

Aspectos generales del kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.), en Cuba

Giraldo Acosta Alcolea*

Resumen

El presente trabajo trata acerca de la malvácea *Hibiscus cannabinus*, L., conocida comúnmente en Cuba como kenaf. En él se hace referencia a los principales aspectos de este cultivo en nuestro país, tales como botánica, fisiología y difusión mundial, entre otros acápites importantes, y refleja además, los principales países productores de este *Hibiscus* a nivel mundial y sus posibilidades económicas como sustituto de las coníferas en la producción de pulpa para papel.

Se destaca, asimismo, la versatilidad de usos de esta malvácea que abarca casi todas las ramas de la economía (se hace énfasis fundamentalmente en la obtención de aceite para consumo humano e industrial y en la elaboración de jabones), que hacen del kenaf un cultivo idóneo para las economías de los países subdesarrollados.

Abstrait

Cet article traite le malvaceae *Hibiscus cannabinus*, généralement connu au Cuba comme Kénaf. La référence est faite ici aux principales caractéristiques de cette récolte dans notre pays, tels que l'expansion botanique, physiologique, et mondiale, aussi bien que d'autres aspects importants. Elle mentionne également les principaux pays qui produisent cette *Hibiscus* sur un niveau mondial et son potentiel économique comme un produit de remplacement pour des conifères dans la production de la pulpe de papier.

Elle met en valeur de même la grande gamme d'utilisations pour ce malvaceae qui est trouvé dans beaucoup d'aspects de l'économie. (La considération particulière est faite sur obtenir des huiles pour la consommation humaine et industrielle et dans la production du savon.) Ceci fait au Kénaf une récolte idéale pour les économies des pays sous-développés.

Abstract

This article deals with the malvaceae *Hibiscus cannabinus*, commonly known in Cuba as the Kenaf. Reference is made here to the principal characteristics of this crop in our country, such as botanical, physiological and worldwide expansion, as well as other important aspects. It also mentions the principal countries which produce this *Hibiscus* on a worldwide level and its economic potential as a substitute for conifers in the production of paper pulp.

It likewise highlights the wide range of uses for this malvaceae which is found in many aspects of the economy. (Special emphasis is made on obtaining oils for both human and industrial consumption and in the production of soap). This makes the kenaf an ideal crop for the economies of underdeveloped countries.

Introducción

El kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) es una dicotiledónea emparentada con el gombo (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 (Rossi y Martinuzzi 1988, y Singh *apud* Leto y Sacco 1989).

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, cordel y forros de alfombras. Su introducción general en los trópicos fue en 1941 (Cuba, Ministerio de Agricultura 1969; CIDA, 1978, *apud* Cuadra 1987).

En Cuba, junto con los Estados Unidos, desde 1916 se han venido estudiando las distintas especies de cultivos fibrosos apropiados para la fabricación de sacos, determinándose que el que mejores perspectivas ofrecía en nuestras condiciones es el kenaf. En 1959 el Ministerio de Agricultura brindó un impulso considerable a la investigación sobre mecanización, extracción de la fibra y comportamiento industrial, posteriormente, entre 1961 y 1963 se construyeron las maceradoras (Makenaf-I y II) de Ciego de Ávila y Las Tunas, así como las Sakenaf-I y II de Santa Clara y Bayamo,

* Investigador del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.

creándose las capacidades potenciales actuales de 19 mil toneladas de producción de fibras y 35 millones de sacos por año (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1994).

De las fibras que utilizaron estas plantas textiles en 1982 y 1983, 80% fueron importadas de la ex-URSS y China. Para abastecer sólo la demanda de Sakenaf-II de Bayamo, con una capacidad diaria de 120 TM de fibra, es necesario un gasto de 10 millones de pesos al año (datos Archivo Sakenaf-II citados por Cuadra, 1987).

Esta situación nos da una idea de la importancia que tiene para Cuba el incremento de la producción de kenaf para sustituir las importaciones de fibras para la producción y exportación de sacos, así como para incentivar la explotación comercial de otros productos y subproductos de este hibiscus, entre otras alternativas económicas ventajosas que de esto se derivan, que permitan un comercio dinámico y creciente de este cultivo.

Origen y distribución. Principales productores

El origen del kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) ha sido muy discutido por diferentes autores sin llegar a una decisión al respecto. *L'Informatore Agrario* (1990) plantea que su origen es muy incierto, ya que algunos autores lo ubican en la India (Nepal) y otros en África, Asia oriental y Australia, argumentando que la planta aunque se viene cultivando desde hace mucho tiempo en América centro-meridional (Guatemala, El Salvador, Cuba, Perú y Brasil), en África (Mozambique, Angola, Nigeria, Costa de Marfil, Zambia, Tanzania, etc.), en Asia (Arabia Saudita, Irán, Indochina) y en la ex-URSS, es en Tailandia donde ha alcanzado la máxima difusión.

En cuanto a su distribución, el kenaf es una planta anual que tiene su hábitat comprendido en los 30° latitud sur, aproximadamente, aunque puede adaptarse bien entre los 45° latitud norte y los 40° latitud sur. Whifers (1973) indicó que este cultivo crece extensivamente en África, Asia, América Central y Estados Unidos. Ustimenko-Bakumovski (1982) reportó plantas de kenaf en estado silvestre en África

oriental y del sudeste, añadiendo que dicha planta se cultiva en la India desde la antigüedad, pasando posteriormente a Irán y otros países del sudeste asiático, China, Japón, Egipto, Las Antillas y América Central.

Edmonds (1992) plantea que los hibiscus pertenecen a la sección Furcaria y tienen dos centros de distribución, el mayor de ellos en África tropical y otro un poco menor en América tropical, afirmando que tanto la rosela como el kenaf proceden de esta sección.

Varios autores coincidieron en afirmar que el kenaf es capaz de adaptarse a una gran variedad de condiciones de clima y suelo, debido a que se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, aunque se desarrolla mejor en las regiones tropicales, resultando ser un cultivo muy sensible a las heladas (Crane 1947; Seale *et al.*, 1952; Knight y Huneke 1957; Watson *et al.*, 1976). Moreno (1953) señaló que el kenaf se desarrolla mejor en un clima tropical y subtropical.

Según el Ministerio de Agricultura (1994), la producción mundial de kenaf y fibras afines en 1993 estaba alrededor de los 3.0 millones de toneladas, encontrándose en el continente asiático los mayores productores. India, China y Bangladesh marchan a la cabeza con el 90 % de la producción mundial, siendo China el país que reporta los mayores rendimientos con 1.1 t/ha de fibra seca como promedio. En América, Brasil es el mayor productor con 21.0 mil t/año (Tabla 1). Los precios mundiales oscilan entre los 300 y 500 dólares la tonelada.

TABLA 1. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE KENAF. 1992

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

Aspectos biológicos

Clasificación botánica

No obstante ser el kenaf actualmente objeto de atención a nivel mundial, los investigadores no se han puesto de acuerdo en cuanto a su clasificación botánica, por lo que no es posible presentar una clasificación sistemática universal. Por ello a continuación se exponen algunas de las muchas existentes para dar una idea general sobre este tópico.

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

División: XII *Embriophyta*
 Subdivisión: II *Spermatophyta*
 Subparte: II *Angiospermae*
 Clase: I *Dicotyledoneae*
 Subclase: I *Archichamydeae*
 Orden: XV *Malvales*
 Familia: *Malvaceae*

Strassburger (1971) presenta otra clasificación botánica de este cultivo:

División: VII *Spermatophyta*
 Subdivisión: II *Angiospermae*
 Clase: I *Dicotyledoneae*
 Subclase: I *Dyalipetalae*
 Orden: VIII *Columniferales*
 Género: *Hibiscus*
 Especie: *Hibiscus cannabinus*

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) empleó con el mismo fin que los autores anteriores, otra clasificación botánica para este hibiscus:

Subclase: *Dicotyledoneae*
 Orden: *Malvales*
 Familia: *Malvaceae*
 Género: *Hibiscus*
 Especie: *Hibiscus cannabinus*

Morfología, fisiología y otros aspectos

Raíz

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.).

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 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 nulo en las últimas raicillas; en este fenómeno influyen la luz, la humedad y la temperatura. De no estar bien desarrollado el sistema radical, se puede producir el encamado de las plantaciones, dificultando el trabajo de las máquinas cortadoras (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1978).

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 micorizas de 1 266 esporas/100g 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 micorizas, 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 coloide del suelo.

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 sifonostele, 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.

L' Informatore Agrario (1990) coincide con los autores anteriores al indicar que el tallo del kenaf es erecto, de color verde generalmente, de altura variable (2-4 m), en dependencia de las variedades y de las atenciones culturales. Además, señala que el tallo comprende una parte externa cortical caracterizada por presentar una fibra larga (30-40 mm) y una parte interna (kenápulo) 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 me-

cánica y de sostén en el tallo joven, mientras que en la fase vegetal se observa una acumulación de celulosa compuesta, hemicelulosa, péctidos, lignina y callosa.

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 parenquimatososa en colenquimatososa, 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 y 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. 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. El estele o cambium es poliarquico, con numerosos puntos de protoxilema.

Bourelly (1971 y 1980) señaló que los haces de fibra floémicos externos del kenaf están asociados longitudi-

nalmente 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.

Las hojas. Su distribución en el tallo

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 en el kenaf están distribuidas alternadamente a lo largo del tallo en una espiral abierta; el peciolo 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.

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 aban-

do 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 (Cuba, Ministerio de Agricultura, 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 largo, 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 varietal, finaliza este autor.

Asimismo, *L'Informatore Agrario* (1990) coincide con los autores anteriores al destacar que las hojas del kenaf son alternas, enteras o divididas, en dependencia de la variedad, aserradas marginalmente.

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 fotoperiodo, principalmente.

Crane (1947) y el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959), describieron 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 Sacco (1989) plantean que la flor del kenaf es la típica de las málvaceas: grande, de color blanco crema, dispuesta en posición apical; mientras que *L'Informatore Agrario* (1990) argumenta que las flores del kenaf son solitarias, de pedúnculo corto, cuyo cáliz es veloso 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 (*apud* Ministerio de Agricultura de Cuba 1959), añadiendo que Howard y Howard 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 antesis de las flores jóvenes continúa después de que las viejas ya han formado las cápsulas, no obstante ser la fase de fructificación metabólicamente distinta a la antesis (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959).

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 (Biéster y Flordimex) utilizados por ellos para provocar el retardo de la floración del kenaf.

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 ápice, 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.

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.

Fase vegetativa

La fase vegetativa es la primera fase fisiológica en la cual la energía durante el período 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 la fibra, por lo que una fitotécnica adecuada en esta etapa influye significativamente en la calidad de la misma (Cuba, Ministerio de Agricultura 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.

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 (Cuba, Ministerio de Agricultura 1978).

Genética del kenaf

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, señaló que el kenaf poseía $2n=72$, mientras que Brisvalet *et al.*, citados también por este autor (1947), 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 Remusssi (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.

Ecología

Luz y temperatura

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) y el Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) argumentaron que entre otros factores una temperatura fresca influía 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 la heladas, la fertilidad, la humedad y la luminosidad.

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 Whitters (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 reportó *L'Informatore Agrario* (1990), el cual encontró 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 Álvarez (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 otros años debido a la temperatura.

Humedad

El agua cumple una función importante en los procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas, pues es la encargada de transportar las sustancias nutritivas desde las raíces hacia todas las partes de la planta y garantizar así el desarrollo 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 seco, lo cual favorecía el secado de la fibra. También indicó que el periodo seco seguido por uno de lluvia era necesario para la producción de semilla.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959 y 1978) explica que este cultivo necesita la lluvia abundante y bien repartida en el tiempo que dure la etapa de crecimiento,

requiriendo rangos de precipitaciones de 1 000 y 1 500 mm anuales con un valor de 130 mm mensuales, 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 (Q_i) 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 Q_i 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.

Condiciones de suelo

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 Hunek (1957), el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959 y 1978), Shalton (1961), Werkhoven (1966) y DINAME (1975), afirman que el kenaf requiere suelos de buen drenaje, 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 parcelas experimentales, se obtuvieron rendimien-

tos de 14-20 t/ha, mientras que White *et al.* (1971), recomendaron una cobertura uniforme de materia orgánica de 1.2 a 2.5 cm de espesor entre plantas, para una rápida y uniforme emergencia del kenaf.

Seale *et al.* (1952) plantean que en el tiempo óptimo de siembra, la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el rendimiento en fibra eran mayores en suelos ricos en materia orgánica que en suelos arenosos, indicando que en las condiciones de la Florida este cultivo se adapta perfectamente a suelos de características muy variadas, teniendo un buen crecimiento en suelos arenosos intermedios y orgánicos y en suelos de turbas, aunque en este último las pruebas de fibra resultaron de baja calidad.

Ustimenko-Bakumovski (1982) indicó que el kenaf es menos exigente a la fertilidad del suelo que el yute, cultivándose bien en suelos ligeros, arcillosos, ricos en humus con pH de 6 a 6.8, con una profundidad de siembra de 3-5 cm. En el Informe Integral sobre Fibras Naturales (IIFN) (1992) se corrobora lo anterior, al señalar que los requerimientos indispensables que debe tener un suelo para el desarrollo óptimo del kenaf son: pH entre 6 y 6.8, buen contenido de materia orgánica y de retención de humedad y suelos con buena aereación.

Fotoperiodismo

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

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

En el caso del kenaf se ha reportado que es una planta en la cual los días largos favorecen el crecimiento de la fibra, mientras que los días cortos estimulan el desarrollo de la etapa de floración y fructificación en las condiciones de Cuba, la Florida y otros lugares (Crane 1947; Allison 1951; Remussi 1956; Knight y Huneke 1957 y Puentes 1958). 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 y Dinh, 1973).

Varios autores 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, Acuña y Alonso 1946) *apud* Ministerio de Agricultura de Cuba (1959).

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

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

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 termoperiódica que fotoperiódica.

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 Álvarez (1979b) 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. Estos autores y Vinent (1982a) en un estudio de la variedad C-977, demostraron 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 fotoperiódica 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.

Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades provocan severos daños en los cultivos, ocasionando enormes pérdidas y mermas considerables en los rendimientos; cuando estos ataques son muy intensos pueden provocar la muerte de la planta.

El kenaf es un cultivo atacado por diversas plagas y enfermedades, aunque sólo un reducido número de ellas son consideradas de importancia, algunas de las cuales se pueden contrarrestar con una adecuada agrotécnica.

Las plagas que más afectan al kenaf son:

1. Nemátodos (*Meloidogyne incognita*)
2. Bibijagua (*Atta insularis* Guér)
3. Afidos (*Aphis gossypii* Glover)
4. Chinchas teñidoras (*Dysdercus andreae* L)
5. Gusano del algodón (*Alabama argillacea* Rubner)
6. Araña roja (*Tetranychus tumidus*)

Las enfermedades de mayor consideración en este cultivo son:

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

A continuación se describen brevemente cada una de estas plagas y enfermedades. Dentro de las primeras tenemos:

1. Nemátodos

La mayoría de los nemátodos son parásitos obligados, incapaces de resistir en un tejido muerto. Las plantas atacadas por él raramente mueren a consecuencia de este ataque, aunque en muchas ocasiones sucumben a causa de infecciones secundarias provocadas por hongos y bacterias.

Por lo general los nemátodos se alimentan de raíces y los síntomas son a menudo inespecíficos, confundibles con desórdenes de nutrición o enfermedades causadas por otros parásitos. Para el cultivo del kenaf el nemátodo más dañino es *Meloidogyne incognita*, el cual forma agallas en las raíces, notándose en su superficie pequeños nudos blancos en los que están encerradas las hembras, considerándose por ello la resistencia al nemátodo de la raíz como un aspecto importante en el programa de mejoramiento (Pate *et al.* 1954). Según este autor un hibiscus ornamental muy resistente a esta plaga fue hallado, el cual al ser fecundado originó un híbrido F-1 estéril; mientras que Adenija (1970) e Ideatulina (1974), encontraron cierta resistencia al nemátodo en especies salvajes dentro del género, y sus recomendaciones se basan en el uso de la misma como fuente de resistencia para trabajos de hibridación.

Adamson *et al.* (1975) y Álvarez y Fernández (1979) citan que el control de los nemátodos formadores de agallas se encamina actualmente en dos sentidos fundamentales: rotación de cultivos y búsqueda de resistencia dentro de la especie y en especies afines, en la actualidad se cuenta con variedades moderadamente resistentes a *Me-*

loidogyne incognita, como es el caso de la variedad de kenaf K-7f destinada a la producción de fibra (Vincent *et al.*, 1992).

Investigaciones conducidas en Cuba por Shesteporov (1979, citado por Cuadra 1989), demostraron que el ataque de los nemátodos formadores de agallas (*Meloidogyne spp*) en kenaf, provocan una disminución de 18 a 20% en la cosecha, y en focos de fuerte infestación la misma puede llegar hasta 60-70%. Además se encontró que en dependencia del nivel de infestación de las raíces, el peso del tallo disminuía entre 9 y 35%; también observó en muchos casos la asociación entre *Meloidogyne incognita* y el hongo *Fusarium sp.* lo que hace más intensos los daños (Cuadra 1987).

A similares resultados arribaron Mc Sorley y Parrado (1987), al señalar que existe una estrecha relación entre el peso de la planta y la población de nemátodos, expresada en el número de agallas y la cantidad de huevos. Destacan además el descenso de los rendimientos hasta un 52%, producto del daño causado por *Meloidogyne incognita*.

Trabajos llevados a cabo por Osman y Koura (1987) sobre nemátodos corroboraron lo anterior, al plantear que con los mayores niveles de infectación de nemátodos (800-1 000 nemátodos/potes) se redujo significativamente la producción de cápsulas por planta, el peso total de la planta y la longitud de la planta, indicando que a medida que se incrementa el nivel de infectación disminuye en la misma proporción la reproducción de dichos parásitos.

Un eficaz método de lucha contra los nemátodos formadores de agallas lo constituye la agrotécnica y dentro de ésta la rotación de cultivos, el empleo de variedades resistentes y la utilización de suelos en barbecho, lo que concuerda con lo planteado por la FAO (1978), quien refiere que los nemátodos causan daños en Java, Cuba y El Salvador y se combaten con rotación sistemática de cultivos resistentes y fumigando.

2. Bibijagua

Este insecto pertenece a la familia Formicidae, tiene hábitos nocturnos y vive en cuevas que hacen debajo de la superficie del suelo, haciendo galerías de grandes extensiones que pueden alcanzar los 5m de profundidad.

La colonia de este formicido se divide en dos castas: la casta real (el rey y la reina) cuya función es la reproducción y la casta obrera que es la encargada de recolectar las hojas, cuidar el jardín fungoso y realizar los trabajos de ampliación de los túneles de la cueva.

La bibijagua es una de las plagas más comunes y dañinas en la agricultura. Es precisamente dañina cuando el kenaf es aún una plántula, aunque también ocasiona graves daños en las plantas adultas, causando considerables destrozos durante la noche, utilizando el follaje, los frutos y las flores de la planta atacada para cultivar determinado hongo del cual se alimentan.

Para combatirla la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (1975), recomienda para su control químico el empleo de dieldrín 18.5% EC, a razón de 1.5 a 2 l/378 l de agua, también el empleo de lindano 25% EC, a razón de 1.5 l/378 l de agua, aplicado en cada cueva, para después taparla con tierra. Además se recomienda el uso de paration en polvo 7% o 18% EC, mezclados ambos con caolín en partes iguales.

3. Afidos

Estos insectos pertenecientes a la familia Aphididae, orden Homoptera, están acompañados generalmente por la hormiga brava (*Solenopsis geminata*) y en no pocas ocasiones son parasitados por braconidos (*Lysiphlebus testaceipes* (Cross.)).

Se encuentran en el envés de las hojas y tienen aspecto de pera con un par de conductos en la parte dorsal del abdomen. Poseen antenas largas y alas membranosas, en las formas aladas. Este insecto hace su aparición sobre todo en el periodo en el que las lluvias son escasas, provocando

graves daños en su estado ninfal y adulto en la bellota y rama de las plantas, afectando su desarrollo; también pueden atacar retoños, tallos muy tiernos y flores.

Los áfidos son controlados por varios enemigos naturales, como son *Cycloneda limbifer* (Csy), *Hippodamia convergens* Guér., *Lysiphlebus testaceipes* (Cross) y las cotorritas depredadoras. La lucha química se lleva a cabo con productos sistémicos de buena acción afidicida como el Bi-58 37% CE y el Pirimor 50% PH.

4. Chinche teñidora

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

Este insecto ocasiona graves daños en el estado ninfal y adulto; con su proboscis chupa la sustancia de las bellotas y ramas provocando manchas en la fibra, a lo cual debe su nombre de teñidora. Como resultado de su ataque se afecta la germinación al ser sembrada la semilla de las plantas atacadas. Por lo general no es necesario luchar contra esta plaga.

5. Gusano del algodón

Este insecto perteneciente a la familia Phyrrocoridae, orden Hemiptera, tiene el cuerpo oval, alargado y de color verde en el estado larval, llegando hasta casi negro. La oruga presenta bandas blancas y negras con puntos negros y amarillos respectivamente y mide 48 mm. El adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, de color cenizo.

El daño que ocasiona este hemíptero en el kenaf es la defoliación de la planta y al igual que la plaga anterior, por lo general no es necesario luchar contra ella.

6. Araña roja

Esta plaga no merece realmente que se describa, porque los daños pueden ser similares a los anteriores o de

menor importancia, los cuales se eliminan con las aplicaciones que se hacen para insectos más importantes.

Respecto a las enfermedades más importantes que atacan al kenaf el primer lugar lo ocupa la antracnosis.

1. Antracnosis

La antracnosis (*Colletotrichum hibisci* Pollacci) es la enfermedad que más afecta al kenaf. Es un organismo fungoso, formado en el interior de las cápsulas producidas por las plantas enfermas cuando la planta es adulta, pudiendo continuar el periodo de susceptibilidad si concurre una fuerte infectación de nemátodos. Los síntomas que provoca en el kenaf son: crecimiento retardado, marchitamiento de la parte central del ápice, presencia de lesiones debajo de esta porción, pérdida de vigor, así como lesiones e infecciones pequeñas de forma irregular de color rojo vivo en las hojas, conjuntamente con la deformación de éstas (Cuba, Ministerio de Agricultura 1959).

Según este autor parece posible que genes en los pares de cromosomas estén relacionados con los factores de resistencia o susceptibilidad, pudiendo ser los efectos de éstos genes acumulativos o que un par se vuelva activo sólo cuando la planta entra en fase productiva de su desarrollo.

Pérez (1977) al estudiar el comportamiento de diferentes variedades respecto a la antracnosis indicó que existían diferencias muy importantes en la sensibilidad de las diferentes especies, variando la intensidad de los ataques de un año a otro y de una zona a otra; además de no observar interacción entre la ubicación de la zona de cultivo y la sensibilidad de las variedades cultivadas.

2. Mal de talluelo

Los hongos pertenecientes a los géneros *Piricularia* y *Rhizoctonia* pueden ser los causantes de esta enfermedad, también conocida como "damping off". Los síntomas de la misma consisten en la pudrición del cuello de la planta recién germinada, provocándole la muerte en pocas horas.

El exceso de humedad y las altas temperaturas son las condiciones que favorecen la aparición de esta enfermedad.

3. Pudrición del cuello

Esta enfermedad también es causada por un hongo, el cual es responsable de la pudrición del cuello. A diferencia del anterior éste produce una pudrición que se limita a la raíz unos 5-20 cm aproximadamente, sobre el cuello de la planta. Este hongo provoca la separación de la corteza y la fibra y suele aparecer cuando la planta está próxima a la maduración.

4. Pudrición de la raíz

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

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

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

5. Pudrición del carbón

Causada por un hongo (*Sclerotium bataticola* Taub.) esta enfermedad se caracteriza por una ligera pudrición de la raíz que se extiende por el tallo, tomando una coloración negruzca en toda la zona afectada.

Las plantas pueden ser atacadas en todas sus fases, desde que son pequeñas hasta su madurez.

Debido a que el ataque de este hongo se produce en la raíz es difícil su control por productos químicos (fungicidas), siendo lo más recomendable la utilización de suelos nuevos y un buen tratamiento de la semilla.

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 y Ministerio de Agricultura de Cuba 1959).

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

1. Variedad simplex: Tipo 1. Tallos púrpuros, hojas enteras con peciolo púrpuro.
2. Variedad viridis: Tipo 2. Tallos verdes, hojas enteras con peciolo verde.
3. Variedad ruber: Tipo 3. Tallos colorados abajo, verdosos arriba, hojas divididas con peciolo verde.
4. Variedad purpurens: Tallos púrpuras, hojas divididas con peciolo púrpuro. 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 verde. Tipo 6. Muy precoz. Tipo 7. Tardío,

tipo comúnmente cultivado; plántulas con tallos rojizos. Tipo 8. Tardío, plántulas con tallos verdes.

Variedades comerciales empleadas en Cuba

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 nuestro país: la fotosensibilidad y la susceptibilidad a la antracnosis.

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

Rivera (1968) dio a conocer dos nuevas variedades promisoras para el país: 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 filotóxica y el ciclo vegetativo y resistencia a la antracnosis, con un índice de infectación 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 Cuba-195 y Cuba-108. Al respecto Álvarez 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 suministrársele 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 estos 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.

Proceso tecnológico

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 Huneke 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 mejoría de las condiciones físicas del suelo y elimina el mayor número posible de nemátodos en caso de infectación de este parásito.

Siembra. 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 Álvarez (1979) determinaron que la fecha de siembra óptima para la producción de fibra es del 15 de abril al 15 de junio para las variedades C-195 y C-108, obteniéndose un coeficiente de correlación altamente significativo para la altura y el periodo vegetativo; 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 b) en estudios efectuados en 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 de nuestro país.

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 e independiente de la fecha de siembra y la variedad. Además Muchow *et al.* (1985) señalaron que existieron diferencias marcadas entre estos dos cultivos (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 cultivos al fotoperiodo. 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.

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 des-

tinadas 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 las 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, 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, para la producción de semilla.

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 entre hileras de 5-10 cm por planta, la distancia de 16 cm entre hileras y de 5 cm entre plantas produjeron el mayor porcentaje de fibra seca por planta verde.

Shalton (1961) indicó sembrar en hileras separadas a 15-20 cm y 5 cm entre plantas para obtener óptimos rendimientos en fibra, recomendando la distancia de 70-80 cm entre hileras y 7-10 cm entre plantas para la producción de semillas, lo que coincide con lo planteado por Henain y Cenoz (1970), quienes afirman que los mejores rendimientos se obtenían con distancias de 15-20 cm entre hileras; mientras que White y Haun (1961) explicaron que para el objetivo de obtener pulpa de papel, el kenaf debe sembrarse en surcos distanciados de 30 a 35 cm.

Werkhoven (1966) recomendó para la producción de fibra una dosis de semilla de 25 a 30 kg/ha y estableció como óptima la densidad de siembra de 10 a 15 kg/ha de semilla.

White *et al.* (1970) determinaron que con las densidades de 200 a 300 000 plantas/ha obtuvieron los más altos rendimientos de tallo, bajo las condiciones de Maryland (EE UU). Con la mayor densidad de población (296 000 plantas/ha), de tres estudiadas (99 000 y 128 000 plantas/ha), se observó que la altura de las plantas y el diámetro basal del tallo disminuyeron, mientras que se elevó el porcentaje de materia seca, indicando que la distancia de 296 000 plantas/ha tuvo un incremento significativamente mayor.

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

Nacirov *et al.* (1977) comparando diferentes distancias de siembra monolineales en las condiciones de Uzbekistán (ex-URSS), hallaron que el método de hilera ancha bilineal de 70 + 15 cm, era el más efectivo desde el punto de vista de la producción obtenida por unidad de superficie, argumentando que en estas distancias es más alto el nivel de la mecanización y hay una reducción de los gastos de la mecanización en un 25%. Asimismo, Ushtimenko-Bakumovski (1982) señaló que el kenaf se siembra a una distancia de 20-30 cm entre hileras de 5-6 cm en filas espaciadas de 2-3 líneas (la distancia entre líneas

es de 12-15 cm y entre fajas entre 50-60 cm) para la producción de fibra, empleándose una norma de siembra de 35-45 kg/ha, en el caso de la ex-URSS, mientras que para la producción de semilla se emplean siembras de una línea, siendo usada en los subtrópicos áridos de este país la norma de siembra de 15 a 20 kg/ha y en la India de 10 a 15 kg/ha.

Vinent (1982 b) al comparar las distancias de siembra de 15, 20 y 30 cm entre hileras y de 5 cm aproximadamente entre plantas, encontró como óptima la distancia de 30 cm entre hileras en la variedad C-977 y C-680, aumentando la fibra seca en 232 kg/ha en relación con las anteriores distancias de siembra; este mismo autor (1983) comprobó al comparar las distancias de siembra de 30 cm entre surcos con la tradicional de 20 cm entre surcos y 5 cm entre hileras para la producción de fibra de la variedad C-195, en las condiciones de la producción, que la nueva distancia de 30 cm entre surcos redujo la cantidad de semillas, aumentando en un 22.6% los rendimientos de fibra seca con incremento en la calidad de la fibra, lo que implicaba una mayor eficiencia de las máquinas que intervienen en los procesos del kenaf. Sin embargo, trabajos llevados a cabo por Nafees *et al.* (1985) concluyeron que los rendimientos más elevados en cuanto a fibra se refiere, fueron obtenidos con una distancia de siembra de 10 cm, mientras que los más altos rendimientos en tallos verdes y secos se lograron con una distancia de siembra de 4 cm; mientras que Osman y Momtaz (1982), reportaron rendimientos de fibra/feddan de 2 007 kg/feddan (842.94 kg/ha) y de 443 kg de semillas/feddan (186.06 kg de semillas/ha), en experimentos llevados a cabo bajo las condiciones de Egipto con las variedades Giza-1, Giza-2, Giza-3, Giza-4 y Giza-5.

Vinent (1982 b) comparando distancias de siembra de 30, 70 y 90 cm entre surcos y 20 cm entre plantas de la variedad C-2030 para la producción de semillas, observó el efecto de las distancias referentes a la cantidad de cápsulas logradas, cápsulas caídas, longitud de la espiga floral y altura de las plantas, sin embargo se encontraron diferencias significativas respecto al peso de la semilla a favor de las distancias entre surcos de 50 a 70 cm y de 20 cm entre plantas. Mientras que Salih (1986) en-

contró que los más altos rendimientos en cinta seca de kenaf de la variedad G-5, bajo regadío y con una densidad de 500 000 plantas/ha se obtuvieron con la distancia de 0.20x0.10 m, sembrada a mediados de abril y mayo.

Bhagoo *et al.* (1987) reportaron que la mayor producción total de materia seca (PTMS) y de tallos, fueron las más altas con la densidad de plantas de 345 800 plantas/ha. La variedad Tainung tuvo los rendimientos en tallo más elevados, en comparación con la variedad cubana C-2032; ambas variedades rindieron mucho más con la distancia menor (38 cm) que con la mayor (78 cm). Las PTMS, argumentan los autores, fueron mayores para la plantación del 20 de mayo, disminuyendo significativamente con la reducción de la plantación.

Robinson (1988) concuerda con lo anterior al plantear que los rendimientos en tallo fueron más altos a mayor densidad de siembra, mientras que el rendimiento en hojas fue elevado a menor densidad, señalando que las más altas densidades producen tallos sin ramificaciones y un rendimiento de aproximadamente 9.5 t de peso seco de tallos/acre, en las condiciones de los Estados Unidos. Resultados similares fueron reportados por Fahmy *et al.* (1989), empleando una distancia de siembra entre hileras de 50.8 cm y 3.8 cm entre plantas.

Vinent (1989) obtuvo con la distancia entre hileras de 30 cm y 40 cm de altura de corte del kenaf, desde el punto de vista de los aspectos biológicos de la planta, los mayores rendimientos y el mejor efecto económico en un estudio llevado a cabo con la variedad K-2 con fines forrajeros. En trabajos realizados con una nueva distancia de siembra en kenaf, el mismo autor concluyó que el rendimiento en fibra se incrementó al emplear una distancia de siembra de 30 cm, donde el diámetro del tallo y el peso de las plantas no fueron afectados, por lo que la uniformidad de éstos se incrementó.

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 Huneke (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.

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/cab y muriato de potasio a 1.65 t/cab, aumentaron los rendimientos, mientras que las aplicaciones de superfosfato produjeron incrementos significativos en los rendimientos al emplear altas dosis: 10 t/cab (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) y el Ministerio de Agricultura de Cuba (1978) plantearon que en el kenaf se utiliza la fertiliza-

ción 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/cab; 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 fosfóricos 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 Üexkull

(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.

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 afectaron 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.

Según Ustimenko-Bakumovski (1982) el kenaf se cultiva en rotación o en forma permanente y puntualiza que

en los subtrópicos 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 agrotécnica 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.

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 alcanzasen 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.

Proceso de enriado del kenaf

Se entiende por enriado el proceso de desintegración de las materias orgánicas (proteínas, azúcares, almidones, pectinas, hemicelulosa y a veces la celulosa) de las plantas en partículas más pequeñas y solubles, mediante la acción de enzimas o fermentos específicos de ciertos microorganismos. Dicho proceso se puede llevar a efecto mediante diferentes métodos:

- Enriado biológico: aeróbico y anaeróbico
- Enriado químico
- Enriado mecánico

Enriado biológico

Enriado aeróbico. El enriado aeróbico emplea bacterias y hongos que requieren acceso a grandes concentraciones de oxígeno; este proceso puede ser conducido al aire libre (enriado de rocío) o con el material sumergido en tanques de agua fuertemente aerados, aunque las desventajas de este método lo hacen desechable: no se puede regular prácticamente el contenido de humedad de los tallos o el tipo de microorganismo que se pueda desarrollar en los tejidos, muchas de las bacterias de la descomposición celulósica y hongos de la descomposición de la lignina son aeróbicos y, por tanto, el peligro de destrucción de la celulosa y la lignina en las fibras se incrementa enormemente; por último, el enriado no es uniforme dentro de los tallos.

Enriado anaeróbico. A diferencia de los procesos aeróbicos, este tipo de enriado emplea organismos que requieren concentraciones mínimas de oxígeno.

El Ministerio de Agricultura de Cuba (1959) al emplear la bacteria del género *Clostridium* señaló que resulta bastante difícil desarrollar y mantener condiciones anaeróbicas adecuadas a los grandes volúmenes con que se opera en los tanques de enriado.

En el caso del enriado biológico se emplearon bacterias *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Aerobacter*, *Bacillus vulgatus* y *Bacillus cereus*, entre otras, que produjeron enriados más rápidos cuya eficacia está determinada por diferentes factores: la temperatura, el pH y la aereación. La temperatura óptima oscilaba entre 30 a 35°C y valores inferiores o superiores a éstos retardaban considerablemente el proceso de enriado; el pH óptimo se encontraba entre 5.5 y 6.5 y no produjo ningún efecto sobre el enriado cuando se mantuvo constante a 6.5 por adición de carbonato de sodio. El enriado biológico utilizando hongos (mildews) que descomponen la celulosa y las fibras que están compuestas de celulosa casi pura, arrojó las siguientes ventajas: menos inversión en equipos para la planta, menos necesidad de agua, no produce el olor desagradable del enriado con bacteria; las desventajas se concentran en: lentitud del proceso, debilitamiento de la fibra por el establecimiento de otros hongos que descomponen la celulosa y la fibra resultante es más difícil de limpiar (Cuba, Ministerio de Agricultura, 1959).

Enriado químico

Los experimentos llevados a cabo con productos químicos (jabones comerciales) con el fin de separar los haces de fibras anostomadas del kenaf dieron buenos resultados, según informa el Ministerio de Agricultura de Cuba (1959), pudiéndose obtener en 1:30 h una fibra perfectamente limpia y de una calidad inmejorable; este tiempo disminuyó a 6 m al pasar el material (cintas) por entre cilindros para eliminar así la parte ya embebida con la solución de jabón.

Enriado mecánico

El enriado mecánico del kenaf consiste en la utilización de máquinas especialmente diseñadas para la extracción de fibra.

En el caso del kenaf se utilizó una máquina Krupp Stella, empleada comúnmente como desfibradora de henequén que funcionaba de la manera siguiente: la cadena alimentadora mantiene los tallos en su lugar y los pone en contacto con las cuchillas que espadillan la fibra raspando el material no fibroso, luego el primer tambor desfibra un poco más de la mitad de la longitud del tallo y el segundo hace el resto (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1959).

En el proceso de extracción de la fibra en el kenaf después de la maceración se procede al lavado de las fibras para la eliminación del resto no fibroso, de las lavadoras las fibras pasan a las máquinas secadoras, de ahí se clasifican en grados y posteriormente se almacenan en pacas hasta su traslado a las plantas de procesamiento textil (Ministerio de Agricultura de Cuba, 1978).

De todos los métodos expuestos aquí, en Cuba es utilizado el de enriado o maceración biológica, aunque no se descarta la posibilidad de otros en un futuro.

Importancia del cultivo del kenaf

El comercio mundial del kenaf cobra cada día mayor auge, pues este hibiscus ha pasado a ser de un cultivo puramente textil a un cultivo en el cual cada vez es más importante la variedad industrial de sus usos, incrementándose así su valor económico, máxime cuando se está imponiendo a nivel mundial la vertiente ecológica de su plantación productiva en sustitución de las de coníferas en la elaboración de pulpa papelera de alta calidad y bajo costo.

Además del uso tradicional que se le da a la fibra de esta planta como sustituto del yute para la confección de sacos para la agricultura y el comercio, se han obtenido excelentes resultados al emplear esta planta como fuen-

te de alimentación animal (Killinger 1967; Puentes 1974 y Vinent *et al.*, 1992), así como utilizándolo como pulpa química para la elaboración de papel al emplearse solo o mezclado con la de madera en la obtención de diferentes tipos de papel, que van desde el de imprenta hasta los de embalaje (Killinger 1968; Massey 1974; Watson *et al.*, 1976; Tissot 1992 y Vinent *et al.*, 1992)

Da Via *et al.* (1978) concuerdan con los usos del kenaf reportados por los autores anteriores y afirman que por su gran volumen este cultivo ocasiona grandes dificultades, las que no obstante pueden ser resueltas utilizando el método de «alfalfa-cubing», el cual comprime al kenaf facilitando su almacenamiento y transporte. El kenaf producido por este método, continúan los autores, sólo ocupa un tercio del espacio requerido por él, cortado o atado, sin pérdida en la calidad de la fibra.

Ortiz (1993) señala que los subproductos de la cosecha del kenaf (médula y tallo) también son de utilidad, pues resultaron ideales como sustrato de hongos comestibles del género *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus*), posibilitando el abaratamiento del costo de producción de estos hongos al no incurrir en grandes erogaciones de divisas para adquirir varias toneladas de cereales (trigo, cebada, arroz, etc.) utilizadas tradicionalmente como sustrato.

Lewy (1947) reportó que del kenaf (semilla) se obtiene aceite de amplio uso, tanto para labores culinarias como para la industria en general (jabones, cosméticos, conservación de armamentos, etc.), lo cual fue corroborado por Vinent (1993), al plantear que se fabricaron jabones duros de muy buena calidad.

Potencialidad oleaginosa y proteica de la semilla de kenaf

Las grasas y los aceites son ésteres de los ácidos grasos y la glicerina. En sus moléculas se encuentran esterificados los tres grupos alcohólicos de la glicerina con ácidos grasos saturados e insaturados (Ray y Mc Ewen 1963). Ellos son importantes materias primas no sólo para la alimentación mundial, sino también para la industria oleoquí-

mica, la cual emplea un 20% de los aceites y grasas naturales producidas en el mundo; dentro de los primeros los más difundidos son: el de soya, con una producción mundial de 104 millones t/año y el del algodón con 33 t/año, le siguen el de colza con 24 millones t/año, el girasol con 22 millones t/año y el maní con 15 millones t/año. Los dos primeros son los más importantes por la producción de aceite y fibra que de ellos se obtienen, respectivamente.

Las proteínas son los constituyentes más importantes de la materia viva, son indispensables para la vida y se encuentran en todas las unidades vivientes. En el caso de las semillas de los cultivos arriba mencionados la del maní ocupa el primer lugar con un 49%, le siguen el girasol (46%), la soya (45%) y el algodón con un 41% (FAO 1974); la torta de semilla de kenaf posee un 33% de PB según reportó Lewy (1947).

Características del aceite

Aunque el kenaf no es catalogado como una planta oleaginosa, de su semilla se obtiene un aceite no secante de buena calidad.

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

Estudios llevados a cabo por Vinent (1993) sobre la obtención y evaluación del aceite de kenaf arrojaron que el mismo, sin calentar el material (semilla), es de color amarillo claro, casi inodoro, mientras que el obtenido mediante calentamiento previo (prueba industrial en la fábrica "David Arroyo") a temperaturas superiores a los 100°C, es de color rojizo-carmelita con un agradable olor. El estudio concluye que el aceite obtenido del kenaf es un aceite no secante.

En lo referente al porcentaje de aceite de la semilla del kenaf se reporta un 12-14%, en pruebas de extracción

realizadas en el INIFAT (Vincent 1993); valores estos similares a los reportado por *L'Informatore Agrario* (1990), el cual señala que el porcentaje de aceite del kenaf oscila entre 14-16%.

Las propiedades químicas y composición de los principales ácidos grasos del aceite de semilla de kenaf, se exponen en la tabla 2, según Vincent *et al.* (1993), valores éstos que coinciden con lo reportado por *L'Informatore Agrario*, (1990).

TABLA 2. PROPIEDADES DEL ACEITE DE KENAF

Parámetros evaluados	Valores
Índice de refracción	N ⁴⁰ 1.4657
Valor de ácido	5.5
Valor de saponificación	189.8
Valor de yodo	90-99
Valor de Reichert-Melsse	0.5
Valor de Hehner	61.8
% insaponificable	1.7
% ácido oleico	53
% ácido linoleico	34
% ácido linolenico	-
% ácido palmítico	6
% ácido estearico	4

Semilla

La semilla de kenaf se puede almacenar en condiciones ambientales, un almacén ordinario, durante cierto tiempo (más de 6 meses) para la extracción de aceite. El daño causado por insectos a la semilla almacenada provoca pérdidas de rendimiento en aceite, pérdidas por refinación y un oscurecimiento del color de éste, debido a lo cual el aceite adquiere una gran acidez.

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

Situación actual y perspectiva del kenaf en Cuba

El interés actual que existe a nivel mundial sobre el kenaf está basado fundamentalmente en la versatilidad productiva y la rusticidad agronómica de este cultivo, que lo convierten en un renglón de importancia económica tanto para países desarrollados como subdesarrollados, incluido el nuestro, donde puede contribuir al desarrollo no sólo de la industria textil sino también de diversas ramas de interés nacional, mediante la sustitución de productos y materiales importados que de él se obtienen, así como mediante la exportación de éstos a otros países.

En Cuba la producción de fibra se fue incrementando hasta 1967, fecha en la cual se logró la cifra más elevada hasta el presente 3 157 t, a partir de entonces esta tendencia alista se invirtió y en 1991 se obtuvieron sólo 850 t (Vincent y Valdés 1992).

Actualmente este cultivo está totalmente mecanizado en Cuba y se dispone de dos maceradoras (Make-naf-I y II), con una capacidad entre ambas de 19 Mt de fibra seca en 11 meses y de dos Sakenaf con capacidad de lograr 35 millones de sacos anuales para la economía interna e incluso exportar a áreas cercanas (Vincent y Valdés 1992; IIFN 1992).

Hoy se disponen de 700 caballerías, 400 en Las Tunas y 300 en Ciego de Ávila, de las que se pueden obtener entre 14 000 y 16 800 t de fibra/año para sacos. Sin embargo, en la práctica sólo se siembran alrededor de 200 caballerías de kenaf entre estas dos provincias, en condiciones de secano, en un solo ciclo anual (120 días), omitiéndose la rotación de cultivos, con lo cual se deja la tierra en barbecho, lo que demanda después grandes gastos para su desbroce. El rendimiento del kenaf por este procedimiento es de unas 12 t de fibra seca para sacos por caballería cosechada, con fuertes pérdidas por falta de regadío (Vincent y Valdés 1992).

Un informe realizado en áreas de producción por el Ministerio de Agricultura de Cuba (1994), reafirma el deterio-

ro agroproductivo que ha acarreado en el kenaf la carencia de un sistema adecuado de riego y drenaje y la falta de insumos fundamentales en la producción de este cultivo, lo cual ha contribuido a que al cierre de 1993 sólo se hayan sembrado 630 ha de 3 555 previstas, lográndose solamente el 6% de la producción de fibra planificada.

A pesar de estos lógicos descensos de los rendimientos en condiciones de secano, el kenaf con riego puede producir hasta 20 y 24 t/fibra/cab, aunque las variedades existentes en Cuba son potencialmente superiores en rendimiento agrícola, lo que colocaría al país a nivel internacional, pues actualmente se exportan semillas de calidad de este cultivo a países que logran altos rendimientos, como por ejemplo Viet Nam (29.3 t/ha), según indicó el IIFN (1992).

Aunque en Cuba sólo se cosecha kenaf con fines textiles, aprovechándose únicamente la corteza que es donde se encuentran las fibras más largas y que representan el 2% del peso total de la planta, la literatura internacional reporta que con fines papeleros se pueden considerar rendimientos de fibra larga del 30 al 40% del tallo. El rendimiento obtenido en Cuba de este cultivo es de aproximadamente 7 t/ha de cinta seca, aunque la literatura reporta que pueden obtenerse hasta 10 veces los rendimientos en pino, por ser el kenaf una planta de ciclo de recolección de entre 70 a 180 días (IIFN 1992).

Los Estados Unidos y Australia son dos de los principales países que han desarrollado el kenaf con fines papeleros; en el primero se ha instalado una planta para producir papel

periódico a partir de 100% pulpa de kenaf con una capacidad de 215 000 t/ha en el sudeste de Texas. También en Tailandia y Belice existen dos modernas papeleras que producen cerca de 80 000 y 72 000 t/año de pasta química, respectivamente, derivada exclusivamente del kenaf, la cual presenta características superiores a la de la madera (L'Informatore Agrario 1990).

En el IIFN (1992) se señala la necesidad y la posibilidad de obtener papel en Cuba a partir de pulpa de kenaf, al incurrir en gastos bastante bajos (entre 20 y 40% de menos gasto de energía en su proceso de refinación), en comparación con la obtención de papel a partir de coníferas. La misma fuente concluye que el kenaf procesado al sulfato o a la soda para obtener pulpa química, puede ser sustituto de la pulpa de madera de coníferas en los papeles de envolver y liner, y si es blanqueado en papeles de imprenta y de escribir, entre otros, aunque en el proceso de obtención de papel no se puede eliminar la totalidad de la pulpa de madera suave; el informe concluye que las características y propiedades de la pulpa de kenaf son similares a las de algunas de maderas suaves y superior a las de pulpas de bagazo y de las maderas duras, empleadas tradicionalmente con este fin.

En Cuba en este campo se registran avances con la obtención de dos variedades de kenaf insensibles al fotoperiodismo (V-5f y V-6f) para la obtención de pulpa papelera cuyas propiedades químicas (celulosa y pentosanos) son superiores a las de pino blanco, presentando un porcentaje de lignina inferior al de esta conífera (Vincent *et al.*, 1992 c).

Bibliografía

ADAMSON, W.G., G.A. WHITE y J.J.HIGGINS.

1972 "Variation in leaf development and dry matter yield among kenaf varieties and introductions". *Crop Science* 12(3): 341-343.

ADAMSON, C., N.A.MARPIN y N.A.MINTON.

1975 "Rotation of kenaf and roselles on field infected with root-nematodes". *Plant Disease Reporter* 59(2): 95-108.

ADENIJA, M.O.

1970 "Reaction of kenaf and roselle varieties to the root-knot nematodes in Nigeria". *Plant Disease Reporter* 54(7): 547-549.

ALLISON, R.V.

1951 "Kenaf, una nueva fibra industrial". *La Hacienda* 4(11): 48-49.

ÁLVAREZ, MARTHA y E. FERNÁNDEZ.

1979 "Aspectos de importancia del género *Meloidogyne*, Goeldi en el cultivo del kenaf". *I Jornada Científica del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*.

ÁLVAREZ, MARTHA y E. VINENT.

1979a "Respuesta del kenaf al fotoperiodismo". *Agrotecnia de Cuba* 11(1): 1-10.

1979b "Interacción genotipo-ambiente en kenaf". *Ciencia y Técnica en la Agricultura* 2(2):69-98.

BÉQUER, G., J. CHAO, E. VINENT, I. FACHMAN y H. RAMOS.

1989 "Delay flowering in kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) by the application of chemicals". *Abstracts on Tropical Agriculture* 14(10): 111.

BHAGOO, M.S., H.S. TEHRANI y J. HENDERSON.

1987 "Effect of planting date, nitrogen levels, row spacing and plant population on kenaf performance in the San Joaquin Valley", California. *Abstracts on Tropical Agriculture* 12(12): 109.

BOURELLY, J.

1971 "Organización longitudinal de los haces de fibras externos de *Hibiscus cannabinus*, L." *Coton et Fibras Tropicales* 26(3): 355-357.

1980 "Ontogenie des fibres textiles de *Hibiscus cannabinus*, L. (Malvaceae)". *Coton et Fibras Tropicales* 35(3): 319-383.

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 Agriculturalist*, 7pp.

CRANDALL, B., J. L. PARRADO y R. ROQUE.

1953 *Las enfermedades del kenaf y su control*, La Habana, Circular Agrícola, núm. 4, Comisión Cooperación Agrícola, Estación Experimental de Santiago de Las Vegas. 29pp.

CRANDALL, B.

1955 *Las variedades de kenaf en Cuba*. La Habana. Comisión Cooperativa Agrícola. Estación Experimental de Santiago de Las Vegas, 14pp.

CRANE, J. y J. ACUÑA.

1945 "Effect of plant spacing and time of planting on seed yield of kenaf". *Journal of the American Society of Agronomy* 37(12): 969-977.

CRANE, J.

1977 "Kenaf fiber plant, rival of jute". *Economic Botany* 1(3): 334-350.

CROUSE, B.W.

1973 "Effect of growing temperature in chemical-physical properties of kenaf fibers". *Crop Science* 13(1): 52-54.

CUADRA, R. M.

1987 *Los nemátodos de los nódulos y su relación con el tomate y el kenaf*, La Habana: Academia, 24-38pp.

CUBA. MINISTERIO DE AGRICULTURA.

1959 *Kenaf, investigaciones conducidas en Cuba*, La Habana, 1-280pp.

1978 *Instrucciones Técnicas para el cultivo del kenaf*, La Habana: CIDA, 99pp.

1994 *Proyección de los cultivos productores de fibras no forestales*, La Habana, 6pp.

CUBA. DIRECCIÓN NACIONAL DE MECANIZACIÓN (DINAME).

1979 *Reunión Nacional de Desarrollo de la Mecanización Agropecuaria. Mecanización del kenaf*. 2ed., La Habana, Comisión, núm. 8, DINAME, 14pp.

DAMME, 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.

DA VIA, J. D., M. O. BAGBY, B. A. WOLF, F. K. PAULDEN y J. R. GROSS.

1978 "Cubbing increases density of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.)", *California Agriculture*, 32(9): 11-12.

DEVLIN, R. M.

1975 *Fisiología vegetal*, Barcelona: Omega, 468pp.

DINH, N. H.

1973 "Reaction á la photoperiode de varietés d' *Hibiscus* cultivés au Mali". *Coton et Fibras Tropicales* 28(3): 393-400.

EDMONDS, J.M.

1992 "The distribution of *Hibiscus* L. section *Furcaria* in Tropical East África". *Abstracts on Tropical Agriculture* 17(4): 118.

- ESSAU, K. I. y L. MORROW.
1974 "Spatial relation between xylem and phloem in the stem of *Hibiscus cannabinus*". *Journal of the Linnean Society*, 68(1):389-390.
- FAHMY, R., L. ABAUSHOLA., A. M. HELLA y S. A. ABDEL SALAM.
1989 "The effect of plant population levels on growth, yield and fiber quality of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.)." *Abstracts on Tropical Agriculture* 14(7):103.
- FAHMY, R. y EL S. MADKOUR.
1983 "The effect of 2,4-D and/or Ferrous Sulphate on the growth of kenaf". *Agricultural Research Review* 61(8):61-71.
- FAO
1978 *Las semillas agrícolas y hortalizas: producción, control y distribución*, pp. 271-279.
1991 *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Políticas y cuestiones agrícolas: los años ochenta y perspectivas para los noventa*.
- FEBLES, G., M. MOMZOTE y E. T. RUIZ.
1989 *Leucaena como una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico*, Edica, pp.5-29.
- FOLLIN, J. C. y M. SCHEWEDINAN.
1974 "La resistencia a la antracnosis (*Colletotrichum hibiscipoll.*). Determinismo genético y su influencia en el desarrollo de la epidemia". *Coton et Fibras Tropicales* 29(3):331-338.
- FOLLIN, J. C.
1974 "Influencia de la temperatura, de la luz y de la nutrición mineral en la expresión del kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) a la antracnosis (*Colletotrichum hibiscipoll.*)". *Coton et Fibras Tropicales* 33(4):331-338.
- GOLA, G., G. NEGRI CAPPALLETY.
1969 *Tratado de botánica*, 3ed., La Habana: Ediciones Revolucionaria, Instituto del Libro, pp. 1137.
- HENAIN, H. y H. CENOZ.
1969 *Estudios agrotécnicos con el kenaf en la provincia de Corrientes, Argentina*, 1ed., Prov. de Corrientes, Argentina: Universidad del Nordeste, Facultad de Agronomía y Veterinaria, núm. 8, 17pp.
- HIGGINS, J. J. y G. A. WHITE.
1970 "Effect of plant population and harvest date of stem yield and growth component of kenaf in Maryland". *Agronomy Journal* 62(5):667-668.
- IBRAHIM, S. A., M. S. MANDOUR y A. S. ELNEKLAWY.
1988 "Nutritional requirements of roselle (*Hibiscus sabdariffa*, L.) plants under different levels and methods of fertilizers application". *Abstracts on Tropical Agriculture* 13(4):109.
- IDEATULINA, F. F.
1974 "An study and evaluation of the world collection of kenaf for resistance to root-knot nematodes". *Referationik Zhurnal Raslericosdt* 2:55-229.
- INFORME INTEGRAL SOBRE FIBRAS NATURALES (IIFN).
1992 *Forum Científico de Fibras Naturales*, La Habana, pp. 17.
- JACOB, A. y H. ÜEXKULL.
1968 *Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*, 4ed., La Habana, Edición Revolucionaria, 466pp.
- JONES, M., A. R. JIMÉNEZ y P. P. PUJOLS.
1953 *Experimentos de fertilización con kenaf en Cuba en 1952*, La Habana, Circular Agrícola, núm. 5, Estación Experimental de Santiago de Las Vegas, 20pp.
- KILLINGER, G. B.
1967 "Kenaf, materia prima para papel y forraje de gran valor protéico". *Agricultura de las Américas* 16:14-16.
- KILLINGER, G. B.
1969 "Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) a multiuse crop". *Agronomy Journal* 61(5):734-736.
- KNIGHT, J. y J. M. HUNEKE.
1975 *Kenaf a potential Cuban industry*, La Habana, Compañía Cubana de Electricidad, 179pp.
- LEÓN, J.
1987 *Botánica de los cultivos tropicales*, Costa Rica, San José: Editorial IICA, 329-331pp.
- LETO, C. y M. GRAZIA PATRIZIA SACCO.
1989 "Il kenaf: le sue caratteristiche e le sue potenzialità". *L' Informatore Agrario: culture erbacee* (15):84-86.
- L' INFORMATORE AGRARIO: PROGETTO.
1990 "Kenaf" (14):47-50.
- LEWY, M.
1947 "Kenaf seed oil". *The Journal of the American Oil Chemists' Society* 34(1):3-5.
- MAJUMDAR, M. y D. SOM.
1989 "Evaluation of some systemic and non-systemic fungicides against pathogens of bast fiber crops". *Abstracts on Tropical Agriculture* 14(6):110.

- MASSEY, J.
1974 "Effect of nitrogen levels and row width of kenaf". *Agronomy Journal* 66(6):822-823.
- MASSEY, J.
1973 "Effect of plant density of two varieties of kenaf in Georgia Piedmont region". *Agronomy Journal* 65(3):848-850.
- MANRESA, MILAGROS.
1988 *Lineamientos básicos para la elaboración de bibliografía*, La Habana: CIDA, 14 pp.
- MC SORLEY, R. y J. L. PARRADO.
1987 "Relationship between weight of kenaf and root galling by *Meloidogyne incognita*". *Abstracts on Tropical Agriculture*, 12(11):102.
- MEULEN, V. S., E. SCHULKE y E. A. HARTH.
1979 *Production Animal Tropical*.
- MORENO, S. J.
1953 *Investigación preliminar sobre los constituyentes de la corteza*, México, Tesis profesional, Inst. Mex. de Inv. Tecnológicas Banco de México, S.A., 60pp.
- MORE, D. R., PAWAR, V. D., DESHPANDE, H. W. y NIMKAR, D. J.
1992 "Studies on selected functional properties of defatted whole and processed kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) seed flour". *Abstracts on Tropical Agriculture* 17(11):77.
- MUCHOW, R. C. y I. M. WOOD.
1985 "Effect of sowing date on growth and yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) grown under irrigation in tropical Australia. 1. Phenology and seed production". *Abstracts on Tropical Agriculture* 10(1):100.
- MUCHOW, R.C., I. WOOD y D. RATCLIFF.
1985 "Effect of sowing date on growth and yield of kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) grown under irrigation in tropical Australia. 2. Stem production". *Abstracts on Tropical Agriculture* 10(1):100.
- 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.
- MUNILLA, R. G. y PUENTES, C.
1971 *Estudio del kenaf como posible planta forrajera*, La Habana, Ingeniería Agronómica 5, serie 1, Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Habana, 39pp.
- NACIROV, J., J. NACYRALIEV y A. MURTAZAEV.
1977 "Efectividad económica del método de cultivo del kenaf en hileras anchas". *Información Express, Fibras* 1(1):26-31.
- NAFFES, M., KHANZADA y P. SHAH.
1985 "Effect of plant population on green stalk, dry stalk and fiber yields of jute and kenaf varieties". *Abstracts on Tropical Agriculture* 10(5):98.
- ORTIZ, J. L.
1993 Comunicación personal.
- OSMAN, H. A. y F. H. KOURA.
1987 "Effect of population density of *Hoplolaimus aegypti* on kenaf yield and nematodes reproduction". *Abstracts on Tropical Agriculture* 12(11):117.
- PATE, J. E., E. O. GANSTAD, J. JOYNER y C. SEALE.
1954 "Kenaf in South Florida". *The Garden Journal* 1:40-41.
- PÉREZ, D. C.
1977 "La antracnosis del kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) en África Oriental". *Información Express, Fibras* 11(1):12-19.
- PUENTES, C.
1958 "Época de siembra del kenaf en Cuba". *I Congreso sobre kenaf*, La Habana, Comisión de Investigación Agrícola.
- 1974 "Estudio del kenaf para ser usado como planta para forraje". *Agrotécnica de Cuba* 6(2):3-8.
- RAY, O. B. y W. E. MC EWEN.
1967 *Química orgánica*, La Habana, Edición Revolucionaria, 950pp.
- REMUSSI, C.
1956 *Plantas textiles. Su cultivo e industrialización*, España, Salvat, 411pp.
- RIVERA, G.
1968 "Nuevas variedades comerciales de kenaf", *Agricultura*. Academia de Ciencias de Cuba, año 2, 1-2.
- ROBINSON, F. E.
1988 "Kenaf, a new fiber crop for paper production 2". *California Agriculture* 42(5):31-32.
- SALIH, F. A.
1986 "Effect of sowing date and row width on the kenaf dry ribbon in Central Sudan". *Abstracts on Tropical Agriculture* 11(1):125.

- SEALE, C., J. JOYNER y E. O. GANSTAD.
1952 "The preliminar 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.
- STASSBURGER, E.
1971 *Strassburger's text book of Botany, rewritten by Dietrich Von Doffer and others*, 30ed., London, Longmans, 877pp.
- SUÁREZ, R.
1958 "Distancia y densidad de siembra". *I Congreso sobre kenaf*, 1ed., La Habana. Comisión de Investigación Agrícola, 55pp.
- TISSOT, M. y BOULANGER, J.
1992 "Possibilité de production de papier journal à petite échelle à partir du kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.)", *Abstracts on Tropical Agriculture* 17(5):71.
- USTIMENKO-BAKUMOVSKI, G. V.
1982 *El cultivo de plantas tropicales y subtropicales*, 1ed., Moscú: Mir, 429pp.
- VAN ZUYLENT, T.
1970 "Activité de L' ICRT en 1968-1969, Rep. de Cote d'Ivoire, Programme Hibiscus". *Coton et Fibres Tropicales* 25(1):429-433.
- VINENT, E.
1982a "Efecto de distancia de siembra en el kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para la producción de fibra". *Agrotécnia de Cuba* 14(1):51-62.
1982b "Efectividad de una nueva distancia de siembra en kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para la producción de semillas". *Agrotécnia de Cuba* 14(1):51-62.
1983 "Efectividad económica de la variedad de kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) Cuba-977 sobre la Cuba-961 en condiciones de producción (empresas)". En prensa.
1992 "K-3, una nueva variedad de kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para forraje." *Agricultura Tropical* 1(1).
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, Estación Experimental de Papa y Fibras, 67 pp.
- VINENT, E. y CARIDAD VALDÉS.
1992 *Algunas consideraciones sobre el cultivo del kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) en Cuba*, La Habana, Estación Experimental de Papa y Fibras.
- VINENT, E., CARIDAD VALDÉS y O. FAJARDO.
1992 *Nueva variedad de kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.) para fibra y pulpa papelera*, La Habana, Estación Experimental de Papa y Fibras. Informe.
- 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 Ávila.
- VINENT, E. y MARTHA ÁLVAREZ.
1979a "Respuesta del kenaf al fotoperiodismo". *Agrotécnia de Cuba* 11(1):1-10.
1979b "Comportamiento de dos variedades de kenaf al fotoperiodismo". *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., 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, Estación Experimental de Papa y Fibras 8pp.
- WATSON, A. J., G. GOSTSIDE, D. E. WEISS, G. H. HIGGINS, H. NAMEAS, G. W. DAMIS, G. M. IRUME, I. WOOD, A. MANDERSON y E. J. CRANE.
1976 *The growing of kenaf in Northern Australia and its potential for paper making and food production*, 1ed., Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 39pp.
- WALKER, J. E. y M. SIERRA.
1950 *Cultural experiments with kenaf in Cuba*, 1 ed., Washington, Circular 854, USDA, 24pp.

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.

WERKHOVEN, H.

1966 "Obtenga fibra de calidad del kenaf". *La Hacienda* 62(2):39.

WHITE, H. y G. A. HAUN.

1961 "Se investiga fibra para obtener papel", *La Hacienda* 61(4):52.

WHITE, H., G. A. ANDERSON y J. J. HIGGINS.

1971 "Effect of population levels in growth factors in kenaf varieties". *Agronomy Journal* 63(2):233-237.

WHITE, G. A., D. G. GUMMINS, E. L. WHITELEY, W. T. FIKE, J. K.

GREIG, J. A. MARTING, G. B. KILLINGER, J. J. HIGGINS y T. F. CLARK.

1970 "Cultural and harvesting methods of kenaf, an annual crop source of pulp in the Southeast". *Production Research Report* (113):36-38.

WHITELEY, E.L.

1971 "Influence of date of planting in the yield of kenaf". *Agronomy Journal* 63(1):135-136.

WHITERS, N. J.

1973 "Production of kenaf under temperature conditions", *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*: 253-258.

WHITERS, N. J.

1971 "Influence on date of harvest in the yield of kenaf". *Agronomy Journal* 63(3):509-511.

XUE, J. M., J. YANG y X. SUN.

1987 "Uptake of boron by kenaf and its role in yield formation". *Abstracts on Tropical Agriculture* 12(9):106.