluvia, mientras que en la estación seca se trata de no cultivarlo, agrega además que el control de maleza se realiza aplicando herbicida preemergente.

#### Fertilización.

El uso de los fertilizantes es una práctica muy común y necesaria en la agricultura, siempre y cuando no se incurran en excesos, en el caso del kenaf estos se manifiestan además de los rendimientos, en la calidad de la fibra.

Jones *et al.*, (1953) en pruebas de fertilización con cinco tipos de fertilizantes en Santiago de Las Vegas, Cuba, llegaron a la conclusión de que las aplicaciones de fertilizantes con Sulfato de Amonio a 372 kg ha<sup>-1</sup> y Muriato de Potasio a 122.76 kg ha<sup>-1</sup> aumentaron los rendimientos, mientras que las aplicaciones de superfosfato produjeron

incrementos significativos en los rendimientos al emplear altas dosis ( $745 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en comparación con dosis pequeñas ( $372 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Remussi (1956), agregó que el fertilizante NPK debe ser enterrado a 10 cm de profundidad.

Remussi (1956) y Jiménez (1958), al emplear fertilización a voleo con diferentes combinaciones de NPK, indicaron que en casi todas las localidades el fósforo fue el factor limitante, así como el nitrógeno, que en algunos casos produjo un ascenso significativo de los rendimientos, mientras que el potasio solo y en combinación, no produjo incrementos significativos.

Killinger (1967) empleó fertilización nitrogenada en forma de nitrato a ambos lados de la planta con una dosis de  $100$  a  $160 \text{ kg ha}^{-1}$ , seis semanas después de la siembra con promedio de altura de la planta de 60 a 90 cm en suelo arenoso fino.

Saltón (1968) recomendó aquellos fertilizantes que poseen nitrógeno a una dosis de  $34$  a  $68 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Adamson y White (1972) emplearon en un suelo arenoso fertilizantes NPK con una proporción de  $95-84-78 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, para lograr aumentos en los rendimientos del tallo.

Massey (1974) empleó niveles de nitrógeno de  $90$  y  $112 \text{ kg ha}^{-1}$ , comprobando que el nivel de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  incrementó el rendimiento del tallo.

Watson *et al.* (1976) expusieron que las óptimas proporciones de nitrógeno eran las de  $250$  a  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  en las condiciones de Australia.

Según Ustimenko-Bakumovski (1982) en África del Sur se aplica en el kenaf un equivalente de  $90-60-60 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK, respectivamente, mientras que en Taiwán se aplica  $100-40-60 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK. Plantea además que dicho cultivo es sensible a los

fertilizantes, sobre todo los nitrogenados, siendo su dosis no menor de 40 a 60 kg ha<sup>-1</sup>, teniendo importancia particular para esta malvácea el empleo de mezclas de nitrógeno.

## Cosecha.

Las fechas de siembra y la cosecha del kenaf están determinadas por la duración de la fase vegetativa, la cual a su vez está muy influenciada por el fotoperiodismo, debiéndose cosechar siempre en el tiempo óptimo de cosecha.

Seale *et al.* (1952) afirmaron que era conveniente comenzar la cosecha antes que las plantas alcancen la madurez para no dificultar el proceso de extracción de la fibra, además afirman que la mejor época para cosechar el kenaf es cuando se han abierto unas 10 flores en la planta.

Según Shalton (1961) el kenaf se cosecha de los 90 a los 150 días de sembrado, pues el periodo en que se efectúa el corte influye en la calidad de la fibra.

Killinger (1967) observó que generalmente la calidad de la fibra disminuye después de la floración y tras haberse iniciado la formación de la semilla.

Henain y Cenoz (1969) afirman que la cosecha de los tallos debe realizarse cuando las plantas inician la floración, pudiendo llegar hasta la plena floración, que es el momento en que se obtiene la mejor fibra.

Al respecto DINAME (1975) señaló que las cosechas prematuras inciden notablemente en la calidad de la fibra, llegando a producirse una pérdida potencial de aproximadamente 35-40% de su fibra útil.

## 2.12. Importancia del uso del cultivo del kenaf.

Se utiliza principalmente para la producción de fibra con fines industriales (White y Cummins 1970) en el procesamiento de ropa, cordelería y producción de papel.

Killinger (1967), y Vinent *et al.*, (1992), señalan que se han obtenido excelentes resultados al emplear esta planta como fuente de alimentación animal.

Massey (1974), Watson *et al.* (1976), Tissot (1992 y Vinent *et al.*, 1992), reportan que la pulpa química se utiliza para la elaboración de papel al emplearse solo o mezclado con la de madera en la obtención de diferentes tipos de papel.

Ortiz (1993) señala que los subproductos de la cosecha del kenaf (médula y tallo) también son de utilidad, pues resultaron ideales como sustrato de hongos comestibles del género *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus*), posibilitando el abaratamiento del costo de producción de estos hongos.

Lewy (1947) reportó que de la semilla del kenaf se obtiene aceite, tanto para labores culinarias como para la industria en general (jabones, cosméticos, conservación de armamentos, etc.).

Potencialidad oleaginosa y proteica de la semilla de kenaf.

Las grasas y los aceites son ésteres de los ácidos grasos y la glicerina. En sus moléculas se encuentran esterificados los tres grupos alcohólicos de la glicerina con ácidos grasos saturados e insaturados (Ray y Mc Ewen 1963). Ellos son importantes materias primas no solo para la alimentación mundial, sino también para la industria oleoquímica, la cual emplea un 20% de los aceites y grasas naturales producidas en el mundo.

Características del aceite.

Lewy (1947) demostró que el aceite obtenido de la semilla de kenaf es comestible y tiene las propiedades requeridas para ser utilizado como excelente sustituto del aceite de semilla de algodón en todos sus usos, con la ventaja de tener un olor más suave y agradable, añadiendo que el aceite de kenaf fue usado para propósitos culinarios y ensaladas.

En lo referente al porcentaje de aceite de la semilla del kenaf se reporta un 12-14%, en pruebas de extracción realizadas en el INIFAT (Vincent 1993).

L' Informatore Agrario (1990), señala que el porcentaje de aceite del kenaf oscila entre 14-16% en pruebas de extracción.

La semilla de kenaf se puede almacenar en condiciones ambientales, un almacén ordinario, durante cierto tiempo (mas de seis meses) para la extracción de aceite.

En pruebas efectuadas en el INIFAT se observó que la extracción del aceite en frío de la semilla de kenaf fue mucho mas fácil que al extraerse el de girasol y soya. La torta resultante del proceso de extracción es de color gris oscuro y de un olor agradable (Vincent 1993).

### **2.13. Forraje.**

Hughes *et al.* (1976) definen el forraje como el alimento vegetal para los animales domésticos, generalmente este término se refiere a los materiales como pastos, heno, alimentos verdes y ensilajes, a si mismo se entiende por ensilaje al forraje conservado en un estado succulento mediante una fermentación parcial.

La evaluación de forrajes requiere la medición de la cantidad y calidad de forrajes producidos por unidad de superficie. El rendimiento de forraje por unidad de área (cantidad) es la porción del forraje producido que es consumido y convertido a producto animal. La calidad, es la respuesta del animal a un forraje. El valor nutritivo de un forraje es caracterizado por su composición química, digestibilidad y naturaleza de los productos digeribles. La calidad del forraje toma en consideración, tanto el valor nutritivo como el consumo voluntario por el animal (Mott y Moore, 1985).

Para la evaluación química de la calidad de forraje, Van Soest (1967) propuso un método de química húmeda para evaluar el contenido de la pared celular de los forrajes. En este método se determina la fibra detergente neutro (FDN), como una

estimación del total de constituyentes de la pared celular de forrajes, que incluyen celulosa, hemicelulosa y lignina. También en el método se determina la fibra detergente ácido, como una fase preparatoria para la determinación de lignina.

De acuerdo con lo valores de FDN y FDA, que están relacionadas con el consumo voluntario de forrajes por el animal y digestibilidad del forraje, respectivamente, se estima la calidad del forraje producido, y se utilizan para la elaboración de raciones alimenticias para el ganado. En evaluaciones con bovinos de leche y los valores obtenidos en el análisis químico del forraje se determina la clasificación de la calidad del forraje, como la que se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Criterios de calidad para fuentes forrajeras (Herrera, 1999)

Concepto	Baja calidad	Alta calidad
Contenido de FDN	mas de 60%	de 40 a 52%
Contenido de FDA	mas de 35%	de 25 a 32%
Contenido de ENL	menos de 1.4 Mcal kg <sup>-1</sup>	mas de 1.45 Mcal kg <sup>-1</sup>
Materia seca	menos de 25%	mas de 25%
Digestibilidad de MS	menos de 60%	mas de 65%

### 2.14. Materia seca (MS).

De manera reciente se ha evaluado el uso del follaje del kenaf para alimento del ganado doméstico (LeMahieu *et al.* 1991; Webber 1996) ya sea como monocultivo o en asociación con gramíneas (Sistachs y Padilla 1990). El kenaf presenta un alto rendimiento de forraje y alta digestibilidad, en especial en las hojas (Webber 1993).

#### 2.14.1. Rendimiento de materia seca del kenaf.

Webber (1993) en un estudio realizado en Texas, encontró rendimientos de materia seca en kenaf de 4.76 t ha<sup>-1</sup> a los 76 dds y 7.51 t ha<sup>-1</sup> a los 99 dds. En Cuba se

reportan  $7.13 \text{ t ha}^{-1}$  con una precipitación de 786 mm durante una temporada de crecimiento de cinco meses (Little y Hills 1985). En Texas existen reportes de rendimiento de  $11.6 \text{ t ha}^{-1}$  con menos precipitación que en Cuba (Webber 1993).

Rendimientos más altos fueron encontrados por Clark y Wolff (1969), Powell y Wing (1967), Hurse y Bledsoe (1989) reportando producciones enteras de la planta de  $13.4 \text{ t ha}^{-1}$  a  $13.9 \text{ t ha}^{-1}$  en aproximadamente 98 dds. Valores similares encontró Vinent (1993) en las variedades (K-2 y Vinkat-3), que oscilaron entre  $12.99 \text{ t ha}^{-1}$  y  $13.97 \text{ t ha}^{-1}$  de materia seca, incrementando la producción de leche diaria de dos a tres litros por vaca al suministrársele a bovinos.

#### 2.14.2. Rendimiento de materia seca del maíz.

En la Comarca Lagunera, el maíz durante el ciclo de verano presenta en comparación con el kenaf, rendimientos de materia seca más altos ya que, Nuñez *et al.* (2001) mencionan que la producción de materia seca por hectárea oscila entre  $14.5 \text{ t ha}^{-1}$  y  $15.4 \text{ t ha}^{-1}$ .

En el ciclo de primavera, los rendimientos de materia seca en maíz son en general más altos que en verano. Reta *et al.*, (2001) indican que en la Región Lagunera es posible obtener un potencial de hasta  $80 \text{ t ha}^{-1}$  de forraje fresco y  $24 \text{ t ha}^{-1}$  de materia seca (30 % de materia seca), con un contenido de grano de 45 a 50 %. Resultados similares encuentran un año posterior cuando se alcanzaron niveles de rendimiento de  $17.64$  a  $20.5 \text{ t ha}^{-1}$  de materia seca (Reta *et al.*, 2002).

#### 2.14.3. Rendimiento de materia seca del sorgo x sudan nevadura café.

El kenaf comparado con el rendimiento de materia seca del sudan x sorgo nevadura café, fueron similares ya que Núñez y Cantu (2001) obtuvieron valores de rendimiento de materia seca de  $5.4 \text{ t ha}^{-1}$  a  $7.1 \text{ t ha}^{-1}$  en el cultivo del sudan x sorgo. Aunque Farias y Winch (1987) indican que en la región árida de México, la producción del sudan x sorgo nevadura café puede superar  $20 \text{ t ha}^{-1}$  durante su ciclo de producción que comprende de cuatro a cinco cortes durante la primavera y el verano.

## 2.15. Calidad de forraje.

Desde el punto de vista nutricional es la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la habilidad de los animales para convertirlos en leche, carne y grasa.

## 2.16. Contenido de proteína (PC).

Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal, lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en periodo de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso.

### 2.16.1. Contenido de proteína cruda del kenaf.

La principal característica del kenaf para su uso forrajero es su contenido de proteína, lo cual se puede aprovechar si se cosechan plantas inmaduras. En algunos estudios se ha demostrado que la cosecha de plantas inmaduras de kenaf pueden ser utilizadas como forraje de buena calidad para ganado bovino, caprino y ovino (Bhardwaj *et al.*, 1996; Phillips *et al.*, 1996). La planta completa de kenaf alcanza niveles de proteína cruda de 11 hasta 25% de acuerdo a la edad de cosecha (Clark y Wolf, 1969; Killinger, 1965; Phillips *et al.*, 1989; Swingle *et al.*, 1978). Los mayores contenidos de proteína cruda en kenaf se encuentran en las hojas con valores de 18 a 34 % (Cahilly, 1967; Killinger, 1967; Killinger, 1969; Suriyajantratong *et al.*, 1973; Swingle *et al.*, 1978; Sistachs *et al.*, 1993; Webber, 1993).

El contenido de proteína es variable según la madurez. Normalmente el valor nutritivo de un forraje es más alto durante el crecimiento vegetativo y más bajo en la etapa de formación de semillas. Según Killinger (1964) el kenaf es reconocido por tener altos niveles de proteína y por lo tanto tiene un alto potencial como alimento del ganado. Phillips *et al.* (1999) encontraron que el contenido de proteína cruda en kenaf decreció con el tiempo de 22.3% a los 40 dds a 15.4% a 101 dds. A si mismo, Unger, (2001) encontró que el contenido de proteína cruda disminuyó de 32.7% a los 65 dds a 19.5% a los 121 dds. Dada la disminución del contenido de proteína con la edad del

cultivo se ha sugerido que el kenaf debe ser cosechado y suministrado como alimento del ganado entre los 75 y 100 días después de siembra para obtener la producción óptima de proteína y rendimiento de materia seca (Webber, 1992; Bledsoe, 1993).

#### 2.16.2. Contenido de proteína cruda del maíz.

El valor de proteína cruda del kenaf se encuentra de 15% a 37%, por lo tanto el valor proteico de este cultivo es superior al de maíz. En estudios realizados en la Comarca Lagunera, se han obtenido valores de proteína cruda en maíz para ensilaje entre 7.44 y 8.0 % (Reta *et al.*, 1999; Reta *et al.*, 2002).

#### 2.16.3. Contenido de proteína cruda del sorgo x sudan nevadura café.

En el sudan x sorgo nevadura café se han encontrado valores similares al kenaf en proteína cruda. Farias y Winch, (1987) indican que el contenido de proteína cruda del sorgo x sudan alcanza un nivel de 18% en estado vegetativo. A si mismo Núñez y Cantu, (2001) en trabajos realizados en la Región Lagunera obtuvieron porcentajes de proteína cruda de 12.8 a 14.1% en el cultivo del sorgo x sudan nevadura café.

### 2.17. Fibra Detergente Neutro (FDN)

La FDN comprende a todos los componentes de la pared (celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice). El contenido de FDN tiene una correlación negativa con la capacidad de consumo que los animales tienen sobre ese alimento. A mayor FDN, menor consumo de materia seca.

#### 2.17.1. Porcentajes de fibra detergente neutro del kenaf.

A medida que el kenaf avanza en su estado vegetativo, aumenta el contenido de FDN. Phillips *et al.* (1999) encontraron valores de FDN de 42.9% en forraje cosechado a los 80 dds. Nielsen (2002) encontró en kenaf cosechado en una primera cosecha a los 96 dds y el rebrote a los 152 dds valores de FDN de 22.9 a 47.8 %.

### 2.17.2. Porcentajes de fibra detergente neutro del maíz.

En maíz para ensilaje con un alto porcentaje de mazorca (54 %) se obtienen valores de FDN menores de 48 %, lo cual lo clasifica como un forraje de buena calidad (Núñez *et al.*, 1998). Sin embargo, se pueden encontrar variabilidad en los valores de FDN en maíz (40 a 68 %) de acuerdo a diferentes factores como genotipo, edad de corte, manejo agronómico (Nuñez *et al.*, 1998; Reta *et al.*, 2000; Reta *et al.*, 2002). Wolf *et al.* (1993) mencionan que existe una amplia variabilidad en el contenido de FDN en hojas y tallos, con valores de 57.9 a 65 % y de 30 a 60 % del forraje total. En comparación al maíz, el kenaf presenta valores de FDN similares al maíz, aunque también presenta variaciones, principalmente de acuerdo a la edad de corte.

### 2.17.3. Porcentajes de fibra detergente neutro de sorgo x sudan nevadura café.

De acuerdo algunos autores los valores de FDN en el sorgo x sudan nevadura café son altos, por lo que su forraje es de baja calidad de acuerdo con los parámetros de calidad de fuentes forrajeras mencionados por Herrera, (1999). Núñez y Cantu (2001) realizaron trabajos con el cultivo sorgo x sudan nevadura café en la Región Lagunera, en los cuales encontraron porcentajes de FDN de 67.49%. Resultados similares obtuvo Salcedo (1997), con valores de FDN de 65.16% a 69.49% en el cultivo del sorgo x sudan nevadura café. Asimismo, Friz *et al.* (1988) cosechando el sorgo x sudan en el segundo ciclo al principio de la madurez, obtuvieron valores de FDN de 61.2%.

## 2.18. Digestibilidad.

Este término se refiere a la proporción del forraje digerida o utilizada por el animal y es expresada como materia seca, materia orgánica, energía o total de nutrientes digestibles. La digestibilidad se puede determinar con animales (*in vivo* o *in situ*) o también en el laboratorio (*in vitro*).

El forraje de kenaf puede ser ensilado y tiene una digestibilidad satisfactoria con alto porcentaje de proteína digestible (Wing, 1967). La digestibilidad de materia seca

varía de 53 a 58 % y la digestibilidad de proteína cruda alcanza valores de 59 a 71 % (Wing, 1967; Suriyantratonong *et al.*, 1973; Swingle *et al.*, 1978). Nielsen (2004) encontró en kenaf valores de nutrientes digestibles de 65.6 a 84%.

El ensilaje de maíz y sorgo se caracteriza por su alto contenido de energía digestible. El forraje de maíz ensilado contiene en base a materia seca, un promedio de proteína cruda de 8.3 %, 69 % de total de nutrientes digestibles, y alcanza valores de digestibilidad *in vitro* de 69 a 71 % dependiendo de la fase de cosecha y condiciones ambientales (Goodrich y Meiske, 1985). En evaluaciones de híbridos de maíz para ensilaje con alto potencial de rendimiento realizadas en la Comarca Lagunera, se han encontrado valores de digestibilidad *in vitro* de 66 a 72 % (Contreras *et al.*, 1998).

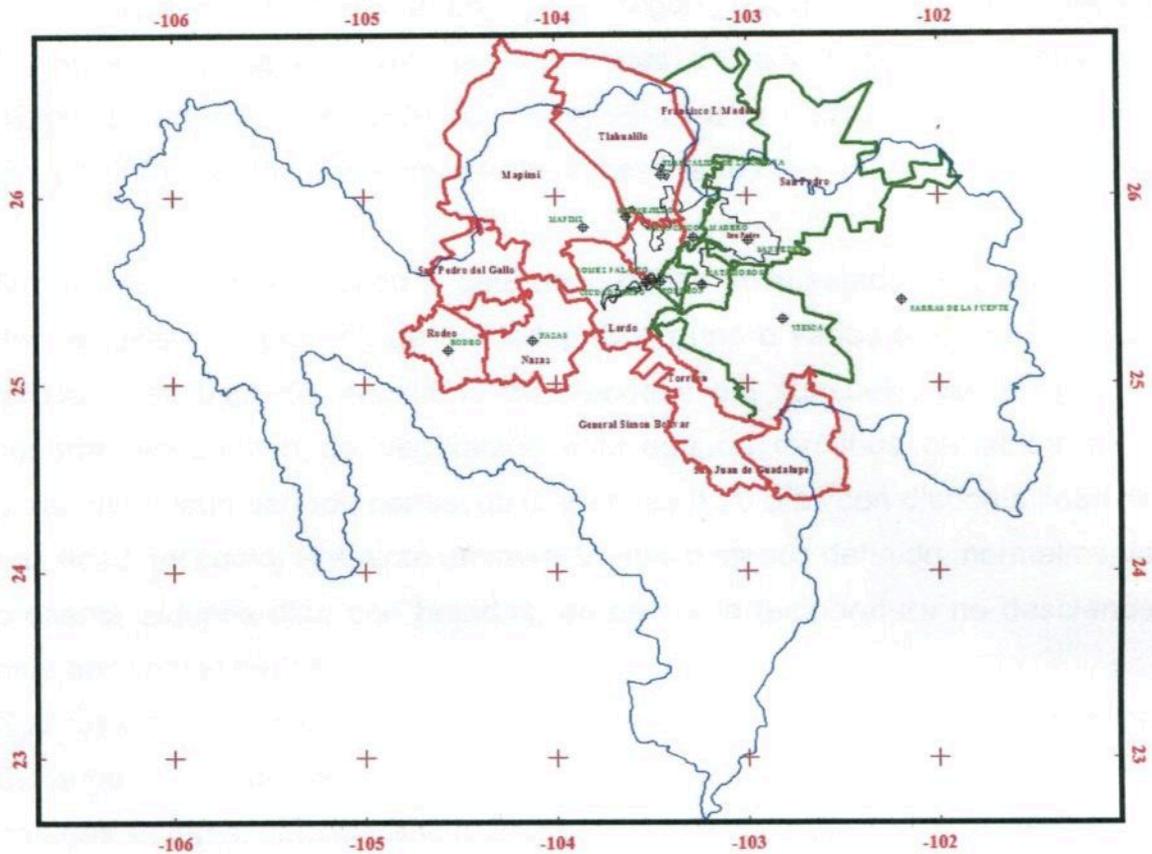
El sorgo x sudan [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *sorghum sudanense*] es una especie de clima cálido con alta productividad de materia seca, que puede superar 20 t ha<sup>-1</sup> en cuatro o cinco cortes (Farias y Winch, 1987). El rendimiento de materia seca del sorgo x sudan es mayor cuando se corta en un estado avanzado de madurez; sin embargo la digestibilidad disminuyó de 75.6 a 63.7 % al cambiar de estado vegetativo a grano lechoso-masoso (Farias y Winch, 1987). En plantas mutantes sorgo x sudan con la característica de nervadura café, la digestibilidad es mayor en comparación a las plantas normales (Cherney *et al.*, 1991b), sin embargo la producción de forraje es menor (Cherney *et al.*, 1991a). En la Comarca Lagunera, Núñez y Cantú (2000) encontraron que el sorgo x sudan nervadura café alcanzó valores de digestibilidad *in vitro* de 70 %, con un rendimiento de materia seca de 12.5 a 15.5 t ha<sup>-1</sup>, el cual fue inferior al testigo entre 12.5 y 13.6 %.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera se encuentra localizada en los Estados de Coahuila y Durango, entre los paralelos  $26^{\circ} 51' 00''$  y  $24^{\circ} 22' 48''$  de latitud norte y los meridianos  $101^{\circ} 51' 36''$  y  $104^{\circ} 48' 36''$  al oeste de Greenwich. Los municipios que comprenden la región son: Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango, y Torreón, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Viesca y Fco. I. Madero en el estado de Coahuila (CNA, 2005).

Figura 1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera en los Estados de Coahuila y Durango.



- Cuencas Centrales del Norte
- Coahuila
- Durango
- Distrito de Riego 017
- Centro de Población

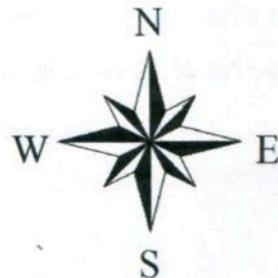


Figura 1. Localización de la Comarca Lagunera, dentro de la Región Hidrológica No 36. México.

### 3.2. Caracterización del Clima.

El clima en la Comarca Lagunera, según Thorntwaite, es muy seco con deficiencias de lluvia en todas las estaciones del año y presenta temperaturas semicálidas con inviernos benignos. De acuerdo a la clasificación propuesta por Medina (1998) observa dos tipos de clima dominantes:

1. Subtrópico árido semicálido al este de la región en el estado de Coahuila, en donde existe un período de enfriamiento en uno o varios días con heladas ( $t < 0^{\circ}\text{C}$ ), con baja disponibilidad de humedad del subsuelo, por lo que no soporta ningún tipo de vegetación cultivada en términos rentables y no presenta ningún período consecutivo superior a 30 días con disponibilidad de humedad del suelo. Presenta un invierno más o menos definido, normalmente presenta algunos días con heladas, en donde la temperatura no desciende muy por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ .
2. Subtrópico árido templado al este y suroeste de la región, en el estado de Durango en donde se presentan adicionalmente inviernos bien definidos y heladas severas, considerablemente por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura media anual es de  $22.1^{\circ}\text{C}$ , con rangos de  $38.5^{\circ}\text{C}$  como media máxima y  $16.1^{\circ}\text{C}$  como media mínima. El promedio de precipitación pluvial es de  $227.7$  mm anuales. Las heladas se presentan de noviembre a marzo, y muy poco frecuente en octubre y abril; las granizadas se presentan en mayo y junio. La evaporación anual es de  $2396$  mm. La humedad relativa en la región varía de acuerdo a la estación del año, en promedio se tiene  $31\%$  en primavera,  $47.3\%$  en verano,  $58.3\%$  en otoño y  $40.3\%$  en invierno (CNA, 1998).

### 3.3. Localización del área experimental.

El experimento se estableció en el Campo Experimental la Laguna durante el ciclo de verano de 2004. El Campo Experimental La Laguna depende del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y está ubicado en el km 17 de la carretera Torreón – Matamoros. Se localiza en las coordenadas: Latitud Norte 25° 31' 37" y una longitud de 103° 14' 26" y una altura sobre el nivel del mar de 1121 m.

### 3.4. Tratamientos.

Se evaluaron los genotipos de kenaf Tainung 2 y Everglades 41, los cuales son de ciclo intermedio y sensibles al fotoperiodo. Como testigos se evaluaron los híbridos de maíz 3025 W (Pioneer) y sorgo x sudan nevadura café Esmeralda verde (ABT). Los cultivos se evaluaron como cultivo solos y las asociaciones de kenaf Tainung 2 con maíz y sorgo x sudan nevadura café, sembrados en bandas de cuatro surcos por cultivo. Estos tratamientos son los siguientes:

1. kenaf everglades
2. kenaf tainung
3. maíz
4. sorgo x sudan nevadura café
5. kenaf + sorgo x sudan nevadura café
6. kenaf 9+ maíz

### 3.5. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}. \text{ Donde:}$$

$i = 1, 2, 3, \dots$  tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots$  repeticiones.

$\mu =$  Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto de tratamientos

$\beta_j$  = Efecto de bloques

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

### **3.6. Parcela experimental.**

Las parcelas experimentales fueron de 30 m<sup>2</sup> teniendo una longitud de cinco metros y seis metros de ancho, y una separación de surcos de 0.50 m. La parcela útil para la determinación del rendimiento fue seis surcos de cinco metros de longitud (15 m<sup>2</sup>). La parcela útil para los cultivos que se utilizaron como testigos fueron de seis surcos de dos metros de longitud (6 m<sup>2</sup>).

### **3.7. Manejo agronómico del experimento.**

#### **3.7.1. Preparación del terreno.**

La preparación del terreno consistió de un barbecho, rastreo, nivelación y trazado de melgas para la aplicación del riego de presiembra, el cual se realizó el 15 de julio de 2004. El rastreo en húmedo se llevó a cabo el 26 de julio. La siembra se realizó el 27 de Julio con una densidad de siembra de 500 mil semillas ha<sup>-1</sup> en kenaf y sorgo x sudan nevadura café; en maíz se utilizó una densidad de siembra de 110 mil semillas ha<sup>-1</sup>. La distancia entre surcos utilizada fue 0.50 m.

#### **3.7.2. Fertilización.**

Antes del rastreo en húmedo se aplicó una dosis de fertilización de 50 kg de nitrógeno y 100 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea; posteriormente se aplicaron 112 kg de nitrógeno por hectárea en cada uno de los tres riegos de auxilio.

#### **3.7.3. Riegos.**

Durante el ciclo del cultivo se aplicó un riego de presiembra de 15 cm y tres riegos de auxilio a los 34, 53 y 78 dds, con láminas de riego de 12 cm cada uno.

Durante el ciclo del desarrollo de los cultivos ocurrieron lluvias que alcanzaron 118.4 mm.

#### 3.7.4. Labores de cultivo.

Durante el desarrollo de los cultivos se realizó el aclareo de plantas a los 16 dds y a los 23 dds se dió una escarda con azadón.

#### 3.7.5. Control de plagas.

Para el control de plagas como Diabrotica (*Diabrotica spp.*) en kenaf y Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, el 13 de agosto se aplicaron dos tanques de 400 lts de agua con una dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> de Clorpirifos y 0.400 L ha<sup>-1</sup> de Cipermetrina. Para el control de la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) el 27 de agosto se aplicaron dos tanques de 400 lts de agua con una dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> de Endosulfan y 0.400 L ha<sup>-1</sup> de Rescate, utilizándose para las aplicaciones una aspersora de tractor con un tanque de 400 lts.

#### 3.7.6. Cosecha.

La cosecha de kenaf y sorgo x sudan nevadura café se realizó en tres edades, que correspondieron a los 52, 74 y 106 dds. También se cosechó a los 107 dds el rebrote de la cosecha uno de kenaf y sorgo x sudan. En cada cosecha se realizaron muestreos de 20 plantas por parcela para determinar el porcentaje de materia seca y la calidad del forraje. En Maíz la cosecha se realizó a los 74 y 106 dds.

### 3.8. Medición de variables.

En las plantas cosechadas en la parcela útil de cada cultivo, se determinó el rendimiento de forraje fresco, y rendimiento de materia seca. En las 20 plantas muestreadas por parcela, se determinó el porcentaje de materia seca, distribución de materia seca y calidad del forraje en términos de contenido de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN).

Para obtener el porcentaje de materia seca y distribución de materia seca en los órganos del vástago, se cosecharon 20 plantas por parcela experimental. Estas plantas se separaron en hojas, flores, pecíolo, y tallos, se cortaron en pequeñas partes para depositarlo en una bolsa, y posteriormente se llevó a cabo un presecado en invernadero con calor del sol durante aproximadamente cinco días. Antes de obtener el peso, las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65°C hasta alcanzar su peso constante.

Para obtener la calidad de forraje en cada uno de los cultivos, las muestras secas se molieron y se colocaron en una bolsa de plástico para su conservación. Posteriormente se pesaron 150 g de muestra para llevarlo al laboratorio y llevar a cabo la obtención de la calidad de forraje.

### **3.9. Análisis estadísticos.**

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado. La comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó durante el ciclo de verano el potencial de rendimiento y calidad de forraje de dos genotipos de kenaf en tres edades (52, 74 y 106 dds), así como la posibilidad de obtener una segunda cosecha a partir de las plantas cosechadas a los 52 dds. También se evaluó el potencial de rendimiento y calidad de forraje de la asociación del kenaf con maíz y sorgo x sudan nevadura café. La producción de kenaf en unicultivo y las asociaciones de cultivos se compararon con maíz y sorgo x sudan nevadura café en unicultivo.

### 4.1. Rendimiento de materia seca en la primera cosecha y rebrote.

En el Cuadro tres se presentan los rendimientos de materia seca de los tratamientos en evaluación en la primera cosecha, la cosecha del rebrote y el rendimiento total. En las tres cosechas se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos.

En la primera cosecha (52 dds) se comparan el rendimiento de materia seca de los cultivos alcanzado con la aplicación de un riego de auxilio. En esta cosecha se obtuvieron en kenaf entre 2690 y 3430 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca, lo cual representó entre el 40.5 y 51.7 % del rendimiento obtenido por sorgo x sudan nevadura café en unicultivo. El rendimiento de los dos genotipos de kenaf fue similar entre ellos, e inferior al rendimiento de sorgo x sudan nevadura café y la asociación de este con kenaf Tainung. En la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café, el rendimiento de materia seca se redujo en 17 % respecto a sorgo x sudan nevadura café en unicultivo, debido al menor potencial de rendimiento del kenaf, que sólo aportó el 24.9 % del rendimiento total de materia seca en la asociación.

Cuadro 3. Rendimiento de materia seca de dos variedades de kenaf en comparación de sorgo x sudan nevadura café y la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Cultivos	Cosecha 1	Rebrote	Rendimiento
	(52 dds)	(107 dds)	total
	kg ha <sup>-1</sup>		
Kenaf Everglades	3430 c ‡	1249 c	4680 c
Kenaf Tainung	2690 c	676 c	3366 d
Sorgo x sudan nevadura café	6639 a	6054 a	12694 a
Kenaf + Sorgo x sudan nevadura café	5508 b	4256 b	9764 b
Porcentaje de rendimiento por cultivo en asociación			
		%	
Kenaf + Sorgo x sudan nevadura café:			
Kenaf	24.9	10.4	18.6
Sorgo x sudan nevadura café	75.1	89.6	81.4

‡ Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

Aunque el rendimiento del kenaf en la primera cosecha fue inferior al rendimiento de sorgo x sudan, la calidad de forraje de kenaf fue superior en términos de proteína cruda y fibra detergente neutro (Cuadro 4). En la asociación de kenaf + sorgo x sudan nevadura café, el 24.9 % de materia seca aportado por el kenaf incrementó la calidad del forraje respecto a sorgo x sudan nevadura café en unicultivo, al aumentar la proteína cruda en 1.4 % y reducir la FDN en 9.7 %. En rendimiento de proteína cruda por unidad de superficie, la variedad de kenaf Everglades obtuvo rendimientos similares a sorgo x sudan nevadura café, debido principalmente a su alto contenido de proteína (Cuadro 5).

Se obtuvo una segunda cosecha del rebrote de la primera cosecha con la aplicación de dos riegos de auxilio adicionales; sin embargo el rendimiento de kenaf fue bajo en comparación a la primera cosecha de kenaf y el rebrote del sorgo x sudan (Cuadro 3). Después del primer corte, el crecimiento del kenaf fue relativamente lento, debido a la disminución de la temperatura durante octubre y noviembre, y al menor crecimiento de órganos vegetativos a partir de finales de septiembre, cuando se inició la floración en las variedades de kenaf evaluadas. El menor rendimiento de kenaf en rebrote también redujo el rendimiento en la asociación de kenaf + sorgo x sudan en 30 % respecto a sorgo x sudan nevadura café en unicultivo. De la misma forma que en la primera cosecha, la calidad del forraje obtenido en el rebrote de kenaf fue superior al forraje de sorgo x sudan nevadura café en términos de proteína cruda y fibra detergente neutro (Cuadro 4).

El rendimiento total, considerando la primera cosecha y el rebrote, fue mayor en el sorgo x sudan nevadura café, con rendimientos muy similares en las dos cosechas realizadas. En el caso de los dos genotipos de kenaf, el mayor rendimiento se obtuvo en la variedad Everglades. En la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café, el rendimiento se redujo en 23 % respecto a sorgo x sudan nevadura café en unicultivo (Cuadro 3).

Considerando que se requieren dos riegos de auxilio para la obtención de la cosecha de rebrote y el pobre rendimiento de kenaf en esta cosecha, se puede indicar que la producción de una segunda cosecha de kenaf es poco eficiente en términos de

producción de materia seca, al menos en la fecha de siembra tardía (27 de julio) que se utilizó en este estudio.

Cuadro 4. Calidad de forraje de dos variedades de kenaf en comparación de sorgo x sudan nervadura café y la asociación kenaf + sorgo x sudan nervadura café en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Cultivos	Cosecha 1 (52 dds)		Rebrote (107 dds)	
	PC	FDN	PC	FDN
	%			
Kenaf Everglades	16.9 a ‡	44.0 c	16.1 a	39.5 c
Kenaf Tainung	16.7 a	39.2 c	15.2 b	44.1 b
Sorgo x sudan nervadura café	9.4 c	70.4 a	10.0 d	68.4 a
Kenaf + Sorgo x sudan nervadura café	10.8 b	60.7 b	11.4 c	66.3 a

‡ Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

Cuadro 5. Rendimiento de proteína cruda de dos variedades de kenaf en comparación de sorgo x sudan nevadura café y la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Cultivos	Cosecha 1	Rebrote	Rendimiento
	(52 dds)	(107 dds)	total
	kg ha <sup>-1</sup>		
Kenaf Everglades	582 a †	200 c	782 c
Kenaf Tainung	450 b	103 c	552 d
Sorgo x sudan nevadura café	625 a	607 a	1232 a
Kenaf + Sorgo x sudan nevadura café	594 a	487 b	1081 b

† Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

#### 4.2. Rendimiento y calidad de forraje en la segunda cosecha (74 dds).

Se evaluó la producción y calidad del forraje de los tratamientos con la aplicación de dos riegos de auxilio. Con este manejo se obtuvieron a los 74 dds, rendimientos de materia seca en kenaf de 6034 a 6296 kg ha<sup>-1</sup>, los cuales fueron significativamente inferiores a los rendimientos producidos por maíz (11787 kg ha<sup>-1</sup>) y sorgo x sudan nevadura café (13408 kg ha<sup>-1</sup>) en unicultivo. En la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café, el rendimiento de materia seca se redujo respecto a sorgo x sudan nevadura café en unicultivo en 22.2 %, con una aportación del kenaf de 32.2 % al total de rendimiento de materia seca. En la asociación kenaf + maíz, el rendimiento de materia seca fue inferior en 26.1 % respecto a maíz en unicultivo (Cuadro 6).

En la misma forma que en la primera cosecha, la calidad del forraje de kenaf producido a los 74 dds fue superior a los cultivos de sorgo x sudan nevadura café y maíz en unicultivo, en términos de proteína cruda y fibra detergente neutro (Cuadro 7). En la asociación de kenaf + maíz, la aportación de materia seca del kenaf (36.1 %) no influyó en los valores de fibra detergente neutro y sólo incrementó significativamente en 1.5 % el contenido de proteína cruda. Por el contrario, en asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café, la aportación de materia seca del kenaf (32.2 %) incrementó significativamente el contenido de proteína (1.7 %) y redujo el valor de fibra detergente neutro en 6.8 %. En rendimiento de proteína cruda por unidad de superficie, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, lo cual significa que el alto contenido de proteína cruda del kenaf compensó el menor rendimiento de materia seca obtenido.

Cuadro 6. Rendimiento de materia seca de dos variedades de kenaf en comparación de maíz y sorgo x sudan nevadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en dos edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Cosecha 2 (74 dds)		Cosecha 3 (106 dds)	
	kg ha <sup>-1</sup>	Aportación del kenaf (%)	kg ha <sup>-1</sup>	Aportación del kenaf (%)
Kenaf Everglades (KE)	6296 d ‡	-	9212 d	-
Kenaf Tainung (KT)	6034 d	-	10869 c	-
Maíz (MZ)	11787 ab	-	16380 a	-
Sorgo x sudan nevadura café (SSNC)	13408 a	-	14811 b	-
KT + SSNC	10428 bc	32.2	11986 c	26.1
KT + MZ	8708 c	36.1	11357 c	31.0

‡ Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

Cuadro 7. Calidad de forraje de dos variedades de kenaf en comparación de maíz y sorgo x sudan nervadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en la cosecha dos (74 dds) durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Tratamientos	Rendimiento de		
	PC (kg ha <sup>-1</sup> )	PC %	FDN
Kenaf Everglades	843 a ‡	13.5 a	56.9 b
Kenaf Tainung	846 a	14.0 a	59.5 b
Maíz	905 a	7.7 c	68.8 a
Sorgo x sudan nervadura café	982 a	7.3 c	67.9 a
Kenaf + sorgo x sudan nervadura café	936 a	9.0 b	61.1 b
Kenaf + maíz	802 a	9.2 b	70.2 a

‡ Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

### 4.3. Rendimiento y calidad de forraje en la tercera cosecha (106 dds).

Se evaluó el rendimiento y calidad de forraje en una tercera cosecha realizada a los 106 dds, para la cual se requirió la aplicación de tres riegos de auxilio. También en esta edad, el nivel de rendimiento del kenaf (9212 a 10869 kg ha<sup>-1</sup>) fue significativamente menor que los rendimientos obtenidos por maíz y sorgo x sudan nervadura café en unicultivo y en las asociaciones de kenaf con maíz y sorgo x sudan nervadura café (Cuadro 6). El contenido de proteína del kenaf se redujo a 9.8 %, sin embargo fue superior al obtenido por maíz y sorgo x sudan nervadura café en unicultivo y en asociación. El nivel de fibra detergente neutro en kenaf se mantuvo en valores similares a los obtenidos en la cosecha dos, los cuales fueron inferiores a los demás tratamientos. En las asociaciones de kenaf con maíz y sorgo x sudan nervadura café, el contenido de proteína fue superior a maíz y sorgo x sudan nervadura café en unicultivo, mientras que en fibra detergente neutro, sólo en kenaf + maíz se redujo significativamente respecto a maíz en unicultivo (Cuadro 8).

El nivel de rendimiento de materia seca en kenaf obtenido en este estudio (2690 a 10869 kg ha<sup>-1</sup>), en general es superior al obtenido en diferentes estudios realizados en los Estados Unidos de América (4764 a 7512 kg ha<sup>-1</sup>) (Webber, 1993; Nielsen, 2004) y además los rendimientos obtenidos en las dos primeras cosechas en el presente estudio fueron obtenidos en un periodo más corto, lo cual sugiere condiciones de clima más adecuadas en la Comarca Lagunera para el desarrollo del cultivo. Así mismo, los rendimientos encontrados en el ciclo de verano anterior (2003) en la Comarca Lagunera, en el cual se consignan rendimientos de materia seca para una primera cosecha realizada a los 48 dds entre 1320 y 1667 kg ha<sup>-1</sup> y entre 4,408 y 4,596 kg ha<sup>-1</sup> para una segunda cosecha a los 66 dds (Reta *et al.*, 2004). El incremento en el potencial de rendimiento de kenaf obtenido en el ciclo de verano de 2004, básicamente se debió al incremento en la densidad de población de 180 a 500 mil plantas hectárea y a un retraso en las tres cosechas realizadas en 2004 respecto al ciclo anterior.

Cuadro 8. Calidad de forraje de dos variedades de kenaf en comparación de maíz y sorgo x sudan nervadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en la cosecha tres (106 dds) durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Tratamientos	Rendimiento de		
	PC (kg ha <sup>-1</sup> )	PC	FDN %
Kenaf Everglades	913 c ‡	9.9 a	58.7 cd
Kenaf Tainung	1065 ab	9.8 a	54.2 d
Maíz	1137 a	7.0 c	84.7 a
Sorgo x sudan nervadura café	1107 ab	7.5 c	64.6 bc
Kenaf + sorgo x sudan nervadura café	1005 bc	8.4 b	69.5 b
Kenaf + maíz	1003 bc	8.9 b	62.1 bcd

‡ Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

#### **4.4. Distribución de materia seca en los órganos del vástago en kenaf y su relación con el contenido de proteína cruda.**

En el Cuadro nueve se presenta la distribución de materia seca en los órganos del vástago de dos genotipos de kenaf en las tres edades en que se realizaron las cosechas. El análisis estadístico indica que no hubo diferencia significativa entre variedades en la acumulación y distribución de materia seca en los órganos del vástago en ninguna de las tres edades muestreadas.

Como lo indican otros estudios (Phillips *et al.*, 1999) el contenido de proteína decreció con la edad, obteniendo el mayor contenido de proteína cruda en la cosecha realizada a los 52 dds y la menor en la cosecha realizada a los 107 dds. Dado que el mayor contenido de proteína cruda en kenaf se encuentra en las hojas (Swingle *et al.*, 1978; Webber, 1993), la disminución en la asignación de materia seca a las hojas conforme avanza la edad del cultivo, explica el menor contenido de proteína cruda en la segunda y tercera cosechas realizadas en este estudio (Cuadro 9). De hecho en este trabajo se encontró una relación lineal estrecha entre el porcentaje de materia seca asignado a las hojas y el contenido de proteína cruda (Figura 2). En la primera cosecha realizada a los 52 dds, una proporción de 47.4 a 49.5 % de hoja en el forraje dio por resultado un contenido de proteína cruda de 16.7 a 16.9 %; mientras que en la tercera cosecha realizada a los 106 dds, la disminución de la proporción de las hojas hasta 24.5 – 25.4 %, provocó una reducción en proteína cruda hasta valores entre 9.8 y 9.9 % (Figura 2).

Cuadro 9. Distribución de materia seca (MS) de dos genotipos de kenaf en tres edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera.

Variedad	Tallo		Hoja		Flores		Vástago g m <sup>-2</sup>
	g m <sup>-2</sup>	MS (%)	g m <sup>-2</sup>	MS (%)	g m <sup>-2</sup>	MS (%)	
52 dds							
Everglades 41	147.0 a <sup>‡</sup>	52.6 a	132.2 a	47.4 a	-	-	279.2 a
Tainung 2	152.7 a	50.5 a	149.8 a	49.5 a	-	-	302.6 a
74 dds							
Everglades 41	353.5 a	68.5 a	162.4 a	31.5 a	-	-	515.9 a
Tainung 2	375.7 a	69.7 a	163.5 a	30.3 a	-	-	539.2 a
106 dds							
Everglades 41	526.3 a	74.7 a	172.8 a	24.5 a	5.4 a	0.8 a	704.5 a
Tainung 2	765.3 a	73.5 a	264.8 a	25.4 a	11.0 a	1.0 a	1041.0 a

<sup>‡</sup> Medias seguidas con misma letra en cada columna son significativamente iguales (Duncan, 0.05).

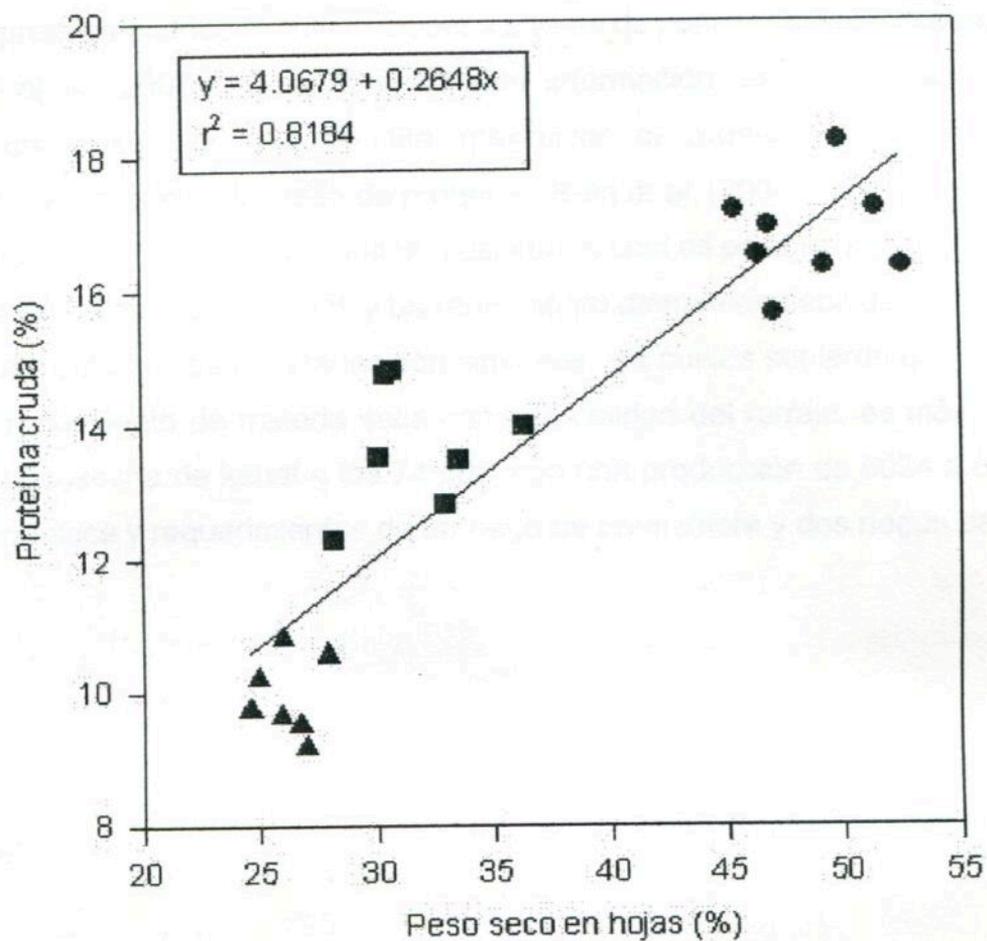


Figura 2. Relación entre el porcentaje de la materia seca total del vástago asignada a las hojas con el contenido de proteína cruda de kenaf cosechado en tres edades.

● 52 días después de la siembra (dds); ■ 74 dds ; ▲ 106 dds.

La mejor calidad del forraje en kenaf se obtiene en etapas tempranas del cultivo, con una altura de planta de 1 a 1.30 m, sin embargo el mayor rendimiento de materia seca se produce cuando el cultivo alcanza alturas de planta iguales o superiores a 1.80 m (Reta *et al.*, 2004). Considerando esta información, es importante encontrar un estado del desarrollo que permita maximizar el rendimiento de materia seca manteniendo un buen contenido de proteína. Reta *et al.* (2004) sugieren para siembras de verano realizar la cosecha a los 66 dds, con lo cual es posible obtener forraje con un contenido de proteína de 15.8 % y un rendimiento de materia seca de 4600 kg ha<sup>-1</sup>. En el presente estudio, los resultados son similares, los cuales sugieren que al considerar tanto el rendimiento de materia seca como la calidad del forraje, es más conveniente realizar la cosecha de kenaf a los 74 dds, con una producción de 6034 a 6296 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca y requerimientos de un riego de presiembra y dos riegos de auxilio.

## V. CONCLUSIONES

El rendimiento de materia seca del kenaf durante el ciclo de verano fue significativamente menor al rendimiento de maíz y sorgo x sudan nevadura café en las tres edades cosechadas en este estudio (52, 74 y 106 dds). Aunque se obtuvo una segunda cosecha del rebrote de la primera cosecha (107 dds), el rendimiento de materia seca del kenaf fue bajo, lo cual sugiere que la cosecha de rebrote de kenaf en una fecha de siembra tardía (27 julio) es poco eficiente en producción de materia seca. No se encontró diferencia significativa entre genotipos de kenaf en la producción de materia seca por hectárea.

La calidad de forraje de kenaf en términos de contenido de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) fue superior en las tres edades cosechadas a la calidad del forraje de maíz y sorgo x sudan nevadura café. La mejor calidad del forraje en kenaf se obtuvo en la primera cosecha, con valores de PC de 16.6 a 17.1 % y de FDN de 39.2 a 44.0 %. Al avanzar la edad del cultivo, el contenido de PC se redujo a valores entre 14.0 y 9.8 % en la segunda y tercera cosecha, respectivamente, mientras que el valor de FDN en estas dos edades fueron de 56.9 a 58.7 %. Los resultados sugieren que al considerar tanto el rendimiento de materia seca como la calidad del forraje, es más conveniente realizar la cosecha de kenaf a los 74 dds, con una producción de 6034 a 6296 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca y requerimientos de un riego de presembrado y dos riegos de auxilio.

En las dos primeras cosechas (52 y 74 dds), la asociación kenaf + sorgo x sudan nevadura café sembrada en bandas de cuatro surcos por cultivo, produjo un rendimiento de materia seca inferior a sorgo x sudan nevadura café entre 22 y 30 %; sin embargo la calidad de forraje fue superior a sorgo x sudan nevadura café en unicultivo, principalmente en la segunda cosecha, cuando el contenido de PC se incrementó significativamente en 1.7 % y el valor de FDN se redujo en 6.8 %.

Aunque el potencial de rendimiento de materia seca del kenaf es inferior a cultivos tradicionales como maíz y sorgo x sudan nevadura café, la mayor calidad de forraje del kenaf respecto a cultivos tradicionales, aunado a otras características como

precocidad, tolerancia a altas temperaturas, salinidad y periodos cortos de sequía, hacen que este cultivo sea una buena alternativa para la producción de forraje durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adamson, W.G., G.A. White y J.J.Higgins. 1972. Variation in leaf development and dry matter yield among kenaf varieties and introductions. *Crop Science* 12(3): 341-343.
- Adamson, C., N. A. Marpin y N. A. Minton. 1975. Rotation of kenaf and roselles on field infected with rootnematodes. *Plant Disease Reporter* 59(2): 95-108.
- Allison, R.V. 1951 "Kenaf, una nueva fibra industrial". *La Hacienda* 4(11): 48-49.
- Alvarez, Martha y E. Fernández. 1979. Aspectos de importancia del género *Meloidogyne, Goeldi* en el cultivo del kenaf. I Jornada Científica del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Bhagoo, M. S. Tehnani, and J. Henderson. 1994. Effect of planting date, nitrogen levels, row spacing, and plant population on kenaf performance in the San Joaquin Valley, California. *Agron. J.* 78: 600-604.
- Bhagoo, M. S., H.S.Tehrani y J.Henderson. 1987. Effect of planting date, nitrogen levels, row spacing and plant population on kenaf performance in the San Joaquin Valley, California. *Abstracts on Tropical Agriculture* 12(12): 109.
- Bhardwaj, H. L., A. Hankins, T. Mebratu, J. Mullins, M. Rangappa, O. Ahaye, and G. E. Welbaum. 1996. Alternative crops research in Virginia. P. 87-96. In: J. Janick (ed) *J. Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Cahilly, G.M. 1967. Potential value of kenaf tops as a livestock feedstuff. *Proc. First Conf. Kenaf For Pulp*. Gainesville, FL. p. 48. (abstr.)
- Campwell, T.A. y G.A. White. 1980. Contribution from germplasm resources laboratory, plants genetic and germplasm. 1ed., EU. Inst. USDA, SEA-AR; Bellsville MP 20, 705, Research Agronomist and Agriculturalist, 7pp.

- Cherney, J.H., D.J.R. Cherney, D.E. Akin, J.D. Axtell. 1991a. Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Advances in Agronomy*. 46:159-164.
- Cherney, J.H., K.D. Johnson, J.J. Volenec, D.K. Greene. 1991b. Biomass potential of selected grass and legume crops. *Energy sources*. 13:283-292.
- Clark, T.F. and I.A. Wolff. 1969. A search for new fiber crops, XI. Compositional characteristics of Illinois kenaf at several population densities and maturities. *TAPPI* 52:2606-2116.
- Contreras G., F.E., R. Faz C., G. Núñez H., R. Herrera S. 1998. Resumen de tres años de parcelas demostrativas de nuevos híbridos de maíz y sorgo para ensilaje. Pp. 15-21. Tecnología para aumentar producción y valor nutritivo en maíz y sorgo para ensilaje. Avances de Investigación y demostración en forrajes. INIFAP-CIRNOC-CELALA.
- Crandall, B. 1955. Las variedades de kenaf en Cuba. La Habana. Comisión Cooperativa Agrícola. Estación Experimental de Santiago de Las Vegas, 14pp.
- Crane, J. y J. Acuña. 1945 Effect of plant spacing and time of planting on seed yield of kenaf". *Journal of the American Society of Agronomy* 37(12): 969-977.
- Crane, J. 1977. Kenaf fiber plant, rival of jute. *Economic Botany* 1(3): 334-350.
- Crouse, B.W. 1973. Effect of growing temperature in chemical-physical properties of kenaf fibers. *Crop Science* 13(1): 52-54.
- Cuadra, R. M. 1987. Los nematodos de los nódulos y su relación con el tomate y el kenaf, La Habana: Academia, 24- 38pp.
- Cuba. Ministerio de Agricultura. 1959. Kenaf, investigaciones conducidas en Cuba, La Habana, 1-280pp. 1978Instrucciones Técnicas para el cultivo del kenaf., La

- Habana: CIDA, 99pp. 1994 Proyección de los cultivos productores de fibras no forestales, La Habana, 6pp.
- Cuba. Dirección nacional de Mecanización (DINAME). 1979. Reunión Nacional de Desarrollo de la Mecanización Agropecuaria. Mecanización del kenaf. 2ed., La Habana, Comisión, num. 8, DINAME, 14pp.
- Dempsey, J.M. 1975. Fiber crops. The Univ. Presses of Florida, Gainesville. .
- Devlin, R. M. 1975 Fisiología vegetal, Barcelona: Omega, 468pp.
- Dicks M, Jobes R, Wells B, Zhang J. 1992. Kenaf: Potential alternative forage for the southern plains stoker cattle enterprise. *Current For Econ*; 65; 25-39.
- Dinh, N. H. 1973. Reacción del Fotoperiodo de variedades del cultivo del *Hibiscus* y Mali. *Algodón y fibras Tropicales* 28(3): 393-400.
- Edmonds, J.M. 1992. The distribution of *Hibiscus* L. section *Furcaria* in Tropical East Africa. *Abstracts on Tropical Agriculture* 17(4): 118.
- Essau, K. I. y L. Morrow. 1974. Spatial relation between xylem and phloem in the stem of *Hibiscus cannabinus*. *Journal of the Linnean Society*, 68(1):389-390.
- Farias J.M., Winch J. E. 1987. Effect of planting date and harvest stage upon yield. Yield distribution and quality of sorghum sudangrass in northern Mexico. *Trop Agric*; 64:87-90
- FAO 1978. Las semillas agrícolas y hortícola: producción, control y distribución, pp. 271-279. 1991 El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Políticas y cuestiones agrícolas: los años ochenta y perspectivas para los noventa.
- Fritz J.O., K. J. Moore, and E. H. Jaster. 1988. In situ digestion Kinetics and ruminal turnover rates of normal and brown midrib mutant Sorghum x Sudangrass hays fed to nonlactating holstein cows. *J. Dairy Sci.* 71:3345-3351.

- Goodrich, R.D. and J.C. Meiske. 1985. Corn and sorghum silages. In: Forages. The Science of Grassland Agriculture. M.E. Heath, R.F. Barnes, D.S. Metcalfe (ed.). Fourth Edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. pp. 527-536.
- Gola, G., G. Negri Cappalletty. 1969. Tratado de botánica, tercera edición, La Habana: Ediciones Revolucionaria, Instituto del Libro, pp. 1137.
- Hancock, T. W., J. P. Parker, C. A. Hibberd. And M. R. Dicks. 1993. kenaf VS alfalfa hay for growing beef cattle. Anim. Sci. Res. Rep. P. 143-147. Oklahoma Agric. Exp. Sta., Stillwater, OK. 143-147.
- Henain, H. y H. Cenoz. 1969. Estudios agrotécnicos con el kenaf en la provincia de Corrientes, Argentina, 1ed., Prov. de Corrientes, Argentina: Universidad del Nordeste, Facultad de Agronomía y Veterinaria, núm. 8, 17pp.
- Herrera S. R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción y ensilaje. En: 2º. Taller Nacional de especialidades de Maíz. UAAAN. 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. Pp.133-137.
- Hurse, L. and R.E. Bledsoe. 1989. Kenaf grown as a forage crop in Northeast Texas. Proc. Assoc. Advancement of Industrial Crops. Peoria, IL. p. 13. (Abstr.)
- Informe Integral Sobre Fibras Naturales (IIFN). 1992 Forum Científico de Fibras Naturales, La Habana, pp. 17.
- Jones, M., A. R. Jiménez y P. P. Pujols. 1953. Experimentos de fertilización con kenaf en Cuba en 1952, La Habana, Circular Agrícola, núm. 5, Estación Experimental de Santiago de Las Vegas, 20pp.
- Killinger, G.B. 1964. Kenaf, a potential paper-pulp crop for Florida. Second Int. Kenaf Conf. Palm Beach, FL. p. 54-57.

- Killinger, G.B. 1965. Kenaf, *Hibiscus cannabinus* L. and *Eracastrum alysoides* potential industrial crops for the south. Proc. Assoc. Agr. So. Workers. Dallas, TX. p. 54-55.
- Killinger, G.B. 1967. Potential uses of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Fla. Soil Crop Sci. Soc. Proc. 27:4-11.
- Killinger, G. B. 1967. Kenaf, materia prima para papel y forraje de gran valor proteico. Agricultura de las América 16:14-16.
- Killinger, G.B. 1969. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), a multi-use crop. Agron. J. 61:734-736.
- Knight, J. y J. M. Huneke. 1975. Kenaf a potential Cuban industry., La Habana, Compañía Cubana de Electricidad, 179pp.
- LeMahieu P. J., E. S. Oplinger, and D. H. Putnam. 2000. Alternative fiel crops manual. Kenaf University of Wisconsin-extension, Cooperative Extension University of Minesota.
- Leon, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales, Costa Rica, San José; Editorial IICA, 329-331pp.
- L' Informatore Agrario: Progetto. 1990. Kenaf (14):47-50.
- Lewy, M. 1947. Kenaf seed oil. The Journal of the American Oil Chemistsí Society 34(1):3-5.
- Little TM, Hills FJ. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México DF: Ed. Trillas.
- Maas, E. V. 1990. Crop Salt tolerance. In: Agriculture Salinity Assessment and Management. K. K. Tanji (ed); Capt. 13, ASCE Manuals and Reports on Enging No. 71, ASCE, NY.Pp. 262-304.

- Majumdar, M. y D. Som. 1989. Evaluation of some systemic and non-systemic fungicides against pathogens of bast fiber crops. Abstracts on Tropical Agriculture 14(6):110.
- Massey, J. 1974. Effect of nitrogen levels and row width of kenaf. Agronomy Journal 66(6):322-823.
- Medina G. G., J. Ariel, Ruiz C. Y R. A. Martínez P. 1998. Los climas de México . Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Libro Técnico No. 1.
- Moreno-González J. I. Martínez H. I. Brichette, A. López and Castro. 2000. Breeding potential of European flint and U. S. Corn belt dent maize population for forage use. Crop Sci. 40:1558-1595.
- Moreno, S. J. 1953. Investigación preliminar sobre los constituyentes de la corteza, México, Tesis profesional, Inst. Mex. de Inv. Tecnológicas Banco de México, S.A., 60pp.
- Mott, G.O. and J.E. Moore. 1985. Evaluating forage production. In: Forages. The Science of Grassland Agriculture. M.E. Heath, R.F. Barnes, D.S. Metcalfe (ed.). Fourth Edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. pp. 422-429.
- Muchow, R.C., I. Wood y D. Ratcliff. 1985. Effect of sowing date on growth and yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) grown under irrigation in tropical Australia. 2. Stem production. Abstracts on Tropical Agriculture 10(1):100.
- Muir JP. 2002. Effect of dairy compost application and plant maturity on forage kenaf cultivar fiber concentration and in sacco disappearance. Crop Sci; 42: 248-254.

- Naffes, M., Khanzada y P. Shah. 1985. Effect of plant population on green stalk, dry stalk and fiber yields of jute and kenaf varieties. *Abstracts on Tropical Agriculture* 10(5):98.
- Nielsen DC. 1998. Forage characteristics of kenaf grown on an irrigation gradient. *Agron Abstr. ASA. Madison WI.* 103.
- Nielsen, D. C. 2004. Kenaf forage yield and quality under varying water availability. *Agron. J.* 96:204-213.
- Nieschlag, H.J., G.H. Nelson, I.A. Wolff, and R.E. Perdue, Jr. 1960. A search for new fiber crops. *TAPPI* 43:193-201
- Núñez H. G., R. Faz C., M. R. Tovar G. y A. Zavala G. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el Norte de México. *Tec. Pecu. Méx.* 39:77-88.
- Núñez H. G., Cantu B. J. 2001. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sudan de nervadura café x sorgo en la Región Norte de México. *Tec. Pec. Méx. Campo Experimental La Laguna. INIFAB. Apdo postal 247. Torreón Coahuila. CP 2700.* pp. 180-182.
- Ortiz, J. L. 1993 Comunicación personal.
- Pate, J. E., E. O. Ganstad, J. Joyner y C. Seale. 1954. Kenaf in South Florida. *The Garden Journal* 1:40-41.
- Peña R. A., G., Núñez H. y F. Gonzáles C. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. *Tec. Méx.* 40:215-228.

- Phillips, W.A., S. Rao, and T. Dao. 1989. Nutritive value of immature whole plant kenaf and mature kenaf tops for growing ruminants. Proc. Assoc. Advancement of Industrial Crops. Peoria, IL. p. 17-22.
- Phillips, W. A., Rao, D. L. Von Tungeln, and G. Q. Fitch, 1996. Digestibility of freshly harvested, ensiled, and mature kenaf by sheep. Prof. Anim. Sci. 12:99-104.
- Phillips, W. A., F. T. McCollum, III, and 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.
- Powell, G.W. and J.M. Wing. 1967. Kenaf as silage. Proc. First Conf. Kenaf for Pulp. Gainesville, FL. p. 49. (abstr.)
- Puentes, C. 1958. Época de siembra del kenaf en Cuba. Congreso sobre kenaf, La Habana, Comisión de Investigación Agrícola. 1974 Estudio del kenaf para ser usado como planta para forraje. Agrotécnica de Cuba 6(2):3-8.
- Ray, Q. B. y W. E. Mc Ewen. 1967. Química orgánica, La Habana, Edición Revolucionaria, 950 pp.
- Remusl, C. 1956. Plantas textiles. Su cultivo e industrialización, España, Salvat, 411 pp.
- Reta Sánchez, D. G., J. Santa Maria Cesar, J. Chávez González, M. Rivera González, J. S. Carrillo Amaya, J. A. Cueto Wong, A. Gaytan Mascorro. 2004. Producción de forraje de dos genotipos de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) durante el ciclo de verano en la comarca lagunera. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 498-502 Pp.
- Reta, S. G. D., Carrillo, A. J. S., Gaytan, M. A., Castro, M. E., Cueto, w. J. S. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero. CELALA-CIRNOC-CENID-RASPA. Matamoros, Coahuila, México. p. 7.

- Reta S. D. G. Carrillo A. J. S., Gaytan M. A. y Cueto W. J. 2001. Sistemas de productividad para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. CELALA-CIRNOC-INIFAB; CENID-RASPA. p 21.
- Reta, S. D. G., Gaytan, M. A., Carrillo, A. J. S. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. Rev.Fitotec. Méx. Vol. 23:37-48.
- Rivera, G. 1968. Nuevas variedades comerciales de kenaf, Agricultura. Academia de Ciencias de Cuba, año 2, 1-2.
- Salcedo D. G. 1997. Determinación de la capacidad de ingestión, digestibilidad, producción de sudan x sorgo por vacas Frisonas en nave metabólica. Rev. Agron. (LUZ). 14:141-152.
- Seale, C., J. Joyner y E. O. Ganstad. 1952. The preliminar cultivate of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) for field and seed in South Florida. Turrialba 2(3):100-105.
- Shalton, E. J. 1961. El kenaf como sustituto del yute. La Hacienda (8):38-40.
- Sistachs M, Padilla C, Barrientos A, Ruiz T, Crespo G. 1192. Efecto de la dosis de semilla y momento de intercalar cultivos temporales en el establecimiento de guinea (*Panicum Maximum*). II *Hibiscus cannabinus* (Kenaf). Rev. Cubana Cienc Agric; 26 : 331-336.
- Suarez, R. 1958. Distancia y densidad de siembra. Congreso sobre kenaf, 1ed., La Habana. Comisión de Investigación Agrícola, 55pp.
- Suriyajantratong, W., R.E. Tucker, R.E. Sigafus, and G.E. Mitchell, Jr. 1973. Kenaf and rice straw for sheep. J. Anim. Sci. 37:1251-1254.

morfológica de la pulpa, La Habana, Estación Experimental de Papa y Fibras 8 pp.

Walker, J. E. y M. Sierra. 1960. Some relationship between dates of planting, flowering and harvest date expected yield of seed and fiber from kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) in Cuba. Turrialba 10(4):19.

Watson, A. J., G. Gostside, D. E. Weiss, G. H. Higgins, H. Nameas, G. W. Damis, G. M. Irume, I. Wood, A. Manderson y E. J. Crane. 1976. The growing of kenaf in Northern Australia and its potential for paper making and food production, 1ed., Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 39 pp.

Webber, C.L. 1992. Los efectos de las variedades del kenaf y de las fechas de la cosecha en la planta crecida, el contenido proteínico, y producciones de la materia seca. p. 147-152. En: H.H. Naqvi, A. Estila, e I.P. Ting (ed.) Cosechas y productos industriales nuevos. Procedimientos de la primera conferencia internacional sobre las cosechas y los productos industriales nuevos, orilla, oficina de los estudios áridos de las tierras, universidad de la agricultura, la universidad del CA del Arizona, Tucson, AZ.

Webber CL. 1993. Crude protein and yield components of six kenaf cultivars as affected by crop maturity. *Crops Prod J*; 2: 27-31.

Webber, C.L., III. 1996. Kenaf production, properties, and potencial uses. *Proc. Int. Kenaf Assoc. Conf.* 8:3-8.

Webber, C.L., III, y R.E. Bledsoe. 1993. Kenaf: producción, cosechando, procesando, y producto. p. 416-421. En: Julio Janick y J.E. Simon (ed.) Cosechas Nuevas. Procedimientos del segundo simposio nacional sobre cosechas nuevas: Exploration, Research, y Commercialization, Indianapolis, IN. John Wiley y Sons, Inc., York nueva, NY.

- Webber, C.L., III. 1996. Response of kenaf to nitrogen fert. P. 404-408. In: J. Janick d J. E. Simon (ed), Progress in nem crops. Wiley, New York.
- Weiss W. P. 1988. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:830-839.
- Werkhoven, H. 1966. Obtenga fibra de calidad del kenaf. La Hacienda 62(2):39.
- White, H., G. A. Anderson y J. J. Higgins. 1971. Effect of population levels in growth factors in kenaf varieties. Agronomy Journal 63(2):233-237.
- White, G. A., D. G. Gummins, E. L. Whiteley, W. T. Fike, J. K. Greig, J. A. Marting, G. B. Killinger, J. J. Higgins y T. F. Clark. 1970 "Cultural and harvesting methods of kenaf, an annual crop source of pulp in the Southeast". Production Research Report (113):36-38.
- White, G.A., D.G. Cummins, E.L. Whiteley, W.T. Fike, J.K. Greig, J.A. Martin, G.B. Killinger, J.J. Higgins, and T.F. Clark. 1970. Cultural and harvesting methods for kenaf. USDA Prod. Res. Rpt 113. Washington, DC.
- Whiteley, E.L. 1971. Influence of date of planting in the yield of kenaf. Agronomy Journal 63(1):135-136.
- Whiters, N. J. 1973. Production of kenaf under temperature conditions, New Zeland Journal of Experimental Agriculture: 253-258.
- Wildeus, S., H.L. Bhardwaj, M. Rangappa, and C.L. Webber III. 1995. Consumption of chopped kenaf by Spanish goats. Proc. Of 7<sup>th</sup>. Int. Kenaf Conf., Irving, Tx. 9-10 Mar. 1995. Int. Kenaf Assoc., Ladonia, Tx.
- Wilson, F.D., T.E. Summers, J.F. Joyner, D.W. Fishler, and C.C. Seale. 1965. 'Everglades 41' and 'Everglades 71', two new varieties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) for the fiber and seed. Florida Agr. Expt. Sta. Cir. S-168.

Wing, J.M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of kenaf. *Feedstuffs*. 39:26.

Wolf D. P., J. Coors, K. A. Albrecht, D. J. Undersander and. Carter. 1993. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Sci*. 33:1359-1365.

Cuadro 6 B. Análisis de varianza de rendimiento de proteína cruda del rebrote.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	13040.9058	4346.9686	1.06	0.4122	NS
TRAT	3	67394.6009	224641.5336	54.90	0.0001	**

C. V. 18.31                       $R^2$  0.94                      MEDIA 349.27

Cuadro 7 B. Análisis de varianza de rendimiento de proteína cruda total.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	90850.3247	30283.4415	6.04	0.0154	*
TRAT	3	1108950.4290	369650.1430	73.74	0.0001	**

C. V. 7.76                       $R^2$  0.96                      MEDIA 911.96

Cuadro 8 B. Análisis de varianza de proteína cruda de la cosecha 1..

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	2.3088	0.7696	2.22	0.1547	NS
TRAT	3	184.1675	61.3891	177.41	0.0001	**

C. V. 4.37                       $R^2$  0.98                      MEDIA 13.44

Cuadro 9 B. Análisis de varianza de proteína del rebrote.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	5.2148	1.7382	7.37	0.0085	**
TRAT	3	101.28	33.7626	143.09	0.0001	**

C. V. 3.68                       $R^2$  0.98                      MEDIA 13.16

Cuadro 10 B. Análisis de varianza de fibra detergente neutro del rebrote.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	9.3296	3.1098	0.57	0.6485	NS
TRAT	3	2668.6820	889.5668	163.14	0.0001	**

C. V. 4.27                       $R^2$  0.98                      MEDIA 54.59

## RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA COSECHA 2

Cuadro 11 B. Análisis de varianza de rendimiento de materia seca de la cosecha 2.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	3162129.4899	1054043	0.62	0.6157	NS
TRAT	5	177003968.20	35400793.640	20.66	0.0001	**

C. V. 13.86                  R2 0.87                  MEDIA 9443.62

Cuadro 12 B. Análisis de varianza de calidad de proteína cruda en la cosecha 2.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	0.5950	0.1983	0.33	0.8004	NS
TRAT	5	168.9034	33.7807	57.00	0.0001	**

C. V. 7.59                  R2 0.95                  MEDIA 10.13

Cuadro 13 B. Análisis de varianza de rendimiento de proteína cruda en la cosecha 2.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	31447.2844	10482.4281	0.73	0.5483	NS
TRAT	5	90058.9892	18011.7978	1.26	0.3313	NS

C. V. 13.50                  R2 0.36                  MEDIA 885.52

Cuadro 14 B. Análisis de varianza de fibra detergente neutra en la cosecha 2.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	SIG
REP	3	74.7391	24.9130	1.25	0.3278	NS
TRAT	5	619.4115	123.8943	6.20	0.0026	**

C. V. 6.97                  R2 0.69                  MEDIA 64.06

BANCO NACIONAL DE MEXICO, S.A.

SUCURSAL: 98 AVENIDA JUAREZ, TORREÓN, COAH  
27/11/190/11:33:16 A 24 DE NOVIEMBRE DE 2014

DEPOSITO A CHEQUES EN EFECTIVO

SUC: 7000 CTA: 5160086

CTE: CESAR, CEBALLOS/ZAMORA

AUT: 839710

IMPORTE: \$4,500.00

IMPORTE TOTAL: \$4,500.00

FORMA DE PAGO / COBRO

EFFECT. M.N.

\$4,500.00

IMPORTE TOTAL M.N.: \$4,500.00

\*\*\*\* ESTIMADO CLIENTE \*\*\*\*

ES IMPORTANTE VALIDAR QUE LOS DATOS IMPRESOS  
CORRESPONDEN A LA OPERACION SOLICITADA

