

CULIACÁN, SINALOA; MARZO DE 2014

ASESORES:
DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA
DR. LEOPOLDO RAÚL FLORES AGUIRRE
MC JAIME ELEAZAR BORBOLLA IBARRA

CO-DIRECTOR:
DR. RUBÉN BARAJAS CRUZ

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO

DANIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ

PRESENTA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE, DENSIDAD DE SIEMBRA Y ARREGLO
DE SURCO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LAS VARIEDADES HUMAYA
Y TAINUNG-2 DE KENAF CULTIVADAS EN EL VALLE DE CULIACÁN, SINALOA

TESIS



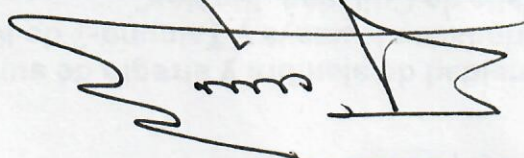
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR DANIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA; Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
CONSEJO PARTICULAR**

DIRECTOR DE TESIS

DR. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO



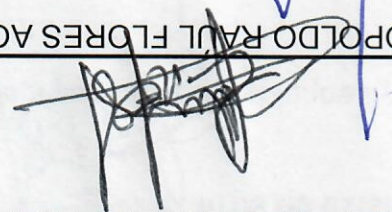
CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. RUBÉN BARRAJAS CRUZ



ASESOR

DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA



ASESOR

DR. LEOPOLDO RAUL FLORES AGUIRRE



ASESOR

MC JAIME ELEAZAR BORBOLLA IBARRA

CULIACÁN, SINALOA; MARZO DE 2014

DR. JORGE FABIO INZUNZA CASTRO
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
PRESENTE.-

Los abajo firmantes, miembros del Jurado de Grado, hacemos constar que la Tesis:

"Influencia de la edad de corte, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa"

Presentada como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Agropecuarias por el:

C. DANIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ

Ha sido revisada y considerando que cumple con los requisitos necesarios, se otorga el VOTO APROBATORIO, para ser impresa y defendida en el Examen de Grado en la fecha que la Universidad asigne para ello.

Atentamente

Culiacán, Sinaloa; a 20 de marzo de 2014

Dr. Leopoldo Raúl Flores Aguirre
Secretario

MC Jaime Eleazar Borbolla Ibarra
Vocal B

Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba
Presidente

Dr. Javier Alonso Romo Rubio
Vocal A

Dr. Rubén Barajas Cruz
Vocal C

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

MARÍA JAIME GONZÁLEZ FERNÁNDEZ (Q.E.P.D.) Y DANIEL GONZÁLEZ

VIDALES

Les dedico este importante logro, que fue posible gracias a su amor, así como agradecerles por enseñarme el camino correcto y el respetar y querer a los demás así como a la naturaleza. Guiándome siempre por el buen camino y aconsejándome para salir adelante, dándome fuerza para levantarme y seguir en el camino correcto. Gracias por todo su amor y apoyo incondicional.

A MI HIJA XIMENA GONZÁLEZ RUIZ

Gracias a dios por tenerte en mi vida y por ser el aliento que me das al esforzarme para realizar las metas que me propongo dándome el mejor regalo de mi vida. Gracias por el aliento que me das cuando es difícil el seguir de pie.

A MI ESPOSA BELÉN DEL CARMEN RUIZ DE LEÓN

Por estar siempre a mi lado en todos mis proyectos, brindándome su apoyo, paciencia y comprensión incondicional alentándome a seguir adelante en mis inquietudes y alentarme en mi profesión y metas.

A MIS HERMANAS MARÍA DE LA LUZ, ALEJANDRA Y GUILLEMINA

GONZÁLEZ GONZÁLEZ

Que con su apoyo supieron alentarme para seguir avanzando en este largo camino que decidí comenzar ayudándome a ser mejor cada instante de mi vida.

AL DR. BARAJAS Y DR. ROMO.

Por su apoyo y aporte en la dirección, realización y revisión de la presente tesis, mi sincero agradecimiento a ellos por su invaluable tiempo brindado, dedicación, amistad y apoyo incondicional que me permitirán abrirme paso en el quehacer de esta profesión.

A LOS MAESTROS.

A todos aquellos maestros del Colegio de Ciencias Agropecuarias por compartir su conocimiento en mi preparación de postgrado.

AL PROYECTO VALIDACIÓN DEL CULTIVO DE KENAS (*Hibiscus cannabinus*), COMO ALTERNATIVA FORRAJERA EN CONDICIONES DE RIEGO EN LA ZONA CENTRO DE SINALOA, Y FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA A.C.

A TODAS LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA MANERA COLABORARON CON MI PERSONA EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO, MUCHAS GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme vida y salud, y sobre todo por haberme dado la dicha de estar en este momento tan especial para todo estudiante, así como la fuerza e inteligencia para alcanzar esta meta.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa: Por ser mi alma mater.

Al Colegio de Ciencias Agropecuarias: Por haberme albergado durante este tiempo, así como al cuerpo docente y compañeros de estudio.

Al Dr. JAVIER ALONSO ROMO RUBIO Y DR. RUBÉN BARAJAS CRUZ: Por brindarme su apoyo y parte de su tiempo, así como sus consejos en la realización de este trabajo.

A FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA A.C. Y EL PROYECTO VALIDACIÓN DEL CULTIVO DE KENAF (*Hibiscus cannabinus*), COMO ALTERNATIVA FORRAJERA EN CONDICIONES DE RIEGO EN LA ZONA CENTRO DE SINALOA.

CONTENIDO

VIII	INDICE DE CUADROS.....	
IX	INDICE DE FIGURAS.....	
X	RESUMEN.....	
XI	ABSTRACT.....	
1	I. INTRODUCCIÓN.....	
3	II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	
3	2.1. Origen.....	
4	2.2. Características del cultivo de kenaf.....	
4	2.3. Morfología, fisiología y otros aspectos.....	
19	2.4. Proceso tecnológico.....	
25	2.5. El kenaf en la alimentación.....	
29	III. HIPÓTESIS.....	
30	IV. OBJETIVOS.....	
31	V. MATERIAL Y MÉTODOS.....	
31	5.1. Localización del área de estudio.....	
31	5.2. Manejo y siembra de Kenaf.....	
32	5.3. Muestreo en el cultivo de Kenaf.....	
32	5.4. Variables de estudio.....	
32	5.5. Análisis estadístico.....	
34	VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
42	VII. CONCLUSIONES.....	
43	VIII. LITERATURA CITADA.....	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1	Resultado de la densidad de siembra, arreglo de surco y días a corte en el rendimiento en forraje verde de dos variedades de Kenaf.....	36
2	Influencia de los factores variedad, días a corte, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf	37
3	Influencia de la variedad, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf cortado a los 80 días después de la siembra.....	38
4	Influencia de los factores variedad, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf cortado a los 80 días después de la siembra.....	39

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1	Representación gráfica de la interacción entre la variedad seca de Kenaf cortado a los 80 días post siembra	40
2	Representación gráfica de la interacción entre la variedad y el arreglo agronómico del surco (hilera sencilla o doble) en la producción de materia seca de Kenaf cortado a los 80 días post siembra	41

Con el objetivo de evaluar la influencia de la edad de corte, densidad de siembra y colocación de una o dos hileras de semilla por surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa se realizó un experimento. La prueba se realizó de mayo a agosto de 2012 en el Campo Experimental Valle de Culiacán, del INIFAP en Culiacán, Sinaloa. En un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2X3X3X2 con cinco repeticiones por tratamiento, en una superficie de 4,320 m² se probaron dos variedades de Kenaf (Humaya y Tainung-2), las que fueron cortadas a 60, 70 y 80 días después de la siembra; en tres densidades de siembra (10, 20 y 33 plantas por metro lineal) y colocadas en una o dos hileras por surco. Cada parcela experimental estuvo conformada por cuatro surcos de 7 m de longitud, de la cual se eliminaron para la toma de muestra los dos surcos externos y 0.5 m de la cabecera de cada surco, por lo que la unidad experimental se constituyó por dos surcos de 6 m con un área equivalente a 9.6 m². La variedad Tainung-2 produjo más ($P < 0.01$) forraje, tanto en forraje verde como en materia seca, que la variedad Humaya. En general, el corte a los 80 días produjo más forraje ($P < 0.01$), que los cortes a 60 y 70 días, los cuales fueron similares entre sí ($P > 0.10$). La densidad de 10 semillas/m² produjo una menor ($P < 0.01$) cantidad de forraje que las de 20 y 33 semillas/m², estas dos últimas fueron iguales entre sí ($P > 0.10$), y el arreglo en dos hileras de semilla por surco generó mayor producción que el de hilera sencilla ($P < 0.01$). Se encontraron interacciones ($P < 0.01$) entre todos los factores. Los resultados del presente experimento sugieren que, de las dos variedades de Kenaf, la Tainung-2 es la mejor alternativa forrajera para el centro de Sinaloa y que su siembra en hilera sencilla con una densidad de 20 semillas/m² es suficiente para alcanzar su máxima producción. En caso de utilizarse la variedad Humaya sería recomendable sembrarla en arreglo de dos hileras por surco con una densidad de 33 plantas por metro lineal.

Palabras clave: Densidad de siembra, Edad al corte, Kenaf, Variedad.

Daniel González González

Influencia de la edad de corte, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa

RESUMEN

Influence of cutting age, planting density and row arrangement on the forage production of Kenaf varieties Humaya and Tainung-2 of grown in Culiacan Valley, Sinaloa.

ABSTRACT

Daniel Gonzalez Gonzalez

With the objective of evaluate the influence of cutting age, planting density and row arrangement on the forage production of Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) varieties Humaya and Tainung-2 of grown in Culiacan Valley, Sinaloa, an experiment was performed. The trial was conducted from May to August of 2012 at The Campo Experimental Valle de Culiacan, of INIFAP in Culiacan, Sinaloa. In a completely randomized design with a factorial 2X3X3X2 arrangement with five replicates by treatment, in a 4,320 m² land surface two Kenaf varieties (Humaya and Tainung-2) were tested, they were cut at 60, 70 and 80 days after planted; in three plant densities (10, 20 and 33 plants by linear meter), and fitted in one or two lines by furrow. Each experimental parcel was constituted by four 7 m long furrows, from each the two external furrows were eliminated, and 0.5 m of furrow head too. Then the experimental unit was constituted by two 6 m furrows equivalent to 9.6 m². The Tainung-2 variety produced more forage ($P < 0.01$) both fresh and as dry matter than Humaya variety. In general form, 80 day cut produced more forage ($P < 0.01$) than 60 and 70 days cuts. The 10 seeds density produced a lower amount of forage ($P < 0.01$) than 20 and 33 seeds/m, this two last were similar between ($P > 0.10$), and two lines by furrow arrangement generated higher production than a single line ($P > 0.01$). Interactions were found ($P > 0.01$) across all factors. Results of actual experiment suggest that between the two Kenaf varieties, Tainung-2 is the best alternative to the center of Sinaloa State, and its planting in single line with a density of 20 seeds/m is enough to reach its maximum production. In case of use Humaya variety would be recommendable the two lines arrangement with a density of 33 plant by linear meter.

Key words: Cutting age, Kenaf, Planting density, Variety

I. INTRODUCCIÓN

El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) es un cultivo anual herbáceo de rápido crecimiento que produce un rendimiento alto de fibra por hectárea, así como una gran cantidad de hojas, por lo que se utiliza para la alimentación de los rumiantes tanto en pastoreo directo así como forraje de corte. Además, el Kenaf se puede henificar y ensilar para ser empleado como forraje de reserva. Por todas las ventajas que presenta el kenaf, es necesario impulsar el cultivo y aumentar la investigación, validación y transferencia de tecnología en forrajes orientados al desarrollo de los sistemas de producción de este cultivo en las áreas de producción actual y en nuevas áreas de expansión futura como son las zonas áridas del noroeste del país, por lo que se plantea el presente estudio con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de Kenaf a la densidad de población y al régimen de riego.

Considerando los requerimientos ambientales y su potencial como cultivo forrajero, el kenaf, puede ser una alternativa para integrarse en los sistemas de producción agropecuarios de las regiones áridas y semiáridas de México. Entre las cualidades del kenaf se encuentran su tolerancia a la salinidad, su gran adaptación para crecer en ambientes áridos con riego, su ciclo corto de 70 a 80 días y sus altos rendimientos de biomasa en regiones con altas temperaturas.

Los sistemas de producción tradicionales basados en alfalfa, maíz, sorgo y avena con irrigación, enfrentan múltiples problemas debido a la poca disponibilidad de agua, problemas crecientes de salinidad en suelos y un escaso patrón de cultivos forrajeros. Además, la combinación de altas temperaturas con una reducción del fotoperiodo acelera el inicio de la floración y acorta el ciclo de crecimiento total de los cultivos forrajeros tradicionales como maíz, sorgo y alfalfa, disminuyendo la acumulación de materia seca.

Esto obliga a buscar cultivos forrajeros alternativos que permitan un uso más eficiente de los recursos hídricos y edáficos de la región, y al mismo tiempo mantener o incrementar el rendimiento y calidad del forraje producido. En la planta joven, el contenido de proteína cruda de las hojas varía desde el 21 hasta un 34%, mientras que el del tallo va de un 10 a un 12%, y el de la planta entera de un 16 a un 23% (Dicks *et al.*, 1992). Como en la mayoría de las plantas forrajeras, el contenido de

proteína disminuye a medida que avanza la edad de la planta, a valores cercanos a 8.5%. Sin embargo, esos contenidos de proteína cambian con la edad de la planta y el manejo del cultivo (Webber, 1993; Muir, 2001; Muir, 2002). Existen diferencias en la producción de forraje entre las distintas variedades, debido a la interacción entre su potencial genético con el medio en el que son cultivadas, en donde la composición de los suelos y el clima juegan un papel preponderante. Adicionalmente, las labores culturales a que es sometido pueden influir en la producción de forraje, entre los que se incluyen la edad al corte, densidad de siembra y el arreglo de siembra en el surco (hilera sencilla, doble, etc.). En Sinaloa en años recientes se ha obtenido por selección el material denominado Kenaf-Humaya, una variedad de Kenaf potencialmente adaptada a la zona centro del Estado, sin embargo no se conoce con precisión su rendimiento comparativo con otras variedades del mismo cultivo. La presente investigación se llevó a cabo para evaluar la influencia de la edad de corte, densidad de siembra y colocación de una o dos hileras de semilla por surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN

El kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) es una dicotiledónea emparentada con el Okra (FAO, 1993); pertenece a la familia de la Malvaceae, sección Furcaria DC, la cual comprende una gran variedad de especies diferenciadas por las características del cáliz. Es originaria del África Austral, donde se encuentran sus formas primitivas

Las especies del género *Hibiscus* son nativas del viejo y nuevo mundo y han sido ampliamente diseminadas por la acción del hombre. De acuerdo con algunos autores (Rossi y Martinuzzi, 1988) (Singh apud Leto y Sacco, 1989), el Kenaf es conocido en Egipto y en la India desde hace muchos siglos. En América se conoce desde el siglo XVII. Es una planta, al parecer, oriunda de la India, que se cultivaba con éxito en muchos países tropicales y subtropicales, y en algunas regiones templadas donde también ha sido sembrado. Aunque se cultivaba en muchos países de Asia, América del Sur y África, los principales países productores de fibra son Tailandia, India, Brasil, China y la Unión Soviética.

2.1.1. Uso del Kenaf

En Asia, África, Centro y Sudamérica, el Kenaf (*H. cannabinus* L.) desde hace mucho tiempo se ha venido utilizando como materia prima para la obtención de fibras, telas y también como el mejor sustituto del yute, siendo menos exigente que éste en cuanto a climas y suelos.

Principales usos del Kenaf

- Forraje
- Fibras suaves para hilaza y telas.
- Substituto del yute
- Cordeles, cables, bramantes, redes de pesca, arneses para caballería
- Substituto de fibra de vidrio.
- Zapato rústico
- Cepillos absorbentes

Del conocimiento que se tenga del sistema radical de cualquier cultivo dependerán las atenciones culturales que se le darán, así como su periodicidad; por eso la parte aérea de la planta es un indicador certero de las condiciones en que se encuentra su sistema radical, aunque no se puede obviar la influencia de factores externos (clima, riego, incidencia de plagas y enfermedades, etc.) (Vincent *et al.* 1993)

De acuerdo con su origen, las raíces del kenaf se clasifican en primarias, secundarias y adventicias, encontrándose la mayor porción de raíces en los horizontes inferiores hasta 50-60 cm de profundidad, inclusive se pueden apreciar algunas hasta 1 m de profundidad. El papel de las raíces en el crecimiento y

2.3.1. Raíz

2.3. MORFOLOGÍA, FISIOLOGÍA Y OTROS ASPECTOS

El kenaf es una especie tolerante a suelos con elevados porcentajes de salinidad y alcalinidad, que son características comunes en las regiones áridas, y produce rendimientos aceptables bajo condiciones de baja disponibilidad de agua (Dicks *et al.*, 1992; Nielsen, 1998; Villar *et al.*, 2001; Unger, 2001).

Esta planta no sólo se cultiva con la finalidad de obtener fibra para la producción de sacos para envasar productos agrícolas y de la industria, sino también para la obtención de pulpa para elaborar papel y para la alimentación animal. Su fibra se ha utilizado en Asia y África desde hace varios cientos de años y ya en 1763 se mencionaba en libros técnicos. Ha sido cultivado en la India, Paquistán y muchos países tropicales. Al principio, el consumo de la fibra se limitaba a las localidades donde se sembraba, a mediados del siglo XIX se utilizó comercialmente como sustituto aceptable del yute en la manufactura de arpilleras, sacos, sogas, cordeles y forros de alfombras. Su introducción general en los trópicos fue en 1941 (Cuba, Ministerio de Agricultura 1969; CIDA, 1978; Cuadra, 1987).

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE KENAF

- Sustrato para planta
- Conglomerado.

desarrollo de la planta es muy importante, pues a través de ellas se realizan las funciones vitales para el normal 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 nula 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).

Vinent *et al.* (1993) en trabajos realizados con hongos micorrizógenos sobre el efecto de éstos en el desarrollo radical del kenaf, encontraron que un nivel de micorrizas de 1,266 esporas/100 g de suelo del género *Gromus*, producían un efecto benéfico sobre el cultivo al aumentar la capacidad de absorción de los elementos nutritivos y lograr, por efecto de las micorrizas, un elongamiento funcional (no estructural) de los pelos absorbentes, aproximadamente 7 veces su tamaño, permitiéndole así a la raíz absorber tanto los elementos nutritivos no móviles (PK) como los móviles, al penetrar dichos pelos en los espacios intermiscelares del colóide del suelo.

2.3.2. Tallo

El tallo es la porción de la planta que mayor importancia tiene no sólo para la producción de fibra, pues es donde se encuentra el fruto agrícola, sino también para la producción de forraje, ya que es el soporte natural del follaje de la planta. Por la importancia que tiene en el kenaf, se brinda una detallada explicación del mismo.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959), señala que el tallo del kenaf es sfonostele, originándose sus tejidos en dos fuentes: los tejidos primarios, que proceden casi exclusivamente de la diferenciación del "tejido fundamental" depositado por el meristemo apical durante el crecimiento celular del tallo y el cambium vascular, donde todos los tejidos producidos por esta segunda fuente son considerados de origen secundario. León (1987) concuerda con lo anterior al plantear que en el kenaf las fibras comerciales se hallan en la corteza de los tallos, los que son delgados y cilíndricos, divididos en nudos en las inserciones de las hojas, su color, agrega, varía de verde a púrpura. Vinent *et al.* (1990) coincide con los

antes anteriores al indicar que el tallo del kenaf es erecto, de color verde generalmente, de altura variable (2-4 m), dependiendo de las variedades y de las condiciones culturales. Además, señala que el tallo comprende una parte externa cortical caracterizada por presentar una fibra larga (30-40 mm) y una parte interna (heráspulo) constituida por una fibra xilemática corta (0.5-0.6 mm). En el centro de la parte leñosa existe una pequeña cantidad de médula; consecuentemente los tres componentes citados representan, respectivamente, el 25%, 74% y 1% del peso seco total del tallo. Durante el desarrollo de la corteza se observan en las esquinas de las células del tallo un engrosamiento con hemicelulosa, sustancia que ejerce una función mecánica y de sostén en el tallo joven, mientras que en la fase vegetal se observa una acumulación de celulosa compuesta, hemicelulosa, péptidos y lignina.

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 más 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 está la hipodermis, la cual durante el desarrollo de la corteza se transforma de hipodermis de naturaleza parenquimatosas en colenquimatosas, observándose las esquinas de las células fuertemente engrosadas con hemicelulosa, que ejercen una función mecánica y dan soporte al tallo joven hasta que se hayan diferenciado suficientes elementos mecánicos (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959; 1978).

La diferenciación del parénquima cortical comienza al mismo tiempo, un poco más tarde que la de la médula, y el proceso es similar. Estas células están situadas debajo de la hipodermis formando una capa continua de 2 a 3 células, pero en las capas más profundas su diferenciación se vuelve irregular, donde ciertas hileras continuas de células se hacen vacuoladas, hacia adentro, hasta una profundidad de 4 a 5 células, mientras otras permanecen sin cambiar (Vincent *et. al.* (1990). El resultado es un cordón procambial, residuo del "tejido fundamental" situado entre la corteza y la médula. La capa más externa del cordón procambial, de la cual se desarrolla el cilindro vascular, es más o menos parecida a una red y el retículo es

algo más complicado en las porciones superiores de la planta. El siguiente tejido en diferenciarse es el xilema, cilindro de madera que rodea la médula. El xilema primario en el tallo del kenaf es endógeno en su diferenciación (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959; 1978).

El estele o cambium es poliarquío, con numerosos puntos de protoxilema. Bourlly (1971; 1980) señaló que los haces de fibra floémicos externos del kenaf están asociados longitudinalmente en paredes anastomosadas, formando vainas fibrosas cilíndricas, indicando que el kenaf posee fibras textiles de origen floemiano y de tipo primario y secundario, siendo los dos tipos celulares floemianos los que producen fibras. Sobre estas estructuras, 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.

2.3.3. Las hojas

Las hojas desempeñan una función muy importante en el crecimiento y desarrollo de todo cultivo y más si éste es utilizado como forraje, como sucede con algunas variedades de kenaf. Las hojas del 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 está formada, en la axila de la hoja, una o más yemas laterales que durante el desarrollo vegetativo son capaces de producir ramas con hojas, aunque pueden permanecer en estado latente. Las yemas axilares son influenciadas en su desarrollo por el grado de exposición de éstas a la luz, la actividad fisiológica de crecimiento del meristemo apical y la distancia entre las yemas y otro meristemo apical activo en la planta, situado por encima de la yema en cuestión. En la disposición espacial de las hojas, una hoja es implantada directamente encima de la otra, la longitud de una parte de los haces individuales de fibra sobre ese lado es equivalente a la distancia entre dos hojas cualesquiera,

directamente situadas arriba o abajo de otra; este sistema de distribución de la hoja sobre el tallo se denomina filotaxia (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959; 1978)

La longitud de muchos haces individuales de fibras en el kenaf depende de dos factores: 1) la filotaxia y 2) el tamaño o longitud del entrenudo. Esto es debido al abandono que hace del estele (cilindro vascular), las tres porciones del tejido vascular para proveer la hoja y las estípulas con haces vasculares, pero junto con él se desvían también esos haces de fibra asociados a dicho tejido y se extienden hacia afuera, dentro de la hoja y estípulas; esto significa que en cada nudo una cierta porción de los haces de fibra del tallo es interrumpida, siendo ello un determinante de su longitud. El resto del tejido vascular y haces de fibra continúan hacia arriba hasta el siguiente entrenudo (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1959).

Según el Ministerio de Agricultura de Cuba (1978), las hojas del kenaf poseen largos peciolo, son palmatilobadas en mayor grado y presentan 6 o 7 lóbulos oblongos lanceolados o dentados, pudiéndose encontrar en la misma planta hojas muy lobuladas y otras casi acorazonadas. León (1987) corrobora lo anterior al destacar que las hojas del kenaf tienen peciolo largos, lisos o con espinas, añadiendo que la forma de la lámina es muy variada, tanto en los diversos cultivares 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 7 y disminuye a 3 en el ápice. El borde de la lámina puede ser entero o dentado; la posición de la hoja, o sea, el ángulo que forma con el tallo, es otra característica vegetal, finaliza este autor. Asimismo, L. Informatore Agrario (1990) coincide con los autores anteriores al destacar que las hojas del kenaf son alternas, enteras o dadas, en dependencia de la variedad, aserradas marginalmente.

2.14. Floración

El proceso de floración es una de las fases más importantes que tiene lugar durante el ciclo biológico del kenaf, la cual ocurre en los meses de septiembre a octubre en la mayoría de las variedades comerciales cubanas. Esta fase del cultivo está muy influenciada por la humedad, la temperatura y el fotoperíodo, principalmente. Crane

(1975), describió a la flor del Kenaf como solitaria, de corto pedúnculo, de corola grande y de pétalos pálidos o amarillos con su centro púrpura, la cual presenta como característica principal un pistilo central con 5 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. Refiriéndose a esto, Leto y Grazia (1989) plantean que la flor del Kenaf es la típica de las malváceas: grande, de color blanco crema, dispuesta en posición apical; mientras que argumenta que las flores del Kenaf son solitarias, de pedúnculo corto, cuyo cáliz es velloso y lanceolado y está formado por cinco sépalos. Crane (1947) detectó diferencias entre las dos variedades que se cultivaban en el hemisferio occidental: la viridis (tipo 2) y la vulgaris (tipo 8), debido a su grado de autopolinización y sus tendencias a los cruzamientos naturales, lo que fue corroborado por Ustinova (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1959), añadiendo que establecieron que las oportunidades para el cruzamiento del polen eran grandes. Killinger (1967) definió al Kenaf como una planta autopolinizada, aunque bajo ciertas condiciones la polinización cruzada ocurre desde 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 antes 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 antes (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1959).

Sobre esta etapa de la planta se han realizado diversos trabajos, entre los que se encuentra el llevado a cabo por Béquer *et al.* (1989), quienes hallaron que el MCPA y el aminol (con una dosis de 0.05 y 0.2 % PC, respectivamente) eran capaces de incrementar el periodo vegetativo mucho más que los otros productos químicos reguladores del crecimiento (Bíester y Flordimex) utilizados por ellos para provocar el retardo de la floración del Kenaf.

2.1.5. Fruto

En el cultivo del Kenaf el fruto agrícola por excelencia lo constituye el tallo, pues es el portador tanto de las fibras vegetales (en el caso de tener como objetivo de cultivo la producción industrial de fibras), como de los elementos foliares (cuando el objetivo es la producción de forraje), aunque no se minimiza la importancia de la calidad de la semilla como fruto botánico que nos garantiza las dos vertientes productivas anteriormente mencionadas.

El fruto botánico de esta malvácea es una cápsula ancha en la base y aguda en el apice, cubierta por el cáliz y el cálculo; la superficie es áspera y pubescente. Contiene cinco lóculos, cada uno con 4 o 5 semillas, de perfil triangular y grises, cubiertas de puntos amarillentos, con el hilo pequeño de color castaño (León, 1987). 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 dependencia de la variedad o línea de que se trate. Según Vinent (1983) cada cápsula puede contener alrededor de 20 semillas en el caso de las variedades C-1087 y C-2030, y más de 40 cápsulas/planta en la variedad C-977; argumentando Rivera (1968) al describir la semilla de las variedades C-961 y C-1087, que en la primera ésta es de color gris acerado con manchas aisladas de color amarillo brillante y trazos de color negro, mientras que la segunda es más oscura con manchas redondeadas de color amarillo brillante y más pequeña.

2.1.6. Fases fisiológicas del desarrollo del Kenaf

Dentro del ciclo de vida de cualquier planta de Kenaf, es posible reconocer fases fisiológicas de su desarrollo. Cada fase corresponde a una edad fisiológica particular de la planta y es caracterizada por manifestaciones externas de formas particulares de crecimiento y tipos de órganos producidos por ésta e interiormente por un balance de los procesos nutritivos y metabólicos. El Kenaf presenta dos fases fisiológicas bien delimitadas: la vegetativa y la reproductiva, las que presentan una estrecha relación con el desarrollo de la fibra en el tallo.

2.3.7. 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. En esta primera fase la cantidad de agua y minerales absorbidos es mayor, pues durante las primeras semanas de crecimiento, la planta absorbe casi todo el NPK que será necesario para el resto del periodo de crecimiento, manteniendo en alto grado la actividad fotosintética. La fase vegetativa es un periodo de gran actividad del cambium del tallo y es un importante periodo de formación de fibra, por lo que una fitotecnia adecuada en esta etapa influye significativamente en la calidad de la misma (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1959).

Trabajos realizados por 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. Según el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959) la fase vegetativa finaliza por completo al tiempo que la décima flor abre, no produciéndose más fibra en el tallo; los elementos de fibras no maduras del tallo, comienzan a madurar rápidamente y las paredes del tallo se vuelven gruesas y ganan resistencia y peso.

2.3.8. Fase reproductiva

La fase reproductiva comienza a observarse cuando empieza la formación de los botones florales; en esta etapa las divisiones del cambium, particularmente en los 2/3 inferiores del tallo son muy retardadas; la energía de la planta es empleada en la formación de flores, frutos y semillas, retardándose la absorción de agua y minerales; el metabolismo es incrementado con la digestión de proteínas y carbohidratos en las hojas y en las partes inferiores del tallo, debido a que la planta emprende la movilización de sus reservas dentro de su centro. Durante el comienzo de la fase de fructificación las aplicaciones de fertilizantes pueden tener marcados efectos benéficos en la planta, mientras que si los fertilizantes son aplicados al comienzo floral, las plantas son incapaces de recuperar los elementos necesarios del suelo, según explica el instructivo técnico para el cultivo del Kenaf (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1978).

Aunque las plantas pueden florecer entre ciertos límites de fertilidad y humedad, las horas de luz recibidas y la temperatura son los dos factores principales que regulan la floración, la germinación y el desarrollo del ciclo biológico del Kenaf. Crane (1947) señaló que este cultivo es capaz de adaptarse a una gran variedad de condiciones climáticas, aunque es sensible a las heladas, teniendo un mejor crecimiento en las regiones tropicales y subtropicales; Remussi (1956), coincide con lo anterior al plantear que esta planta necesita para su buen desarrollo un clima caluroso y húmedo, aunque podría adaptarse a cierta distancia de la línea ecuatorial. Crandall (1955), argumentó, que entre otros factores, una temperatura fresca inflúa sobre la reacción de la planta a la antracnosis; mientras que Killinger (1969), por su parte, planteó que el Kenaf crecía dentro de un amplio rango de latitud, estando limitado su crecimiento por las heladas, la fertilidad, la humedad y la luminosidad.

2.3.10. Luz y temperatura

Diversos investigadores no han llegado a un consenso respecto al completamiento 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). Narasinga Rao, citado por Crane (1947), señaló que el kenaf posee $2n = 72$, Campbell et al, (1980) determinaron que este cultivo poseía un número de cromosomas $2n = 36$, comprobando que al tratar el meristemo apical con colchicina se obtenían plantas tetraploides ($2n = 72$). Al respecto, 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; este criterio fue refutado por Vinent et al, (1989), al obtener 25 líneas F-5 moderadamente resistentes y 4 altamente resistentes, con caracteres agronómicos deseables, obtenidas del cruzamiento entre dos líneas de *Hibiscus sabdariffa* y la variedad C-680, empleando colchicina para vencer la infertilidad.

2.3.9. Genética del Kenaf

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 armónico del cultivo en cuestión, lo cual repercute de forma favorable en la calidad del fruto agrícola o botánico 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. Atendiendo a lo anterior, 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 4-5 meses, añadiendo que era esencial que el periodo húmedo fuera seguido por uno

2.3.11. Humedad

Refiriéndose a lo anterior, 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, mientras que Whithers (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, aunque los rendimientos eran menores en estas últimas condiciones de clima. Follin (1978) reportó que la temperatura tiene un papel importante en la regulación de la antracnosis (*Colletotrichum hibisci* Poll.), definiendo la temperatura de 25°C como eficaz para neutralizar el hongo en 2 o 3 días, mientras que 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. Resultados similares se reportaron en el L. Informatore Agrario (1990), en donde se indica que el mínimo térmico para la germinación de la semilla de Kenaf es de 13°C, mientras que el óptimo está comprendido 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. Vinent y Alvarez (1979) coinciden con los autores anteriores al señalar que en los meses de noviembre y febrero la germinación tardó un día más con relación a las siembras efectuadas en los meses de marzo y julio debido a la temperatura.

El suelo como soporte natural de las plantas y uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para obtener elevados rendimientos, no debe explotarse indiscriminadamente, pues es fuente alimenticia por excelencia de los cultivos y su buen cuidado favorece una microflora y una microfauna muchas veces necesaria y beneficiosa para el cultivo en cuestión, que luego se traduce en elevados índices productivos. Diversos autores coinciden en afirmar que el Kenaf se adapta a un amplio rango de suelos. Knight y Huneke (1975), 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, elevado contenido de materia orgánica y pH neutro, prefiriéndose su cultivo en suelos franco-arenosos, ricos en materia orgánica; Killinger (1967) añade que al aumentarse el pH de 5.5 a 6, por adición de cal en

2.3.12. Condiciones de suelo

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; 1978) explica que este cultivo necesita de humedad 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, valores similares a lo reportado por Ustimenko-Bakumovski (1982), el cual refiere que el Kenaf es muy exigente a la humectación del suelo y al mismo tiempo se caracteriza por su elevada resistencia a la sequía, requiriéndose para su normal desarrollo una suma de precipitaciones anuales de 600-800 mm, aunque este cultivo a diferencia del yute no soporta las inundaciones. Estudios realizados por Muchow (1992) ratifican la importancia del agua en este cultivo al comprobar que tanto la cantidad de radiación interceptada (Qi) como el uso eficiente de la radiación (RUE) decrecieron bajo déficit de agua y escasez de nitrógeno, enfatizando que RUE fue reducida proporcionalmente más que Qi y que la producción de biomasa fue más sensible al déficit de agua, pero menos sensible al suministro de nitrógeno que a la absorción de éste. Por último, agrega que la concentración de nitrógeno fue más elevada en la planta bajo déficit de agua y elevado suministro de nitrógeno.

Florida y otros lugares (Crane, 1947; Allison, 1951; Remussi, 1956; Knight y Huneke, desarrollo de la etapa de floración y fructificación en las condiciones de Cuba, la favorecen el crecimiento de la fibra, mientras que los días cortos estimulan el En el caso del Kenaf se ha reportado que es una planta en la cual los días largos alargamiento de los entrenudos, la germinación de la semilla y la caída de las hojas. de luz y oscuridad, y éstas pueden ser la floración, el crecimiento vegetativo, el manifestación de una planta ante la duración y el orden de alternancia de periodos y cualitativa. Devlin (1975) definió la respuesta fotoperiódica como cualquier cultivo de forma cuantitativa

Kenaf es muy importante, pues influye en todo el proceso agro-productivo de este incluso a diferentes regímenes de duración del día. Este fenómeno en el caso del habitat de origen, las plantas están adaptadas a diversos factores ambientales, El fotoperiodo es un factor importante en la distribución natural de las plantas. En su

2.3.13. Fotoperiodo

orgánica y de retención de humedad y suelos con buena aireación. desarrollo óptimo del Kenaf son: pH entre 6 y 6.8, buen contenido de materia señalar que los requerimientos indispensables que debe tener un suelo para el Informe Integral sobre Fibras Naturales (IIFN, 1992) se corrobora lo anterior, al en humus con pH de 6 a 6.8, con una profundidad de siembra de 3-5 cm. En el fertilidad del suelo que el yute, cultivándose bien en suelos ligeros, arcillosos, ricos calidad. Ustimenko-Bakumovski (1982) indicó que el Kenaf es menos exigente a la y en suelos de turbas, aunque en este último las pruebas de fibra resultaron de baja variadas, teniendo un buen crecimiento en suelos arenosos intermedios y orgánicos Florida este cultivo se adapta perfectamente a suelos de características muy en materia orgánica que en suelos arenosos, indicando que en las condiciones de la plantas, el diámetro del tallo y el rendimiento en fibra eran mayores en suelos ricos Seale *et al.* (1952) Plantearon que en el tiempo óptimo de siembra, la altura de las a 2.5 cm de espesor entre plantas, para una rápida y uniforme emergencia del Kenaf. White *et al.* (1971), recomendaron una cobertura uniforme de materia orgánica de 1.2 parcelas experimentales, se obtuvieron rendimientos de 14-20 t/ha, mientras que

1957; Puentes, 1958). Su 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; Dinh, 1973). Varios autores (Crane, 1947; Allison, 1951; Remussi, 1956; Knight y Huneke 1975; Puentes, 1958), indicaron que un fotoperiodo de luz de 12.36 horas podía inducir el florecimiento tan tempranamente como alrededor de 2 meses, mientras que un fotoperiodo de 16 horas podía provocar un crecimiento vegetativo indeterminado en la planta, no floreciendo ni después de cuatro meses Crane *et al.*, (1946). 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 foto periódica, y por ello nuevas variedades podían ser cultivadas con menor cantidad de luz. Killinger (1967), en la Florida (EU), expuso que el Kenaf posee una reacción foto periódica de gama muy amplia, concluyendo que esta planta es sensible a la duración del día, de acuerdo a las variedades. Rivera (1968) se refirió en la descripción de las variedades C-961 y C-1087 a la estrecha relación existente entre el fotoperiodo, la etapa de floración y la maduración de la fibra. Mientras que Puentes (1974) definió a esta última variedad como más termo periódica que foto periódica. El Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) indicó que independientemente de la época de siembra, este cultivo no florece hasta que se alcanzan los días menores de 12.30 horas-luz durante los meses de septiembre y octubre, lo que concuerda con la FAO (1978) y Ustimenko-Bakumovski (1982), los cuales plantean 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. Vinent y Alvarez (1979) corroboran lo anterior al indicar que las variedades de Kenaf C-195 y C-108 mostraron sensibilidad a la longitud del día, apareciendo la floración cuando ésta era inferior a 12.43 horas, lo que demostró que el Kenaf era un cultivo de días cortos para la floración. Vinent (1982) en un estudio de la variedad C-977, demostró que la misma posee un potencial de rendimiento mayor que la C-961, siendo además insensible a la duración del día astronómico.

A pesar de que la naturaleza foto periódica del Kenaf resulta un inconveniente para la producción, en Cuba se han obtenido variedades insensibles al fotoperiodo, tales como K-5f, K-6f, K-7f y V-3.

2.3.14. Variedades de Kenaf

Las variedades de Kenaf se diferencian entre sí por características cuantitativas y cualitativas muy importantes, 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 las potencialidades productivas reales de las variedades, la finalidad de éstas (semilla, fibra o forraje) y la época de siembra. Atendiendo a lo anterior, varios autores coinciden al afirmar 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 (Crane, 1947; Remussi, 1956)

Estas variedades, con sus tipos agrícolas aislados en la India son:

1. Variedad simplex: Tipo 1. Tallos púrpuras, hojas enteras con peciolo púrpura.
2. Variedad viridis: Tipo 2. Tallos verdes, hojas enteras con peciolo verdes.
3. Variedad ruber: Tipo 3. Tallos colorados abajo, verdosos arriba, hojas divididas con peciolo verde.
4. Variedad purpurens: Tallos púrpuras, hojas divididas con peciolo púrpuras. Tipo 4. Tardío, tallos muy altos y delgados, hojas de lóbulos angostos de color púrpura, pétalos púrpura. Tipo 5. Precoz, tallos cortos, robustos, hojas verdes con lóbulos anchos.
5. Variedad vulgaris: Tallos verdes, hojas divididas con peciolo verdes. Tipo 6. Muy precoz. Tipo 7. Tardío tipo comúnmente cultivado; plantas con tallos rojizos. Tipo 8. Tardío, plantas con tallos verdes.

2.3.15. Variedades comerciales empleadas

En Cuba, numerosos investigadores han centrado su atención, desde 1916 hasta nuestros días, en obtener variedades de Kenaf capaces de adaptarse a dos de las principales dificultades de este cultivo en este país: la fotosensibilidad y la susceptibilidad a la antracnosis.

Las variedades Walker Tardía, Walker Hífiber, Tingo María, Java y otras, introducidas después del año 1943, resultaron ser susceptibles a la antracnosis. Grandall (1955) indicó 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 con marcadas diferencias en el color del tallo y las hojas, la relación filotáxica y el ciclo vegetativo y resistencia a la antracnosis, con un índice de infestación de los nemátodos de 44% para la primera variedad y de 22% para la segunda. Los rendimientos de estas variedades fueron buenos, comparables con los de la C-195 y C-108. Al respecto Alvarez y Vinent (1979) indicaron que la variedad C-977 tiene la ventaja de no tener respuesta significativa al fotoperiodo; corroborando su condición de planta de días neutros respecto a la floración, siendo su potencial de rendimiento superior a la variedad C-961 (Vinent 1982). 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. El potencial de dichas variedades (K-2 y Vinkat-3), oscila entre 12.99 y 13.97 t/ha de masa seca/ha/siembra, respectivamente, incrementando la producción de leche diaria en 2-3 l/vaca al suministrarse a bovinos, mientras que en porcinos la biomasa de estas variedades es bien aceptada obteniéndose una ganancia media diaria de 90 g en cerdos de crecimiento. Asimismo se refiere también, en las dos primeras variedades, al contenido de β -caroteno como fuente de vitamina A, el cual oscila entre 65.1 mg/kg (harina) y 241.0 mg/kg (forraje) valores comparables con los de la alfalfa y la leucaena, mientras que Castillo (1978), citado por Febles *et al.* (1989), reporta valores de 518.3 mg/kg en harina de

hoja de leucaena y Meulen *et al.* (1979), indicaron valores de 227-248 mg/kg/masa seca para esta leguminosa.

2.4. PROCESO TECNOLÓGICO

2.4.1. Preparación de suelo

Para que un cultivo pueda expresar todo su potencial productivo no basta con que éste reúna todas las exigencias agronómicas, es necesaria también una adecuada preparación de suelo para ello, pues son bien conocidos los efectos benéficos que sobre las plantas ejerce un suelo bien acondicionado: posibilita un mejor anclaje de la planta y, por tanto, un uso más eficiente de los nutrientes del suelo, influye de forma decisiva en el rendimiento agrícola, contribuye a atenuar la incidencia de plagas y enfermedades, etc. Por ello es de suma importancia tener esto presente, ya que ninguna labor posterior puede reparar el daño que resulta de una mala preparación de suelo. La importancia de una buena preparación de suelo en el Kenaf es resaltada por varios autores (Knight y Huncke, 1957; Shalton, 1960 y DINAME, 1975). El 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 mejora de las condiciones físicas del suelo y elimina el mayor número posible de nemátodos en caso de infestación de este parásito.

2.4.2. Época de siembra

La época de siembra es un factor muy importante a la hora de trazar una estrategia de producción (semilla, fibra o forraje), pues en dependencia de su acertada elección o no, así serán los resultados productivos que se obtengan debido a la naturaleza fotoperiódica de la mayoría de las variedades de Kenaf. 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). Estos autores

señalan además que los más altos rendimientos en semilla los obtuvieron con las siembras de julio y agosto. Henain y Cenoz (1969) reportaron que las siembras tempranas proporcionaban una mayor altura, la que se estabiliza al alcanzar la floración, siendo superior el rendimiento en semilla en siembras más tardías, mientras que White *et al.* (1970), indicaron que las variedades de maduración tardía requerían días cortos para la iniciación floral, recomendando siembras tempranas para la obtención de fibra mientras más favorables fueran las condiciones del suelo.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) afirmó que las siembras efectuadas en julio y agosto favorecieron el rendimiento de la semilla, originado un descenso del rendimiento en fibra, mientras que en los meses de mayo y junio se favoreció la producción de fibra en la planta. Vinent y Alvarez (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; mientras que 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, siendo las más provechosas para la obtención de fibras, y las de agosto y septiembre para la obtención de semilla, en las condiciones de la Florida (EU). Vinent (1992) en estudios efectuados con la variedad C-977, llegó a la conclusión de que dada su característica de ser insensible al fotoperiodo y su ciclo superior a los 95 días, puede sembrarse desde febrero hasta noviembre si se dispone de riego en las condiciones climáticas de Cuba. Muchow y Wood (1985) plantearon que los máximos rendimientos en semilla e índices de cosecha fueron obtenidos en la siembra de enero-julio de la variedad Everglade-71, y de enero-abril de la variedad Guatemala-4, concluyendo que los mayores rendimientos fueron asociados con incrementos en el tamaño de la semilla y el número de cápsulas; el número de semillas por cápsulas fue de 12.8 independiente de la fecha de siembra y la variedad. Muchow *et al.* (1985) señalaron

que existieron diferencias marcadas entre estos dos cultivares (Everglade-71 y Guatemala-4) y la fecha de siembra, reportando rendimientos en tallo entre 4 y 23 t/ha y el tiempo desde la siembra hasta la maduración entre 140 y 333 días; estas diferencias fueron atribuidas a las distintas respuestas de los cultivares al foto periodo. El porcentaje de fibra basta en los tallos osciló entre 27 y 48%; estos autores arribaron a la conclusión de que el cultivar Guatemala-4 tuvo los más altos rendimientos en tallo y fibra basta 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 basta que la Guatemala-4.

2.4.3. Distancia y densidad de siembra

La distancia y la densidad de siembra en el proceso productivo del kenaf revisten gran importancia, pues 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. La distancia de siembra tiene una influencia considerable sobre el grado de ramificación del tallo, a tal punto que la distancias de 0.5-0.8 m entre plantas fueron suficientes para obtener plantas ramificadas que producían una mayor cantidad de cápsulas con semillas que las plantas que tenían un solo tallo (Crane y Acuña, 1945); estos autores añaden que había una tendencia pronunciada al aumento de la distancia de siembra, aunque al mismo tiempo se manifestó un descenso en el rendimiento de semillas por hectárea.

En Cuba, siembras hechas a 20 cm entre hileras y 5 cm aproximadamente, entre plantas, dieron buenos resultados al obtenerse altas producciones de fibra (Crane, 1977). Allison (1951) planteó 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 de fibra, dependiendo de la viabilidad de la semilla, añadiendo que para la producción de semillas era conveniente emplear de 17-32 kg/ha, lo que concuerda con lo recomendado por Seale *et al.* (1952), para la producción de semillas en la Florida (EU), los cuales indican una proporción de 15 a 25 kg/ha en hileras de 17-34 cm. Campose (1937), citado por Remussi (1956), recomendó la distancia de siembra de

20 cm entre hileras y 15 cm entre plantas, mientras que Suárez (1958) indicó una distancia de siembra de 87 cm, a razón de 9 kg/ha, para la producción de fibra. El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959) señaló que al emplearse 4, 8, 16 y 24 cm de separación y una distancia de 5-10 cm por planta, la distancia de 16 cm entre hileras y de 5 cm entre plantas produjo el mayor porcentaje de fibra seca por planta verde.

2.4.4. Atenciones 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 Hunke (1957), el empleo del cultivo 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 que media entre la siembra y la cosecha. Para el Kenaf no existen prácticamente labores de cultivo, exceptuando las aplicaciones de fertilizantes, construcciones de canales de drenaje y limpiezas de guardarraya (DINAME 1975). 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 en la lucha contra la vegetación indeseable es conveniente aplicar simazina a razón de 2 kg/ha, siete días antes de la siembra.

2.4.5. Fertilización

El uso de los fertilizantes es una práctica muy común y necesaria en la agricultura por la positiva influencia que sobre los cultivos tienen éstos, siempre y cuando no se incurran en excesos, pues no sólo mejoran cuantitativamente las cosechas sino también cualitativamente. En el caso del Kenaf éstos 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 .5 t/ha y nitrato de potasio a 1.65 t/ha, aumentaron los rendimientos, mientras que las aplicaciones de superfosfato produjeron incrementos significativos en los rendimientos al emplear altas dosis: (745

kg/ha) en comparación con dosis pequeñas: 5 t/cab (372 kg/ha). Además hicieron notar que el Kenaf respondió favorablemente a las aplicaciones de fertilizantes potásicos. DINAME (1975) planteó que en el Kenaf se utiliza la fertilización sobre la superficie, enterrándolo con un pase de gradas, bajo las condiciones de Cuba, recomendando el empleo de la fórmula 6-16-6 con una dosis de 16 t/ha; Remussi (1956), coincide con ello y agregó que el fertilizante NPK debe ser enterrado a 10 cm de profundidad, siendo el abono más empleado en las regiones tropicales el que se compone de 12% de ácido fosfórico, 21.5% de cloruro de potasio y de 8 a 10% de calcio, a razón de 150 a 200 kg/ha. Además resalta que el potasio aparte de evitar el agotamiento del suelo retarda el desarrollo y la propagación del nemátodo. Refiriéndose a esto 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.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959) reportó en suelo ferralítico rojo hidratado aplicaciones de NPK separadamente y en combinación, empleando nitrato y óxido de potasio a razón de 37 kg/ha, concluyendo que el incremento de los rendimientos de fibra seca por el empleo de fertilizantes no fue significativo en ninguno de los experimentos, siendo el rendimiento de las parcelas que recibieron fósforo y potasio más bajo que sus correspondientes parcelas testigo, sin embargo no fueron iguales los resultados obtenidos en suelos loam arenoso fino Manacas, donde la aplicación de fósforo, solo y combinado con nitrógeno, produjo un aumento significativo de los rendimientos. En cuanto a la resistencia de las fibras, los fertilizantes fosforicos produjeron un incremento en este parámetro, en contraste con el nitrógeno, que provocó una reducción de la resistencia de la fibra. Killinger (1967) empleó fertilización nitrogenada en forma de nitrato a ambos lados de la planta con una dosis de 100 a 160 kg/ha, seis semanas después de la siembra con promedio de altura de la planta de 60 a 90 cm en suelo arenoso fino, mientras que Shalton (1968) recomendó aquellos fertilizantes que poseen nitrógeno a una dosis de 34 a 68 kg/ha. Jacob y Uekull (1968) recomendaron el empleo de fertilizantes en la proporción de

8:12:12 y citaron a Ikeda e Inadon (1938) los que expusieron que el ácido fosfórico tiene un efecto particular sobre el número de haces conductores y que la deficiencia de potasio retrasa el desarrollo de la membrana celular. Adamson y White (1972) emplearon en un suelo loam arenoso Collington, fertilizantes NPK con una proporción de 95-84-78 kg/ha, respectivamente, para lograr aumentos en los rendimientos del tallo. Massey (1974) empleó niveles de nitrógeno de 90 y 112 kg/ha, comprobando que el nivel de 90 kg/ha incrementó el rendimiento del tallo; mientras que Watson *et al.* (1976) expusieron que las óptimas proporciones de nitrógeno eran las de 250 a 300 kg/ha en las condiciones de Australia. Según Ustimenko-Bakumovski (1982) en África del Sur se aplica en el Kenaf un equivalente de 90-60-60 kg/ha de NPK, respectivamente, mientras que en Taiwán se aplica 100-40-60 kg/ha de NPK. Plantea además que dicho cultivo es sensible a los fertilizantes, sobre todo los nitrogenados, siendo su norma no menor de 40 a 60 kg/ha, teniendo importancia particular para esta malvácea el empleo de mezclas de nitrógeno.

2.4.6. Rotación del Kenaf

La rotación de cultivos es una práctica agrícola muy común consistente en la sucesión recurrente de uno o varios cultivos diferentes en un mismo terreno, con exigencias nutricionales distintas de los anteriormente establecidos, y donde estos últimos no pueden ser susceptibles a las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos precedentes. Esta operación cobra mayor importancia en el caso del Kenaf por constituirse en un arma eficaz para contrarrestar la incidencia de los nemátodos formadores de agallas, la principal plaga que ataca a este cultivo. Ustimenko-Bakumovski (1982) señala que el Kenaf se cultiva en rotación o en forma permanente y puntualiza que en los subtropicos el Kenaf se alterna con la alfalfa, el maíz y el arroz, ubicándose en la ex-URSS (Usbekistán) en cultivos de rotación especial con regadío, en la forma siguiente: Kenaf: 65-70%, alfalfa: 18-20%, maíz: 6-10% y arroz: 5-6%.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1994) plantea que con relación a la agrotecnia del cultivo se han obtenido resultados importantes en la determinación de las distancias de siembra para cada caso (semilla, fibra, alimentación animal), así como

en el esquema de rotación más adecuado, definiéndose los cultivos de ajonjolí, maní, maíz y sorgo como los más efectivos.

2.4.7. 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, pues mientras más se prolongue éste la fibra va perdiendo calidad y su extracción se dificulta. Seale *et al.* (1952) afirmaron que era conveniente comenzar la cosecha antes que las plantas alcanzaran 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, añadiendo que el descortezamiento debe hacerse lo antes posible después del corte, preferiblemente dentro de las primeras 36 horas, pues el periodo en que se efectúa el corte influye en la calidad de la fibra. Por otro lado 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) concuerdan con lo anterior, al afirmar 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, a lo que agrega Ustimenko-Bakumovski (1982), que el Kenaf se comienza a cosechar cuando florece no menos del 50% de las plantas, siendo mejor la descortezación inmediata, pues con la demora disminuye la calidad de la fibra.

2.5. EL KENAF EN LA ALIMENTACIÓN

2.5.1. Producción de Kenaf como alimento para el ganado.

Aunque el Kenaf se considera generalmente como un cultivo de fibra, toda la planta de Kenaf, tallo (núcleo y corteza), se puede utilizar como un alimento para el ganado.

a investigación indica que tiene alto contenido de proteínas (Clark y Wolff, 1969; Killinger, 1969). El contenido de proteína cruda en la hoja de Kenaf varió de 14% a 4% (Killinger, 1969; Uriyajantratong *et al.*, 1973; Swingle *et al.*, 1978; Webber, 1993); en el tallo el contenido de proteína cruda varió de 2% a 12% (Swingle *et al.*, 1978; Webber, 1993), y en toda la planta el contenido de proteína cruda varió de 6% a 23% (Killinger, 1969; Swingle *et al.*, 1978; Webber, 1993).

El Kenaf puede ser ensilado efectivamente, y tiene digestibilidad satisfactoria con un alto porcentaje de proteína digestible (Wing, 1967). La digestibilidad de la materia seca y proteína cruda en Kenaf varió de 53% a 58% y el 59% a 71%, respectivamente (Wing, 1967; Suriyajantratong *et al.*, 1973; Swingle *et al.*, 1978). La harina de Kenaf, que se utiliza como un suplemento en una ración de arroz para las ovejas, se compara favorablemente con una ración que contiene harina de alfalfa (Suriyajantratong *et al.*, 1973). También se ha determinado que el Kenaf picado (29% materia seca, proteína cruda 15.5%, y 25% de fibra ácido detergente) es una fuente de alimentación adecuada para cabras (Wildens, *et al.*, 1995).

La mayoría de los programas de cría en los EE.UU. han desarrollado variedades que son más adecuados para la producción de forraje que para la producción de fibra. Los rendimientos de hojas y porcentajes de biomasa de las hojas son consideraciones importantes en la selección de cultivares para ser utilizado para la producción de forraje de Kenaf, porque las hojas son la fuente primaria de proteínas (Webber, 1993). Los científicos han informado la diferencia entre las variedades por el porcentaje de biomasa de hojas (Webber, 1993) y los rendimientos protéinicos variedades "Guatemala 51" tuvo el mayor porcentaje de biomasa en hojas (32%) entre 5 variedades evaluadas, y "Guatemala 45" tuvo el menor porcentaje de biomasa de hojas (30.9%); como un potencial de cultivos forrajeros también determinaron que la edad de la planta en la cosecha puede influir en la composición de la planta, tales como porcentajes de hoja, y el contenido de proteína (Webber, 1993; Bhardwaj y Webber, 1994). El porcentaje de biomasa foliar y porcentaje de proteína cruda disminuyó a medida que la planta de Kenaf madura y aumentaron de altura (Webber, 1993; Bhardwaj y Webber, 1994).

Estudios realizados en Estados Unidos de América indican que el nivel de rendimiento y el ciclo de crecimiento son muy variados, de acuerdo al clima, manejo agronómico, edad y número de cortes o cosechas. (Webber, 1993) reportó que en Texas, un rendimiento promedio de materia seca en dos años de 4,764 kg/ha⁻¹, con una precipitación de 404 mm y una duración de ciclo de 76 días, mientras que con precipitaciones de 476 mm y un ciclo de 99 días el rendimiento de materia seca fue de 7,521 kg/ha⁻¹. Muir (2001) en el centro de Texas encontró un incremento en rendimiento de materia seca al aumentar la precipitación durante el ciclo. En este estudio, se produjeron 2,359 kg/ha⁻¹ en 90 días durante un año seco, mientras que en un año relativamente húmedo el rendimiento de materia seca fue de 5,064 kg/ha⁻¹. Nielsen (2004) en Akron Colorado encontró que el Kenaf en dos cosechas realizadas a los 96 y 152 días después de la siembra produjo rendimientos de materia seca de 2,000 kg/ha⁻¹ con 274 mm de agua consumida, mientras que con un consumo de agua de 507 mm el rendimiento de materia seca fue de 6,000 kg/ka⁻¹. En Argentina se obtuvieron rendimientos de más de 17.5 ton/ha⁻¹/MS (Cook *et al.*, 1995), donde los resultados de los ensayos actuales son muy variables fluctuando de 4.3 ton/ha⁻¹/MS a 13.3 ton/ha⁻¹/MS. Los rendimientos dependen de la ubicación del ensayo y del clima. Ningún cultivo de mostró superior a los otros, en todas las localidades, indicando que la influencia de la ubicación es significativa y debe ser considerada al elegir un cultivo para la producción de forraje.

2.5.2. Rendimiento y potencial de uso forrajero

asociación con maíz, el Kenaf sólo aportó de 14 a 19 % del rendimiento de materia estadísticamente iguales a las siembras de maíz y sorgo en monocultivo. En la después de la siembra. Los rendimientos en las asociaciones fueron (1993) obtiene en un estudio realizado en Texas, EE. UU. 7,512 kg/ha⁻¹ a los 99 días la Comarca Lagunera a los 83 días después de la siembra fue similar al que Webber asociaciones de maíz con Kenaf y con sorgo. El rendimiento del Kenaf registrado en similar (6,920 a 7,653 kg/ha⁻¹) pero inferior al del maíz, del sorgo y al de las materia seca, mostrando que el rendimiento de las dos variedades de Kenaf fue Reta *et al.* (2006) encontró diferencia estadística significativa en el rendimiento de

seca, mientras que el sorgo nevadura café aportó 35 %. Danalatos y Archontoulis (2010), realizaron un estudio en la parte central de Grecia donde evaluaron dos variedades de Kenaf, Tainung-2 y Everglades-41 las cuales se adaptaron muy bien a las condiciones ambientales, alcanzando un alto potencial de rendimientos con producciones entre las 18 t/ha¹ y 22 t/ha¹; el periodo de crecimiento jugó un papel importante ya que se dispuso de un periodo apto para el crecimiento debido a que las fechas de siembra se realizaron a mediados de abril hasta mediados de mayo, cuando la temperatura se estabilizó por encima de 15 °C, en otras fechas la productividad decaería hasta un 40%.

III. HIPÓTESIS

La producción de forraje de variedad Humaya de Kenaf es similar a la de la variedad Tainung-2, independientemente de la edad de corte, densidad de siembra y el número de hileras de semilla por surco cuando son cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General.

Evaluar la influencia de la edad de corte, densidad de siembra y colocación de una o dos hileras de semilla por surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

4.1.1. Objetivos Específicos

2.1. Medir el efecto de la edad al corte en la producción de materia verde y materia seca de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

2.2. Determinar el impacto de la densidad de siembra en la producción de materia verde y materia seca de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

2.3. Comparar la influencia de la colocación de una o dos hileras de semilla por surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

2.4. Explorar la posible interacción entre la edad de corte, densidad de siembra y colocación de una o dos hileras de semilla por surco en la producción de forraje de las variedades Humaya y Tainung-2 de Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivadas en el Valle de Culiacán, Sinaloa.

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Localización del área de estudio.

Este trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Valle de Culliacán (CEVACU), localizado en el Km 16.5 de la carretera Culliacán-Eldorado en el municipio de Culliacán, Sinaloa. Ubicado en la Longitud $107^{\circ} 26' 31.26''$ y latitud $24^{\circ} 37' 56.92''$ a una altura de 21 msnm, con temperaturas media anual de 24.9°C , presentando la mínima temperatura promedio en el mes de enero con 19.4°C y 29.3°C como máxima para los meses de abril y mayo. El clima se define como BS1 (h) w (w) (e) para el mes de agosto, y abril y mayo con el menor índice correspondiente 1.6 mm (Köppen modificado por García, 1987). La siembra de Kenaf se realizó durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2012. El suelo se caracteriza con textura Franco-Arcilloso y un pH de 7.56 y una Conductividad Eléctrica de 0.50 (dS/m).

5.2. Manejo y siembra de Kenaf.

El trabajo de campo inició el 16 de mayo de 2012 al 6 de agosto de 2012. Se estableció un experimento donde se utilizaron dos variedades de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) Humaya y Tainung-2; se realizaron tres densidades de plantas 10, 20 y 33 plantas por metro lineal, lo que representa 125,000, 275,000 y 412,500 plantas por hectárea respectivamente; se realizaron tres cortes el primero a los 60 días, el segundo a los 70 días y el tercer corte a los 80 días después de la siembra, la parcela experimental consistió en $4,320\text{ m}^2$ y la parcela útil fue de 9.6 m^2 . La fertilización nitrogenada se aplicó antes de la siembra al 100%, dirigida al centro y al lomo del surco, esta fertilización de Nitrógeno fue en base de urea (46-00-00) y fósforo a basa de Fosfato monoamónico (11-52-00), teniendo una mezcla de 150 Kg de urea y 100 Kg de Fosfato monoamónico, con una fertilización de (80-52-00) U.N/ha. Se aplicó un riego de pre siembra y posterior a este se realizó la siembra en húmedo; se dieron dos riegos hasta el primer corte, y en los cortes posteriores a los 70 y 80 días después de la siembra se aplicó un riego de auxilio.

Muestreo en el forraje de Kenaf.

Se realizaron tres muestreos, el primero a los 60 días después de la siembra (17 de julio de 2012), el segundo muestreo a los 70 días después de la siembra (27 de julio de 2012), y el tercer muestreo a los 80 días después del corte (6 de agosto de 2012). La determinación de la producción de forraje verde se colectaron 5 (cinco) plantas mediante la técnica de corte directo con machete a 7 (siete) centímetros de altura, con un área de muestra de 2 (dos) surcos de 6 (seis) metros de largo y 0.80 m. de distancia entre surcos de 0.80 m. con un área de muestra de 9.6 m² cada planta. Después se realizó una muestra homogénea para deshidratar el forraje seco y determinar el porcentaje de humedad en el forraje. La materia seca (forraje seco) se obtuvo mediante la desecación de las muestras en estufa a 65°C durante 72 horas. Las muestras se colocaron en estufa de forjado a 110°C durante 24 horas para determinar el contenido de materia seca (AC, 1975).

Variables de estudio.

Las variables fueron: Rendimiento de Forraje Verde (F.V./t/h⁻¹), rendimiento de materia seca (M.S./t/h⁻¹), Corte (60 días después de la siembra, 17 de julio de 2012, 70 días después de la siembra 27 de julio de 2012 y 80 días después de la siembra 6 de agosto de 2012), Variedades de Kenaf (Humaya y Tainung-2), Densidad de 10, 20 y 30 plantas/m (equivalentes a 125,000, 275,000 y 412,500 plantas/h⁻¹), Arreglo (Sencillo y doble hilera).

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos de cada variable fueron sometidos a la comparación de los datos estadísticos (Tejedor, 1999), para posteriormente ser analizados por análisis de varianza para un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 x 2, (Daniel, 2010), la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (Castilla y Cravito, 1991; Barreras *et al.*, 1999). Se fijó un valor de alfa $P \leq 0.05$ para aceptar diferencia estadística. Los cálculos fueron analizados con la versión 9 del paquete estadístico Statistix (2007) El modelo matemático fue:

$$\mu + \alpha + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \alpha_j \beta_l + \alpha_l \beta_j + (\beta_j \gamma_k) + (\beta_l \delta_l) + (\gamma_k \delta_l) + (\alpha_j \beta_l \gamma_k \delta_l) + \epsilon_{ijklm}$$

e:

variable de respuesta

media general de la respuesta

efecto del i-ésimo nivel de variedad

efecto del j-ésimo nivel de edad al corte

efecto del k-ésimo nivel de densidad

efecto del l-ésimo nivel del arreglo agronómico

efecto de variedad por edad al corte

efecto de la variedad por la densidad

efecto de la variedad por el arreglo agronómico

efecto de la edad del corte por la densidad

efecto de la edad al corte por el arreglo agronómico

efecto de densidad por el arreglo agronómico

γ_{kl} = efecto de la variedad por la edad al corte por la densidad por el arreglo agronómico

efecto agronómico

= error experimental

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados del efecto de la densidad de siembra, arreglo de surco y días a corte en el rendimiento en forraje verde de Kenaf se presentan en el Cuadro 1. El mayor rendimiento en forraje verde correspondió a la variedad Tainung-2, con una densidad de siembra de 20 semillas/m, en arreglo sencillito y cortada a los 80 días después de la siembra, con una producción de 63,908 kg/ha.

En el Cuadro 2, se presentan los resultados del efecto de los factores variedad, días a corte, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf. Como factores, la variedad Tainung-2 produjo más ($P < 0.01$), tanto en forraje verde como en materia seca que la variedad Humaya. En general, el corte a los 80 días produjo más forraje ($P < 0.01$), que los cortes a 60 y 70 días, los cuales fueron similares entre sí ($P > 0.10$). La densidad de 10 semillas/m, produjo una menor ($P < 0.01$) cantidad de forraje que las de 20 y 33 semillas/m, estas dos últimas fueron iguales entre sí ($P > 0.10$), y el arreglo en dos hileras de semilla por surco generó mayor producción que el de hilera sencilla ($P < 0.01$). Se encontraron interacciones ($P > 0.01$) entre todos los factores evaluados.

Los resultados indican sin lugar a dudas que la producción de forraje fue mayor en el corte a los 80 días, por lo que se analizó por separado la producción de este periodo y los resultados se presentan en el Cuadro 3. La mayor producción ($P = 0.05$) tanto de forraje verde como de materia seca a los 80 días después de la siembra correspondió a la variedad Tainung-2, con 20 semillas/m sembrada en hilera sencilla. La influencia de los factores variedad, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje de Kenaf cortado a los 80 días después de la siembra se presentan en el Cuadro 4. En general la variedad Tainung-2 produjo más forraje (verde y en materia seca) que la variedad Humaya ($P < 0.01$). La producción de 12.7 toneladas de MS/ha de la variedad Tainung-2 a los 80 días con 20 plantas/m en hilera sencilla es comparable con los valores de 14.4 toneladas de MS/ha encontrados con la misma variedad por Danalatos y Archontoulis (2010), por lo que se puede considerar que Kenaf Tainung-2 es una alternativa forrajera viable para el centro de Sinaloa. En este sentido aunque la variedad Humaya mostró

35

parativamente menores rendimientos en el presente experimento, su producción medio de 10 toneladas/ha (Cuadro 4), también se puede considerar como una opción atractiva, si se considera que en la región de La Laguna en México, los rendimientos de Kenaf oscilan entre 6.7 a 7.0 toneladas/ha (Reta-Sánchez et al., 2000) y en Estados Unidos se reportan valores que oscilan de 5.5 toneladas/ha en Alabama (Phillips et al., 1999), hasta 8 toneladas/ha en California (Baños et al., 2002), aunque de acuerdo con lo observado en este experimento a diferencia de la variedad Tainung-2, la variedad Humaya sería más recomendable sembrarla con una densidad de 33 plantas/m y preferentemente en doble surco.

siembra de solamente 10 semillas/m produjo rendimientos menores ($P < 0.05$) cuando se sembraron 20 o 33 semillas/m; entre estos dos últimos tratamientos se observó diferencia en la producción ($P > 0.10$). El tipo de arreglo del surco con siembra en hilera sencilla o doble no tuvo impacto ($P = 0.27$) en la producción de variedad de Kenaf cortado a los 80 días post-siembra. Se observó una interacción ($P < 0.01$) variedad x arreglo y una tendencia ($P = 0.07$) a interacción variedad x resultados, que la variedad Tainung-2 ofrece mejores perspectivas cuando se siembra en hilera sencilla que doble lo que disminuye sus requerimientos de equipo para la siembra, en tanto que con una densidad de siembra de 20 semillas/m es suficiente para alcanzar su máxima producción. En experimentos realizados con las variedades de Kenaf Tainung-2 y Everglades-41, Barbanti et al. (2008) no encontraron diferencia en la producción al comparar densidades de siembra de 20 vs. 40 semillas/m. Acreche et al. (2005) tampoco encontraron ventaja entre densidades de siembra de 25 y 40 plantas/m en tres variedades de Kenaf y concluyen que a medida que se incrementa la densidad se incrementa la competencia inter específica. Con densidades de siembra de 20 y 30 plantas/m, muy cercanas a las empleadas en el presente experimento, Danalatos y Archontoulis

010) encontraron similar producción de biomasa de las variedades de Kenaf
 aining-2 y Everglades-41. en su producción de forraje verde y verde

cuadro 1. Resultado de la densidad de siembra, arreglo de surco y días a corte en el
 ndimiento en forraje verde de dos variedades de Kenaf

Variedad	Densidad, semillas/m	Arreglo	Días a corte	Forraje verde, kg/ha
Tainung2	20	sen	80	63908 a
Tainung2	33	sen	80	58396 ab
Tainung2	33	doble	80	57338 ab
Humaya	33	doble	80	55575 bc
Humaya	10	doble	80	55242 bc
Tainung2	10	sen	80	54900 bc
Tainung2	10	doble	80	52823 bc
Humaya	20	doble	80	51813 bc
Humaya	20	doble	80	51781 bc
Humaya	33	sen	80	51096 bcd
Humaya	20	sen	80	47619 cde
Humaya	10	sen	80	43808 def
Humaya	20	sen	70	43688 def
Tainung2	20	doble	60	42390 efg
Tainung2	20	doble	60	42094 efg
Humaya	20	sen	60	41101 efg
Tainung2	20	doble	70	40040 efg
Tainung2	33	doble	60	39054 fgh
Tainung2	33	doble	70	38967 fgh
Humaya	20	doble	60	38900 fgh
Humaya	10	doble	60	38194 fgh
Tainung2	20	doble	70	37958 fgh
Humaya	10	doble	70	37175 fgh
Humaya	33	doble	70	37000 fgh
Tainung2	33	sen	70	36875 fgh
Humaya	10	sen	70	36460 fgh
Tainung2	10	sen	70	36346 fgh
Humaya	33	sen	60	35690 ghi
Tainung2	33	sen	60	35424 ghi
Humaya	20	sen	60	34740 ghi
Tainung2	10	doble	70	32958 hij
Humaya	20	sen	70	32525 hij
Humaya	33	sen	60	32094 hij
Tainung2	10	sen	60	28229 ijk
Humaya	10	sen	70	26127 jk
Humaya	10	doble	60	21834 k

2. Influencia de los factores variedad, días a corte, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de

Kenaf

Producción de forraje, kg/ha

Materia verde

Materia seca

90

8,854.3

7,842.1

62.273

< 0.01

60

7,056^b

7,304^b

10,685^a

76.268

< 0.01

60

7,638.5^b

8,800.9^a

8,605.0^a

76.268

< 0.01

90

8,103.9

8,592.5

62.273

< 0.01

Observaciones, n

90

44,494

39,404

312.4

< 0.01

60

35,452^b

36,703^b

53,691^a

383.27

< 0.01

60

38,385^b

44,226^a

43,236^a

383.27

< 0.01

90

40,720

43,178

312.94

< 0.01

Observaciones, n

arreglo de surco

Valor de P

EE¹

30

20

10

Observaciones, n

densidad de siembra, semillas/m

Valor de P

EE¹

80

70

60

Observaciones, n

e, días

Valor de P

EE¹

Humaya

Tanjung-2

Observaciones, n

dad

error estándar de la media

Cuadro 3. Influencia de la variedad, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf cortado a los 80 días después de la siembra.

Variables	Variedades												EE ¹	Valor de P
	Humaya						Tainung-2							
	10		20		33		10		20		33			
Densidad de siembra ²	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D		
Arreglo de surco ³	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D		
Producción de Forraje, ton/ha	43.8 ^f	51.8 ^{cde}	47.6 ^{ef}	51.8 ^{cde}	51.1 ^{de}	55.6 ^{bcd}	54.9 ^{bcd}	55.2 ^{bcd}	63.9 ^a	52.8 ^{bode}	58.4 ^{ab}	57.3 ^{bc}	1.253	0.05
Materia verde	8.7 ^f	10.3 ^{cde}	9.5 ^{ef}	10.3 ^{cde}	10.2 ^{de}	11.1 ^{bcd}	10.9 ^{bcd}	11.0 ^{bcd}	12.7 ^a	10.5 ^{bode}	11.6 ^{ab}	11.4 ^{bc}	0.249	0.05
Materia seca														

¹ Error estándar de la media

² Densidad de siembra en semillas por m lineal

³ Arreglo de surco: sencillo = S; doble = D

adro 4. Influencia de los factores variedad, densidad de siembra y arreglo de surco en la producción de forraje verde y materia seca de Kenaf cortado a los 80 días después de la siembra.

Variables	Producción de forraje, kg/ha	
	Materia verde	Materia seca
Variedad		
Observaciones, n	30	30
Tainung-2	57,101	11,363
Humaya	50,282	10,006
EE ¹	511.49	101.78
Valor de P	< 0.01	< 0.01
Densidad de siembra, semillas/m		
Observaciones, n	20	20
10	51,441 ^b	10237 ^b
20	54,033 ^a	10,753 ^a
30	55,601 ^a	11,065 ^a
EE ¹	626.42	124.66
Valor de P	< 0.05	< 0.05
Arreglo de surco		
Observaciones, n	30	30
Sencillo	53,288	10,064
Doble	54,095	10,765
EE ¹	511.49	101.78
Valor de P	0.27	0.27

¹ Error estándar de la media

Figura 1. Representación gráfica de la interacción entre la variedad y la densidad de siembra en la producción de materia seca de Kenaf cortado a los 80 días post siembra.

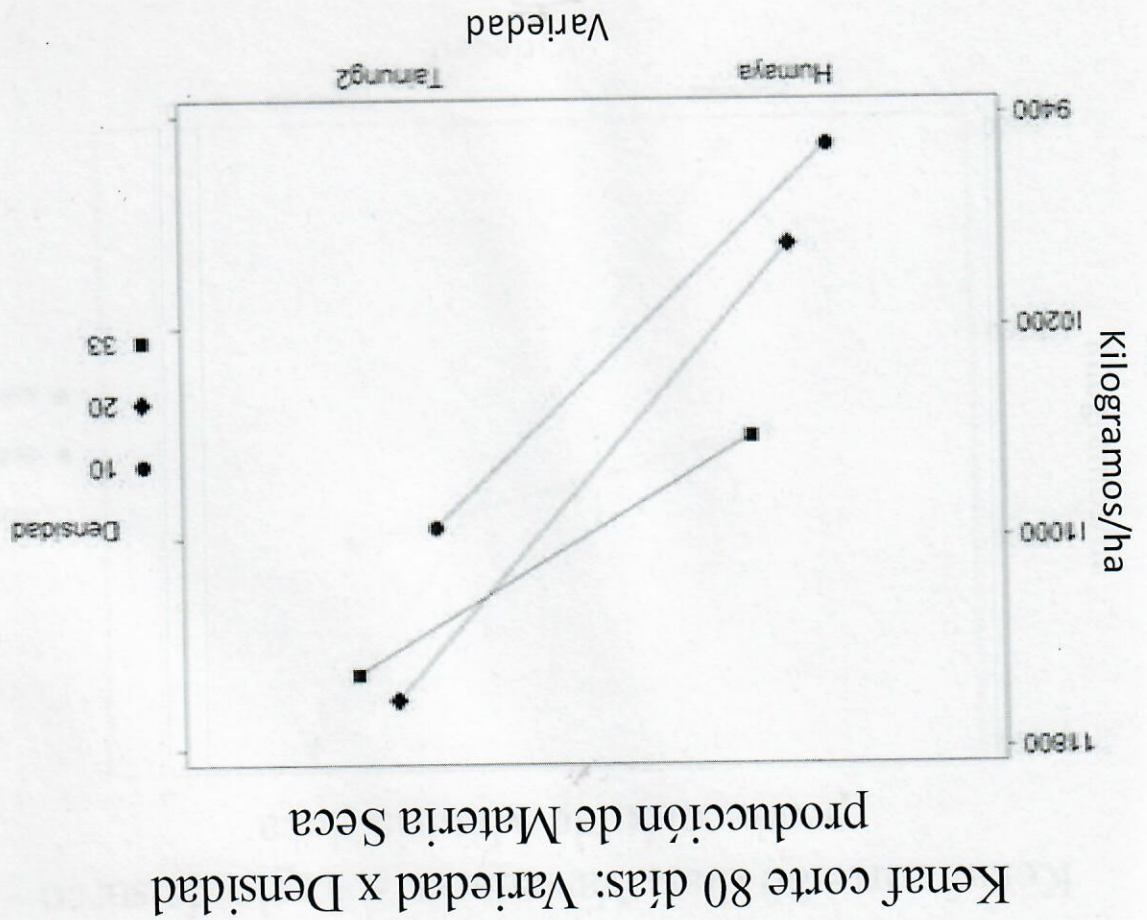
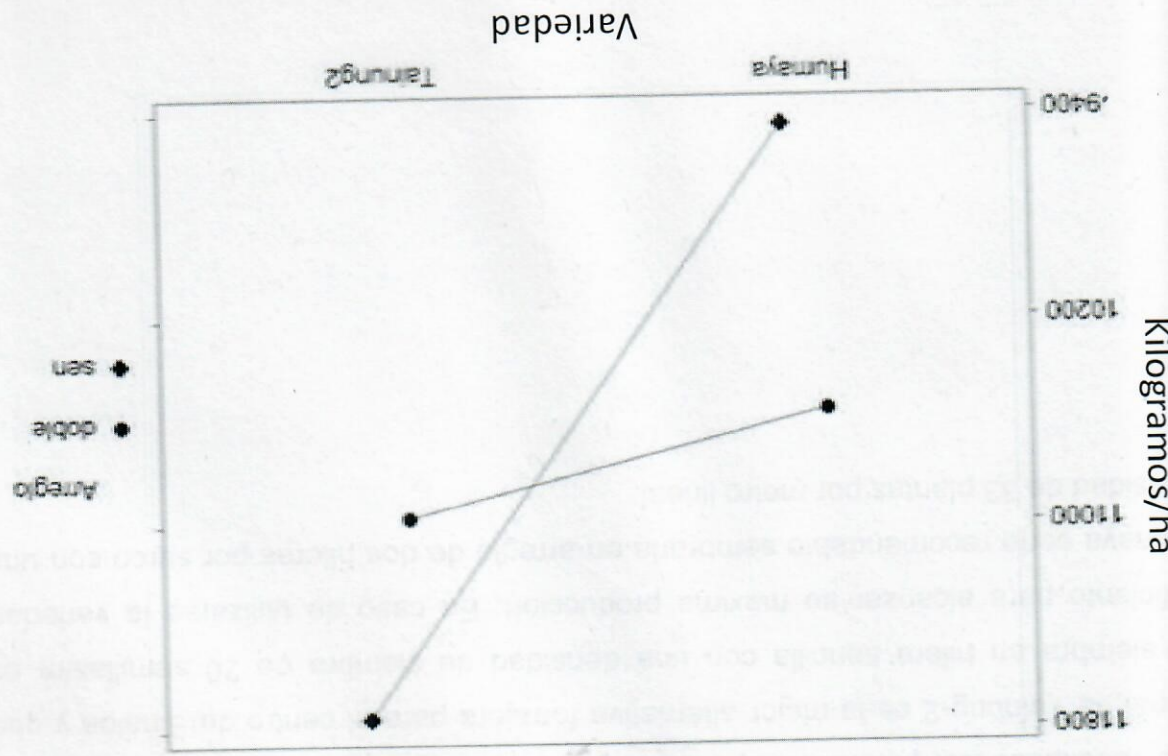


Figura 2. Representación gráfica de la interacción entre la variedad y el arreglo agronómico del surco (hilera sencilla o doble) en la producción de materia seca de Kenaf cortado a los 80 días post siembra.



Kenaf corte 80 días: Variedad x Arreglo de surco
 producción de Materia Seca

VII. CONCLUSIONES.

Los resultados del presente experimento sugieren que, de las dos variedades de kenaf, la Tainung-2 es la mejor alternativa forrajera para el centro de Sinaloa y que su siembra en hilera sencilla con una densidad de siembra de 20 semillas/m es suficiente para alcanzar su máxima producción. En caso de utilizarse la variedad Humaya sería recomendable sembrarla en arreglo de dos hileras por surco con una densidad de 33 plantas por metro lineal.

VIII. LITERATURA CITADA.

- 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.
- Allison, R. V. 1951. Kenaf, una nueva fibra industrial. *La Hacienda*, 4(11): 48-49.
- Alvarez, M. y E. Vinent. 1979a. Respuesta del kenaf al fotoperiodismo. *Agrotecnia de Cuba*, 11(1): 1-10.
- Alvarez, M. y E. Vinent. 1979b. Interacción genotipo-ambiente en Kenaf. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*, 2(2): 69-98.
- Béquer, G., J. Chao, E. Vinent, I. Fachman and H. Ramos. 1989. Delay flowering in kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) by the application of chemicals. Abstract on Tropical Agriculture, 14(10): 111.
- Bhardwaj, H.L. and C.L. Webber, III. 1994. Seasonal variation in kenaf yield and quality. *Proc. Int. Kenaf Assoc. Conf.* 6:150-154.
- Bourelly, J. 1971. Organización longitudinal de los haces de fibras externos de *Hibiscus cannabinus*, L. *Coton et Fibras Tropicales*, 26(3): 355-357.
- Campwell, T. A. y G. A. White. 1980. Contribution from germplasm resources laboratory, plants genetic and germplasm", 1ed., EU. Inst. USDA, SEA-AR; Bellville MP 20, 705, Research Agronomist and Agriculturist, pp. 7.
- Clark, T.F., R.L. Cunningham, and I.A. Wolff. 1971. A search for new fiber crops. *TAPPI* 54:63-65.
- Cook, C.G. and A.W. Scott, Jr. 1995. Plant populations effects on kenaf seed production. *Proc. Int. Kenaf Assn. Conf.* Irving, TX. 7:153-158.
- Grandall, B. 1955. Las variedades de kenaf en Cuba. La Habana. Comisión Cooperativa Agrícola. Estación Experimental de Santiago de Las Vegas, pp 14.
- Crane, J. 1977. Kenaf fiber plant, rival of jute. *Economic Botany*, 1(3): 334-350.
- Crane, J. y J. Acuña. 1947. Effect of plant spacing and time of planting on seed yield of kenaf. *Journal of the American Society of Agronomy*, 37(12): 969-977.

- rouse, B.W. 1973. Effect of growing temperature in chemical-physical properties of kenaf fibers. *Crop Science* 13(1): 52-54.
- quadra, R. M. 1987. Los nematodos de los nódulos y su relación con el tomate y el kenaf. *La Habana: Academia*, pp. 24-38.
- amme, P. Van y N. Vianne. 1989. Optimal proportions between N, S and P and between K, Ca and Mg in the fertilization of Roselle (*Hibiscus cannabinus*, L.). *Abstracts on Tropical Agriculture* 14(2): 122.
- anatos, N. G. and S. V. Archontoulis. 2010. Growth and biomass productivity of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) under different agricultural inputs and managements practices in central Greece. *Industrial Crops and Products*, 32:231-240.
- Devlin, R. M. 1975. *Fisiología vegetal*, Barcelona: Omega, pp468.
- Dicks, L. M. T., Du Plessis, E. M., Dellaglio, F. & Lauer, F. (1992). Reclassification of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* TCC 393 and *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 15820 as *Lactobacillus zeae* nom. rev., designation of ATCC 334 as the neotype of *L. casei* subsp. *casei*, and rejection of the name *Lactobacillus paracasei*. *Int J Syst Bacteriol* 46, 337-340.
- Dinh, N. H. 1973. Reaction à la photoperiode de variétés d. *Hibiscus* cultivés au Mali. *Coton et Fibres Tropicales*, 28(3): 393-400.
- Dirección Nacional de Mecanización (DINAME). 1979. Reunión Nacional de Desarrollo de la Mecanización Agropecuaria. Mecanización del Kenaf. Zed., La Habana, Cuba. Comisión, núm. 8, DINAME, pp.14.
- 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.
- FAO. 1978. Las semillas agrícolas y hortalizas: producción, control y distribución, pp. 271-279.
- FAO. 1993. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Políticas y cuestiones agrícolas: los años ochenta y perspectivas para los noventa, pp 187-196.
- Febles, G., M. Monzote y E. T. Ruiz. 1989. *Leucaena* como una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropical, Edica, pp. 5-29.

- Henain, H. y H. Cenoz. 1969. Estudios agro-técnicos con el Kenaf en la provincia de Corrientes, Argentina, 1ed., Prov. de Corrientes, Argentina: Universidad del Nordeste, Facultad de Agronomía y Veterinaria, núm. 8, pp 17.
- Informe Integral Sobre Fibras Naturales (IIFN). 1992. Forum Científico de Fibras Naturales, La Habana, Cuba. pp. 17.
- Jacob, A. y H. Üexkull. 1968. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales., 4ed., La Habana, Cuba. Edición Revolucionaria, pp.466.
- Jones, M., A. R. Jiménez y P. P. Pujols. 1953. Experimentos de fertilización con Kenaf en Cuba en 1952. La Habana, Cuba. Circular Agrícola, núm. 5, Estación Experimental de Santiago de Las Vegas, pp. 20.
- Killingger, G. B. 1967. Kenaf, materia prima para papel y forraje de gran valor proteico. Agricultura de las Américas, 16:14-16.
- Killingger, G.B. 1969. Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) a multiuse crop. Agronomy Journal, 61(5):734-736.
- Knight, J. y J. M. Huneke E. 1975. Kenaf a potential Cuban industry., La Habana, Cuba. Compañía Cubana de Electricidad, pp. 179.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales, San José, Costa Rica. Editorial IICA, pp. 329-331.
- Leto, C. Grazia, M. Sacco, P. 1989. Il Kenaf: le sue caratteristiche e le sue potenzialità. L. Informatore Agrario: culture erbacee, (15):84-86.
- Massej, J. 1974. Effect of nitrogen levels and row width of Kenaf. Agronomy Journal, 66(6):322-823.
- Ministerio de Agricultura de Cuba. 1959. Kenaf, investigaciones conducidas en Cuba. La Habana, pp 1-280.
- Ministerio de Agricultura de Cuba. 1994. Proyección de los cultivos productores de fibras no forestales, La Habana, 6pp.
- Ministerio de Agricultura de Cuba. 1978. Instrucciones Técnicas para el cultivo del Kenaf. La Habana: CIDA, pp. 99.

- Muchow, R. C. and I. M. Wood. 1985. Effect of sowing date on growth and yield of Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) grown under irrigation in tropical Australia: I. Phenology and seed production. Abstracts on Tropical Agriculture, 10(1):100.
- Muchow, R. C. 1992. Effect of water and nitrogen supply on radiation interception and biomass accumulation of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) in a semi-arid tropical environment. Abstracts on Tropical Agriculture 17(7):140.
- Muchow, R. C., I. Wood and 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.
- Nielsen D C 1998. Kenaf forage yield and quality under varying water availability. Agron. J. 96:204-213.
- Puentes, C. 1958. Época de siembra del kenaf en Cuba. I Congreso sobre kenaf, La Habana, Comisión de Investigación Agrícola.
- Puentes, C. 1974. Estudio del kenaf para ser usado como planta para forraje. Agrotecnia de Cuba, 6(2):3-8.
- Remussí, C. 1956. Plantas textiles. Su cultivo e industrialización. Edit. Salvat; España, pp. 411.
- Reta-Sánchez, D.G., B. Hernández-Dozal, J. A. Cueto-Wong, J. Olague-Ramírez, and J. S. Serrano-Corona. 2010. Kenaf forage yields and quality as affected by population density. Crop Science, 50:744-750.
- Rivera, G. 1968. Nuevas variedades comerciales de kenaf. Agricultura. Academia de Ciencias de Cuba, año 2: 1-2.
- Seale, C., J. Joyner y E. O. Ganstad. 1952. The preliminary cultive 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.
- Suriyajantratonng, 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.
- Swingle, R.S., A.R. Urias, J.C. Doyle, and R.L. Voigt. 1978. Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and in vitro. J. Anim. Sci. 46:1346-1350.

- Unger P W 2001 Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern Great Plains. *Agron. J.* 93:216-226.
- Ustimenko-Bakumovski, G. V. 1982. El cultivo de plantas tropicales y subtropicales, 1ed., Moscú: Mir, pp. 429.
- Villar, J.C. Poveda. P. Tagle. L.J. 2001. Comparative study of kenaf varieties and growing conditions and effect on kraft pulp quality. *Wood Science* 34 (2001) 543-552.
- Vinent, E. 1982a. Efecto de distancia de siembra en el kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para la producción de fibra. *Agrotécnica de Cuba*, 14(1):51-62.
- Vinent, E. 1982b. Efectividad de una nueva distancia de siembra en kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para la producción de semillas. *Agrotécnica de Cuba*, 14(1):51-62.
- Vinent, E. 1983. Efectividad económica de la variedad de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) Cuba-977 sobre la Cuba-961 en condiciones de producción (empresas).
- Vinent, E. 1992. 1993 Kenaf: el oro verde. Vinkat-3, una nueva variedad cubana de alto valor nutritivo para la alimentación animal y producción de aceite, La Habana, Cuba. Estación Experimental de Papa y Fibras, pp. 67.
- Vinent, E. 1992. K-3, una nueva variedad de kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para forraje. *Agricultura Tropical* 1(1).
- Vinent, E. y Caridad Valdés. 1992. Algunas consideraciones sobre el cultivo del Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) en Cuba. La Habana, Cuba. Estación Experimental de Papa y Fibras. Pág.57-63
- Vinent, E. y Martha Alvarez. 1979a. Respuesta del kenaf al fotoperiodo. *Agrotécnica de Cuba*, 11(1):1-10.
- Vinent, E. y Martha Alvarez. 1979b. Comportamiento de dos variedades de Kenaf al fotoperiodo. *Ciencia y técnica en la agricultura, viandas, hortalizas y granos*, 2(2): 79-88.
- Vinent, E., A. Viera, E. Fernández y Zoila Fundora. 1989. Mejoramiento de la resistencia del Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) a *Meloidogyne incognita*. *Ciencia y Técnica en la agricultura, hortalizas, papa, granos y fibra*, 8(2):67-77.

- Vinent, E., Caridad Valdés y O. Fajardo. 1992. Nueva variedad de Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para fibra y pulpa papelera. La Habana, Cuba. Estación Experimental de Papa y Fibras. Informe. Pág. 51-62
- Vinent, E., Caridad Valdés y S. Pool. 1993. El kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) como cultivo de alto valor nutritivo para la alimentación animal. Ponencia presentada en el I Evento científico-técnico sobre la fabricación de pienso criollo para la alimentación porcina, Ciego de Avila. Pág. 67.
- Vinent, E., J. Sabatier, H. Chávez, O. Fajardo, G. Acosta, A. Viera y R. Acosta. 1992. Estudio de variedades de Kenaf para la obtención de pulpa. Caracterización morfológica de la pulpa. La Habana, Cuba. Estación Experimental de Papa y Fibras, pp. 8.
- 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. Itume, I. Wood, A. Manderson and 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*, pp. 39.
- Wayer, W. D. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. 4ª. Ed. México: 345 pp.
- Webber, C. L. 1993. Yield components of five kenaf cultivars. *Agronomy Journal* 85 (3): 533-535.
- Werkhoven, H. 1966. Obtenida fibra de calidad del kenaf. *La Hacienda*, 62(2):39.
- White, G. A., D. G. Gummins, E. L. Whiteley, W. T. Fike, J. K. Greig, J. A. Marting, G. B. Killinger, J. J. Higgins and 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, H., G. A. Anderson and J. J. Higgins. 1971. Effect of population levels in growth factors in Kenaf varieties. *Agronomy Journal*, 63(2):233-237.

- Whiters, N. J. 1973. Production of Kenaf under temperature conditions. New Zealand Journal of Experimental Agriculture: 253-258.
- Wildes S, H L Bhardwaj, M Rangappa, C L Webber III. 1995 Consumption of chopped kenaf by Spanish goats. Proc. 7th Int. Kenaf Conf., Irving, TX. 9-10 Mar. 1995. Int. Kenaf Assoc., Ladonia, TX. 7:161-164.
- Wing, J.M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of kenaf. Feedstuffs 39:26.