



## EVALUACIÓN DE DOS FECHAS DE SIEMBRA DE *Hibiscus cannabinus* L. “kenaf” (Malvaceae) EN VILLA DEL TOTORAL, CÓRDOBA, ARGENTINA

A.L. Pascualides; Ma. del C. Baigorria; G. del V. Rinaldi; M.N. Buffa Menghi y A. Bornand

Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba,  
Avda. Valparaíso y Aldo Félix Marrone. Ciudad Universitaria. Casilla de Correo 509. Córdoba, 5000, Argentina.  
Email. apascual@agro.unc.edu.ar

Recibido: 09-09-13

Aceptado 10-12-13

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de fibra del cultivo de “kenaf” en dos fechas de siembra en Villa del Totoral, Córdoba, Argentina. Se analizaron: altura de planta durante el ciclo del cultivo; diámetro basal y medio del tallo y altura a cosecha; rendimiento de fibra y contenido e índice de corteza. Se observó interacción altamente significativa entre año y fecha de siembra. En el primer año, las plantas de la siembra temprana presentaron mayores valores de altura, diámetro basal y medio y rendimiento, que las de la siembra tardía. Por el contrario en el segundo año, sólo se encontraron diferencias significativas entre fechas de siembra para ambos diámetros. El rendimiento correlacionó con altura, diámetros e índice de corteza y no con el contenido de corteza. Se sostiene que para obtener alto rendimiento de fibra de “kenaf” en las condiciones ambientales del ensayo, es conveniente la siembra al inicio de la temporada de lluvias sin embargo, dependiendo de las condiciones ambientales, se puede esperar hasta fines de noviembre sin detrimento en los rendimientos. Palabras clave. *Hibiscus cannabinus*, kenaf, fibras no leñosas, fecha de siembra, Córdoba, Argentina.

### EVALUATION OF TWO SOWING DATES OF *Hibiscus cannabinus* L. “kenaf” (Malvaceae) IN VILLA DEL TOTORAL, CORDOBA, ARGENTINA

### SUMMARY

The aim of this study was to evaluate fiber yield of “kenaf” in two sowing dates in Villa del Totoral, Cordoba, Argentina. Plant height during the crop cycle; basal and middle stem diameter and the plant height at harvest; bark content and index were evaluated. There was a highly significant interaction between year and planting date. During the first year the early sowing plants of presented higher values of plant height, basal and middle diameter of stem and yield than those of late sowing plants. However; in the second year, only significant differences between planting dates for basal and middle diameters were found. Yield correlated with height, diameters and bark index, and not with bark content. We conclude that to obtain high fiber yield in the present environmental conditions, sowing is advisable at the beginning of the rainy season; however, depending on the environmental conditions it can be postponed until the end of November without important losses in yield.

Key words. *Hibiscus cannabinus*, kenaf, non-woody fibers, sowing date, Córdoba Argentina.

## INTRODUCCIÓN

*Hibiscus cannabinus* L. (Malvaceae) es un cultivo tropical, anual y de rápido crecimiento que ha adquirido especial atención en la última década debido a su alta productividad, bajo costo de producción (Baigorria *et al.*, 2007, 2009 y 2010; Rinaldi *et al.*, 2011) y especialmente por sus múltiples usos industriales (pulpa celulósica, paneles acústicos, biocombustible, aceite) y como forraje en la alimentación de ganado bovino, ovino y porcino (White *et al.*, 1970; Webber, 2000; Danalatos y Archontoulis, 2002; Reta *et al.*, 2010). El potencial económico de esta especie está relacionado con la disminución gradual en el suministro mundial de maderas duras y blandas y el incremento en el consumo *per cápita* de papel y cartón (Corporación Financiera Internacional. Grupo del Banco Mundial, 2007). En este contexto, las plantas anuales que aportan fibras como “kenaf”, pueden paliar la escasez de materia prima para la industria papelera, ya que a partir de ellas, es posible producir todo tipo de papel de calidad comparable al de las leñosas (Villar Gutiérrez y Amunke, 2000).

Kenaf posee una gran adaptación para crecer en ambientes áridos con riego (Nielsen, 2004), es poco exigente en el uso de herbicidas (Taylor y Kugler, 1992) y tiene altos rendimientos en regiones con elevadas temperaturas (López Bellido, 2002). Este cultivo crece adecuadamente hasta los 30° de latitud sur y el rendimiento de fibra depende de la fecha de siembra, período de crecimiento, densidad de plantas y época de cosecha (Vincent y Álvarez, 1979; Webber y Bledsoe, 2002 a,b; Acreche *et al.*, 2005; Reta *et al.*, 2010). Según Falasca *et al.* (2011), Córdoba representa una zona apropiada para el cultivo de “kenaf” en cuanto al período libre de heladas, la temperatura media anual y las precipitaciones medias entre noviembre y marzo.

La fecha de siembra es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta al desarrollar una estrategia para la producción de fibra porque está directamente relacionada con los componentes de rendimiento (Vincent y Álvarez, 1979; Bhangoo *et al.*, 1986; Acosta Alcolea, 1999). Es

to se debe a que la mayoría de las variedades de “kenaf” florecen cuando la longitud del día alcanza aproximadamente 12,5 horas en el otoño y por lo tanto influye también en la duración de la fase vegetativa (Webber y Bledsoe, 2002 a,b).

Cosentino *et al.* (2004) y Alexopoulou *et al.* (2004) observaron que la siembra temprana provoca una pobre y desuniforme emergencia, mientras que la tardía produce una merma de los rendimientos al acortar el ciclo del cultivo. Sin embargo, White *et al.* (1970); Campbell y White (1980) y Acosta Alcolea (1999) comprobaron que con siembras tempranas se obtienen plantas de mayor altura y por lo tanto mayor rendimiento de fibra. Asimismo, Vincent y Álvarez (1979) determinaron la fecha de siembra óptima para la producción de fibra en el hemisferio Norte y obtuvieron una correlación altamente significativa entre la altura y la duración del período vegetativo, del mismo modo que Ustimenko Bakumovski (1982) para Tailandia, India y Egipto. Medina (1950); White *et al.* (1970); Campbell y White (1982); Manzanares *et al.* (1997) y Danalatos y Archontoulis (2002) concluyeron que a medida que se retrasa la fecha de siembra disminuyen los rendimientos debido al corto tiempo para el crecimiento vegetativo y la reducida disponibilidad de la radiación solar; mientras Adamson *et al.* (1972) no encontraron relación entre las fechas de siembra y el rendimiento.

Considerando los requerimientos ambientales y su potencial como cultivo textil, *Hibiscus cannabinus* puede ser una alternativa interesante para integrarse a los sistemas agropecuarios de la región central de la Argentina. Si bien, “kenaf” fue evaluado en nuestro país para determinar su potencial agronómico (Acreche *et al.*, 2005), no existe información sobre la fecha de siembra óptima para Córdoba con respecto al crecimiento vegetativo y rendimiento de fibra.

El objetivo de este trabajo fue determinar la fecha óptima de siembra de *Hibiscus cannabinus* a través de la evaluación de los componentes de rendimiento de fibra durante dos campañas agrí-

colas. Este tipo de estudio aportará conocimientos para el adecuado manejo de la especie en el área central de la Argentina.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en Villa del Totoral, localidad situada a 80 km al norte de la Capital de Córdoba, Argentina (Lat. Sur 30° 49' y Long. Oeste 63° 43' y 233 m snm) durante dos campañas agrícolas. El suelo fue clasificado como Haplustol entico con pH 7,16 y 1,8% de materia orgánica. Las precipitaciones durante el ciclo de crecimiento del cultivo fueron de 1134 mm en la campaña 2006-2007 y 975 mm en 2007-2008. El área de estudio se caracteriza por tener un clima subtropical húmedo con invierno seco y precipitaciones anuales entre 600 y 900 mm (Agencia Córdoba Ambiente e INTA Manfredi, 2006). El promedio anual de las precipitaciones registradas entre 2002 y 2008 es 868,3 mm (Bolsa de Cereales de Córdoba). Según el documento de la Agencia Córdoba Ambiente (2006) la evapotranspiración real anual para el área de estudio varía entre los 760

y 780 mm. Las condiciones ambientales de precipitación y temperatura durante el ensayo se muestran en las Figuras 1 y 2.

La siembra se realizó después de un rastreo del suelo, en un diseño completamente aleatorizado con 2 repeticiones. La parcela experimental para cada fecha de siembra en ambas campañas, consistió de 2 surcos de 10 m de longitud espaciados a 40 cm entre sí, con un surco perimetral para disminuir el efecto de bordura. Las semillas se sembraron manualmente a 10 cm entre sí. Este espaciamiento proporcionó una densidad teórica de 550.000 plantas/ha, (densidad recomendada por Campbell y White, 1982). Se utilizó el cultivar Tainung 1, de ciclo intermedio (Acosta Alcolea, 1999), cuyas semillas se obtuvieron del Programa de Mejoramiento Genético de la Facultad de Ciencias Naturales (U.N. Salta). Estudios previos realizados en Villa del Totoral demostraron que este cultivar se adapta bien a las condiciones ambientales de la región semiárida (Baigorria *et al.*, 2007; Pascualides y Baigorria, 2008; Rinaldi *et al.*, 2011) y que la siembra en diciembre no es aconsejable ya que las plantas florecen cuando alcanzan 1 metro de altura promedio dado que se trata de una

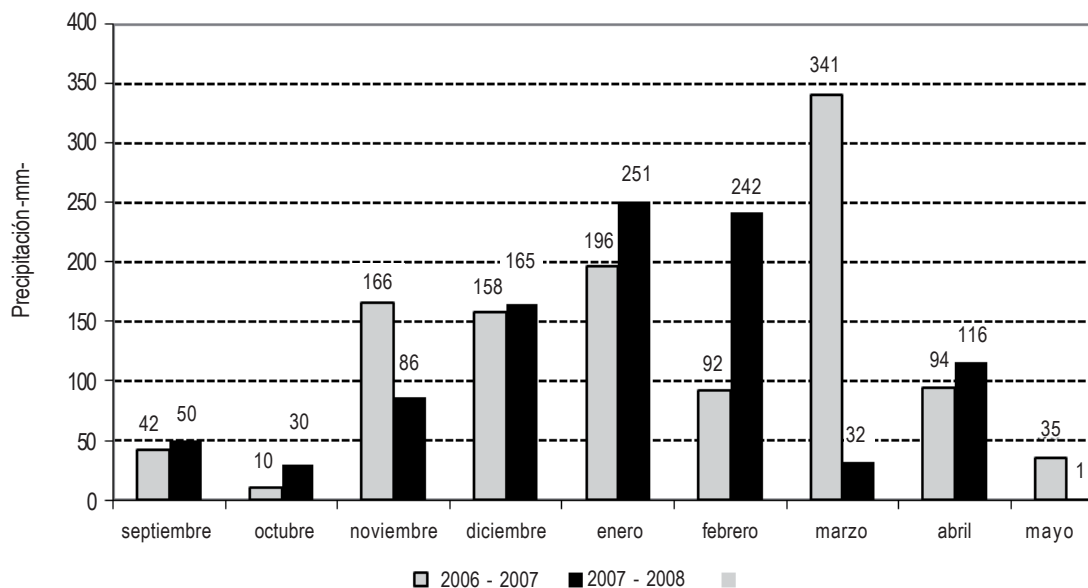


Figura 1. Precipitaciones durante el ciclo del cultivo de *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" en Villa del Totoral, 2006-2008. Fuente. Elaborado con datos de la Bolsa de Cereales de Córdoba.

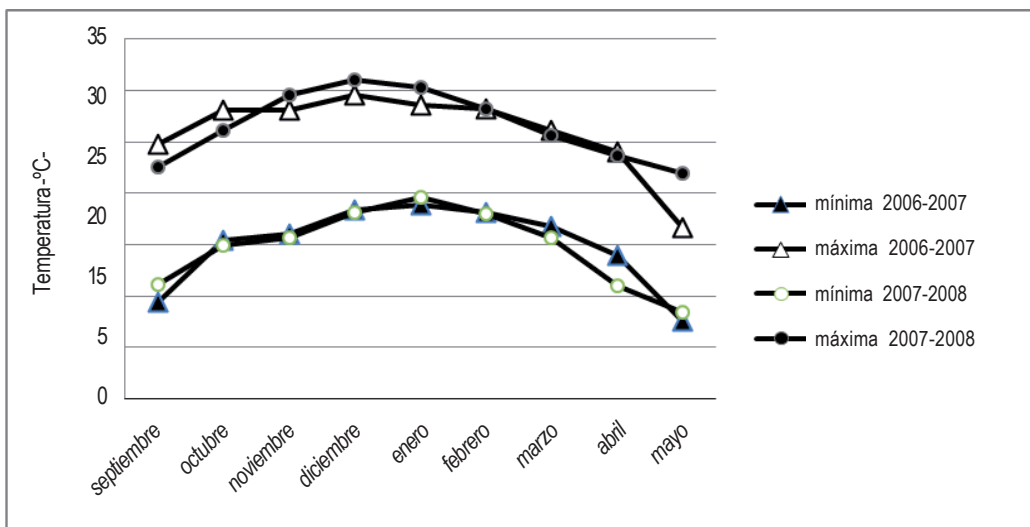


Figura 2. Temperaturas mínimas y máximas durante el ciclo del cultivo de *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" en Villa del Totoral, 2006-2008. Fuente. Elaborado con datos del Servicio Meteorológico Córdoba.

especie de días cortos (Pascualides y Baigorria, 2006). La primera y la segunda fecha de siembra fueron el 12 de octubre y el 16 de noviembre de 2006, y el 29 de octubre y el 28 de noviembre de 2007. Se realizó un riego después de la siembra para asegurar la emergencia de las plántulas. El control de malezas se realizó manualmente hasta que el cultivo alcanzó los 40 cm de altura, momento en el que, por sombreado disminuye la incidencia de las malezas. Se aplicó hormiguicida en la emergencia de las plántulas de "kenaf".

Las plantas se cosecharon manualmente al inicio de la floración (cuando aparecieron la 8ª a 10ª flor en el 10% de las plantas de "kenaf") (Acosta Alcolea, 1999). Se cosecharon 100 plantas del centro de cada unidad experimental.

Se evaluaron las siguientes variables sobre una muestra de 100 plantas para cada fecha de siembra: a) altura de las plantas desde el estadio de 5 hojas hasta comienzo de floración, b) altura y diámetro basal y medio del tallo principal a cosecha, c) materia seca de corteza, leño y rendimiento (t/ha) y d) contenido e índice de corteza según Oliveros (1993) y Acreche *et al.* (2005).

Para la determinación de la materia seca, las plantas se llevaron a estufa de aire forzado a 70 °C

hasta peso constante, luego los tallos secos se descortezaron y se pesaron nuevamente para determinar la materia seca de corteza y leño en t/ha (Webber y Bledsoe, 2002 a,b; Acreche *et al.*, 2005).

El contenido de corteza relaciona la materia seca de la corteza y la materia seca total del tallo y se expresa en porcentaje; mientras que el índice de corteza, expresa la relación entre la materia seca de la corteza y la altura por diámetro medio del tallo en g/dm<sup>3</sup>. Este índice es el peso superficial según Oliveros (1993).

#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza para todas las variables en cada año de evaluación y la prueba de Tuckey para comparar las medias a un nivel de significancia de 0,05. Asimismo, se utilizó el Análisis de los Componentes Principales (ACP) para establecer asociación entre los componentes del rendimiento en función de los tratamientos (fechas de siembra) y se determinó la asociación entre las variables con el coeficiente de correlación de Pearson. Se utilizó el Programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de las plantas durante el crecimiento vegetativo

Las Figuras 3 y 4 representan la evolución de la altura de las plantas de "kenaf" durante el crecimiento vegetativo en dos épocas de siembra para 2006-2007 y 2007-2008, respectivamente.

En el primer año no se evidenció diferencia significativa en la altura de las plantas con relación a las fechas de siembra hasta los 98 días (Fig. 3). Los valores registrados fueron 131,06 y 142,41 cm para la primera y segunda fecha, respectivamente. A partir de ese momento, las plantas de la siembra temprana (octubre) presentaron mayor altura que las de la segunda fecha (noviembre), esta diferencia fue significativa y se mantuvo hasta la cosecha. La altura promedio final fue de 380,95 cm a los 188 días después de la siembra (DDS) para la siembra temprana y 222,04 cm, a los 152 DDS, para la tardía. Las plantas de la segunda fecha, alcanzaron el 58% de la altura de

las de la primera. Vinent y Álvarez (1979); Webber (2000); Webber y Bledsoe (2002 a,b). Danalatos y Archontoulis (2002 y 2004) y Danalatos *et al.* (2005) registraron mayor altura durante todo el estadio de crecimiento en las plantas de la siembra temprana y lo atribuyeron al período de tiempo más prolongado en el campo. Los resultados obtenidos en esta investigación, muestran que en el segundo año, las plantas de la siembra tardía presentaron mayor altura. A los 106 DDS, alcanzaron 105,25 y 114,96 cm para la primera y segunda fecha, respectivamente (Fig. 4). La diferencia en la altura de las plantas se mantuvo hasta la cosecha y no fue significativa. La altura final fue de 197,64 cm a los 175 DDS para la primera fecha y 208,43 cm a los 145 DDS para la segunda. Las plantas de la siembra en octubre alcanzaron 95% con respecto a las de noviembre. Se observó diferencia significativa en la altura de las plantas entre la primera y segunda fecha de siembra sólo para la primera campaña.

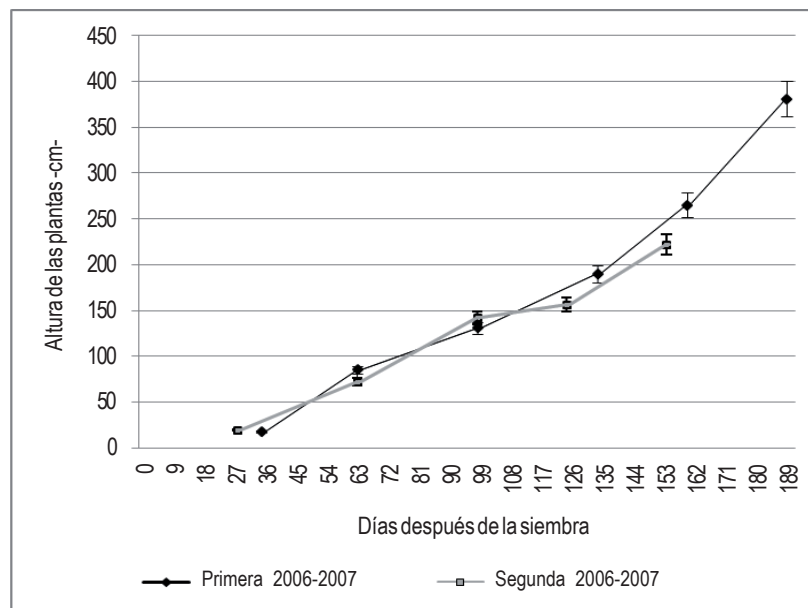


Figura 3. Altura y error estándar de las plantas de cultivo de *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" (cm) durante el estadio vegetativo hasta comienzo de floración en dos fechas de siembra, campaña 2006-2007, Villa del Totoral.

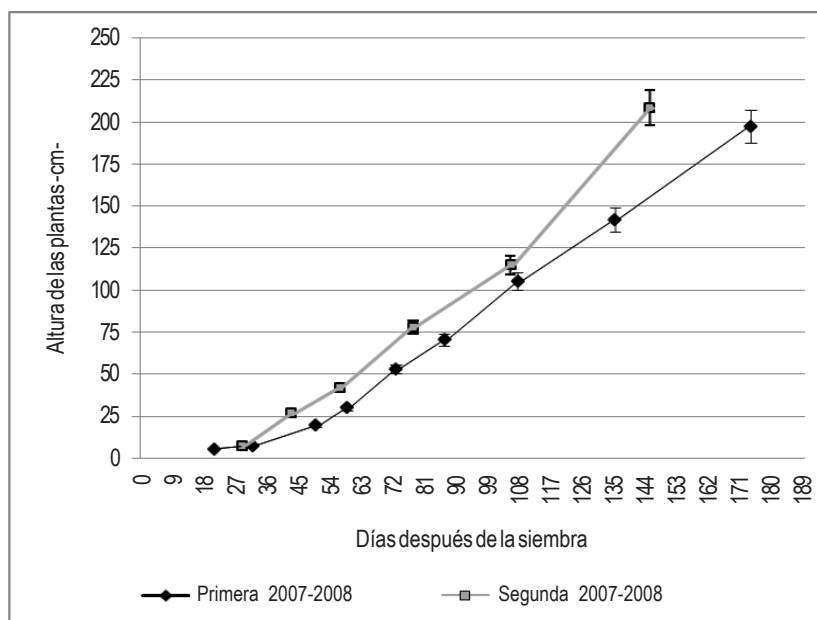


Figura 4. Altura y error estándar de las plantas de cultivo de *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" (cm) durante el estadio vegetativo hasta comienzo de floración en dos fechas de siembra, campaña 2007-2008, Villa del Totoral.

La diferencia de altura entre los dos años de evaluación puede atribuirse a la distribución y cantidad de precipitaciones después de la siembra, momento crítico en todo cultivo. En 2006, se registraron 166 mm y 158 mm a los 30 DDS para la primera y segunda fecha (Fig. 1); mientras que en 2007, 86 mm y 165 mm a los 30 DDS para la primera y la segunda fecha, respectivamente. Cabe señalar que el promedio de los últimos 6 años de precipitaciones para noviembre y diciembre, en el área de estudio, fueron de 103,0 mm y 138,3 mm, respectivamente (Bolsa de Cereales de Córdoba). Con respecto a la temperatura, la máxima promedio de noviembre de 2006 fue de 28,1 °C y se mantuvo por debajo de 30 °C hasta finalización del ciclo del cultivo; mientras que, en 2007 se registraron temperaturas entre 29,6 y 31 °C las cuales disminuyeron en febrero (Fig. 2). Las condiciones ambientales en el primer año determinaron que las plantas de la primera siembra formaran un tamaño de sistema radical que les permitió aprovechar el agua de lluvia y los nu-

trientes del suelo más eficientemente que las de la segunda. En cambio, para el segundo año, las lluvias tardías de mayor volumen en diciembre pueden haber influido para que las plantas de ambas fechas, ya establecidas, presentaran un comportamiento similar entre ellas.

#### Componentes del rendimiento

El Cuadro 1 muestra los valores promedios de los componentes de rendimiento para la producción de fibra de "kenaf". Se encontró interacción altamente significativa entre la fecha de siembra y los años evaluados para las variables altura, diámetros, materia seca de corteza, leño, rendimiento y contenido de corteza ( $p < 0,0001$ ); mientras que, para el índice de corteza las diferencias se presentaron sólo entre los años de evaluación.

#### Altura de la planta y diámetros de tallo

En el primer año, las plantas de la primera fecha de siembra presentaron mayor altura, diáme-

Cuadro 1. Valores promedios y error estándar de altura final y diámetros basal y medio del tallo principal, peso seco de corteza y leño, peso seco total, contenido e índice de corteza de las plantas de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) en dos fechas de siembra realizadas en Villa del Totoral, Córdoba, Argentina entre 2006 y 2008.

Variables	Años de evaluación			
	2006-2007		2007-2008	
	Tratamientos			
	Fecha de siembra		Fecha de siembra	
	Primera	Segunda	Primera	Segunda
Altura de tallo (cm)	380,95 ± 18,7 b	222,04 ± 8,9 a	197,64 ± 3,8 a	208,43 ± 6,1 a
Diámetro de base (mm)	27,06 ± 1 d	17,84 ± 0,6 c	10,80 ± 3 a	13,85 ± 0,4 b
Diámetro medio (mm)	17,01 ± 0,5 d	12,07 ± 0,4 c	6,12 ± 0,2 a	7,88 ± 0,2 b
Materia seca corteza (t ha <sup>-1</sup> )	18,46 ± 2,2 c	12,30 ± 2,4 b	3,5 ± 0,4 a	4,6 ± 0,9 a
Materia seca leño (t ha <sup>-1</sup> )	42,17 ± 6 c	23,80 ± 4,8 b	6,6 ± 0,8 a	9,4 ± 1,5 a
Rendimiento de fibra (t ha <sup>-1</sup> )	60,63 ± 8,0 c	36,04 ± 2,6 b	10,11 ± 0,5 a	14 ± 0,9 a
Contenido de corteza (%)	31,01 ± 1,2 a	34,20 ± 0,9 b	34,31 ± 0,5 b	31,95 ± 0,7 b
Índice de corteza (g dm <sup>-3</sup> )	14,72 ± 2,1 b	12,45 ± 1,1 b	6,98 ± 0,2 a	6,47 ± 0,3 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

tros basal y medio que las de la segunda; mientras que, en el segundo año, sólo los diámetros basal y medio del tallo fueron significativamente mayores en la segunda fecha de siembra ( $p < 0,0001$ ). Los valores de los diámetros basales del tallo son similares a los obtenidos por otros autores (Webber y Bledsoe, 2002 a,b). Danalatos *et al.* (2005) y Alexopoulou *et al.* (2004) encontraron que las plantas de mayor altura presentaron menor diámetro, a modo de compensación entre las dos variables; mientras que Campbell y White (1980) no encontraron diferencias en la altura ni el diámetro del tallo entre fechas de siembra.

#### Materia seca de corteza, leño y rendimiento (t/ha)

Se observaron diferencias significativas en la materia seca de corteza, de leño y en el rendimiento de fibra entre las dos fechas de siembra sólo para el primer año de evaluación ( $p < 0,0001$ ). Las plantas de la primera fecha del primer año tuvieron

los valores más altos de materia seca de corteza, leño y rendimiento que las de la segunda (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ustimenko Bakumovski (1982); Bhangoo *et al.* (1986) y Webber y Bledsoe (1993); mientras que, difieren con los de Adamson *et al.* (1972). Del mismo modo, Alexopoulou *et al.* (2004) obtuvieron 23,2 t de fibra ha<sup>-1</sup> en la siembra temprana, mientras que, en la tardía las plantas rindieron 16 t de fibra/ha en un sólo año de evaluación, valores que coinciden con los de Tenorio *et al.* (2006) y Danalatos *et al.* (2005). Por otro lado, no se encontraron rendimientos similares a 60 t de fibra/ha obtenidos en la primera fecha de siembra del primer año de evaluación en Villa del Totoral.

Acosta Alcolea (1999) y Falasca *et al.* (2011) sostienen que las precipitaciones mínima y óptima requeridas por el cultivo de "kenaf" son 500 mm y 1200 mm, respectivamente. Las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo en Villa del Totoral, fueron de 1134 mm en 2006-

2007 y 923 mm en 2007-2008, estos valores se aproximan al óptimo requerido. Al considerar el régimen térmico, se observaron 11 días esporádicos de temperaturas mayores a 35 °C en 2006; mientras que, en 2007, se presentaron 17 días asociados en 3 ó 4 días sucesivos con temperaturas superiores a 35 °C. Las altas temperaturas, en el segundo año de ensayo pueden haber influido en el rendimiento de fibra, tanto para la siembra temprana como tardía (10 t de fibra/ha y 14 t de fibra/ha, respectivamente). Estos rendimientos fueron inferiores a los obtenidos en los trabajos de Alexopoulou *et al.* (2004); Danalatos y Anchoutoulis (2004) y Tenorio *et al.* (2006); sin embargo, coinciden con los de Medina (1950) y Manzanares *et al.* (1997).

#### **Contenido de corteza (CC) e índice de corteza (IC)**

Se observó interacción significativa entre fecha de siembra y año de evaluación ( $p < 0,0042$ ) para el CC. Las diferencias significativas para el CC se encontraron entre las plantas de la siembra temprana del primer año con respecto a las otras fechas de siembra (Cuadro 1).

Los valores observados del IC fueron el doble para ambas fechas de siembra en el primer año con respecto a los obtenidos en ambas fechas de la campaña siguiente, dado que estas plantas presentaron mayor valor de materia seca de corteza (Cuadro 1).

Los resultados de contenido e índice de corteza son similares a los observados por Oliveros (1993). Las plantas de la primera fecha de siembra del primer año presentaron los valores más altos de altura, diámetros, materia seca y un rendimiento de fibra excepcional (60,63 t de fibra/ha), sin embargo el CC fue menor al del resto de los tratamientos. El mayor rendimiento se debe a la mayor proporción de leño que de corteza. Lo deseable es que el contenido de corteza sea mayor, dado que en ella se encuentran las fibras de mejor calidad (Rodríguez García, 2006).

Si bien las plantas de la siembra tardía de la primera campaña alcanzaron menor altura y menor diámetro basal y medio del tallo, el contenido de corteza fue significativamente superior al observado para la siembra temprana de la misma campaña. Esto puede deberse a que la materia seca del leño de las plantas de la segunda fecha fue significativamente menor que la primera (Cuadro 1). En síntesis, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre fechas de siembra en todos los atributos evaluados solo para el primer año.

La Figura 5 muestra el gráfico Biplot resultante del Análisis de los Componentes Principales en el que se visualizan las medias de los tratamientos (fecha de siembra y año) y el conjunto de variables estandarizadas.

La Componente Principal 1 (CP1) y la Componente Principal 2 (CP2) explican el 85% de la variabilidad total observada en el espacio multidimensional para las variables y las fechas de siembra. La correlación cofenética representó el 98%, lo que indica que la deformación fue mínima y la proyección en el plano fue confiable. La CP1 representó el 69,4% de la variabilidad total y resalta la variación interanual (a la derecha se ubican las medias del período 2006-2007 y a la izquierda las del 2007-2008). Las variables altura del tallo, diámetro basal y medio y materia seca de corteza, leño y rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) estuvieron altamente correlacionadas entre sí, mientras que el contenido de corteza se correlacionó negativamente con el resto de las variables sobre todo con la altura de tallo. Por su parte la CP2 que explica el 14% de la variabilidad total, destaca la similitud de los valores promedios de las componentes de rendimiento para las dos fechas de siembra del segundo año y la mayor variabilidad de las medias para el primer año de evaluación. En cuanto a los autovectores, se observó que las variables altura de tallo, diámetro basal y medio, materia seca de corteza, leño y rendimiento de fibra tuvieron valores similares, entre 0,35 y 0,40, esto evidenció

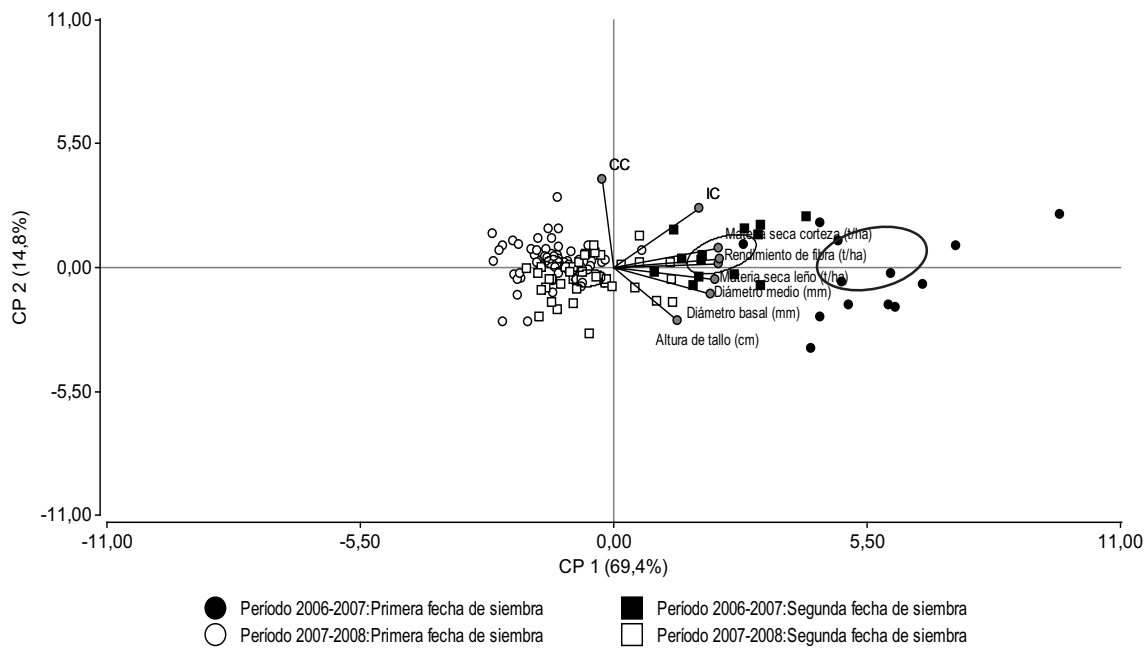


Figura 5. Biplot de las medias de dos fechas de siembra en 2006-2007 y 2007-2008 de *Hibiscus cannabinus* "kenaf" en Villa de Totoral, Córdoba Argentina. Las elipses de confianza agrupan medias similares.

su alta inercia en la proyección de las observaciones según las fechas de siembra.

Los Coeficientes de Correlación de Pearson mostraron que existió correlación entre la altura, diámetro basal y medio y materia seca de corte-

za y leño. El rendimiento correlacionó significativamente con el índice de corteza, mientras que, el contenido de corteza no se correlacionó con ninguna de las variables que conforman los componentes de rendimiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson entre los componentes de rendimiento de fibra de *Hibiscus cannabinus* L. en dos épocas de siembra en Villa del Totoral, Córdoba, Argentina.

Variabes	Altura	Diámetro basal de tallo	Diámetro medio de tallo	Materia seca corteza	Materia seca leño	IC
Diámetro medio	0,55 **	0,78 **				
Diámetro basal	0,72 ***					
Materia seca de corteza	0,70 ***	0,74 ***	0,83 ***			
Materia seca leño	0,73 ***	0,77 ***	0,82 ***	0,89 ***		
Rendimiento de fibra				0,94 ***	0,98 ***	0,84 **
IC				0,81 ***	0,71 *	

\*\* Diferencia significativa

\*\*\* Diferencia altamente significativa

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la evaluación de los componentes de rendimiento de fibra del cultivo de "kenaf" en Villa del Totoral, Córdoba, Argentina, para determinar la época de siembra, permiten afirmar que la fecha de siembra de octubre puede ser beneficiosa, siempre y cuando noviembre no sea tan seco que limite el crecimiento durante el segundo mes de cultivo.

## Agradecimientos

Los autores del trabajo expresan sus agradecimientos a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba por su apoyo en la financiación de esta investigación, a la Ing. Agr. Margot Tablada por el apoyo en el análisis estadístico, a los estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería Agronómica: Pablo Algorry, Fernando Zalazar, Sofía Nievas Sargentoni, Vanesa Mena, Matías Herther y María Laura Guzmán por su valiosa colaboración en el trabajo experimental y al Señor Alberto Dalla Costa que facilitó la parcela para realizar la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Alcolea, G. 1999. Aspectos generales del kenaf (*Hibiscus cannabinus*), en Cuba. Revista de la Universidad de la mixteca. *Temas de Ciencia y Tecnología* N° 7: 3-31. <http://www.utm.mx>
- Acreche, M.M.; L.N. Gray; N.G. Collavino and J.A. Mariotti. 2005. Effect of row spacing and lineal sowing density of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) yield components in the north-west of Argentina. *Span J. Agric. Res.* 3(1): 123-129.
- Adamson, W.C.; G.A. White and J.J. Higgins. 1972. Variations in leaf development and dry matter yield among kenaf varieties and introductions. *Crop Science* 12: 341-343.
- Agencia Córdoba Ambiente S.E., INTA EEA Manfredi. 2006. Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba. Los Suelos. 541 pag. [http://es.scribd.com/doc/130771202/Los Suelos INTA 2006](http://es.scribd.com/doc/130771202/Los_Suelos_INTA_2006).
- Alexopoulou E.; M. Christou; A. Nicholaou and M. Mardikis. 2004. Influence of sowing time and plant population on kenaf growth and yields. 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10-14 May 2004, Rome, Italy. <http://www.conference-biomass.com>
- Baigorria, M. del C.; A.L. Pascualides; G. Rinaldi; J. Serena; J. Videla y J. Bornancini. 2007. Evaluación agro-económica de Kenaf: Cultivo alternativo para la fabricación de papel en la región semiárida de Córdoba. Asociación de Economía Agraria (AAEA).
- Baigorria, M. del C.; M.N. Buffa Menghi; G. Rinaldi; J. Serena; J. Videla y J. Bornancini. 2009. Estudio económico de la factibilidad de incorporar kenaf en la rotación de cultivos anuales en Villa del Totoral, Provincia de Córdoba, Argentina. XL Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Bahía Blanca.
- Baigorria M. del C.; A.L. Pascualides; M.N. Buffa Menghi; G. Rinaldi y J. Serena. 2010. Kenaf: cultivo alternativo para la fabricación de papel en la región semiárida de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Marca Líquida ISSN-16689224.
- Bhangoo, M.S.; H.S. Thrani y J. Henderson. 1986. Effect of planting date, nitrogen levels, row spacing and plant population on kenaf performance in the San Joaquin Valley, California. *Agronomy Journal* 78: 600-604.
- Bolsa de cereales de Córdoba. <http://www.bccba.com.ar>.
- Campbell, T.A. and G.A. White. 1980. Contribution from germplasm resources laboratory, plants genetic and germplasm, 1 Ed. EU. Inst. USDA, SEA-AR, Bellsville MP 20, 705, Research Agronomist and Agriculturalist, 7 pp. En: Acosta A.G. 1999. Aspectos generales del kenaf (*Hibiscus cannabinus*), en Cuba. Revista de la Universidad de la mixteca. *Temas de Ciencia y Tecnología* N° 7: 3-31. <http://www.utm.mx>.
- Campbell, T.A. and G.A. White. 1982. Population density and planting date effects on kenaf performance. *Agronomy Journal* 74: 74-77.
- Cosentino, S.L.; G.M. D'Agosta; V. Copani and G. Testa. 2004. Yield and development of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) crop in relation to genotype, sowing time and plant population in Mediterranean environment. In: Van Swaalj, W.P.M. Fjalstrom, P. Helm, A Grassi (Ed.). Biomass for energy, industry and climate protection. Proceedings of the 2nd World Biomass Conference, pp 319-322.

- Corporación Financiera Internacional. Grupo del Banco Mundial, 2007. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las fábricas de pasta y papel. Washington D.C, EE.UU.
- Danalatos, N.G. and S.V Archontoulis. 2002. Sowing time and plant density effects on growth and biomass productivity of two kenaf varieties in central Greece. *In: J.Janick and A. Whipkey (eds.)*. ASHS Press, Alexandria, VA. Kenaf Yield.
- Danalatos, N.G. and S.V. Archontoulis. 2004. Potencial growth and biomass productivity of kenaf under central Greek conditions: II. The influence of variety, sowing time and plant density. *In: Van Swaalj, W.P.M., T. Fjalstrom, P. Helm, A. Grassi (Ed.)*, Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings of the 2nd World Biomass Conference, pp 319-322.
- Danalatos, N.G.; S. Archontoulis; I. Gintsioudis; E. Skoufogianni; K. Giannoulis; M. Chatzidimopoulos; S. Papavassiliou y V. Papavassiliou. 2005. Biomass production chain and growth simulation model for kenaf. 5<sup>th</sup> Technical Meeting. [www.cres.gr/biokenaf](http://www.cres.gr/biokenaf).
- Di Rienzo J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Falasca, S.L.; A. Anschau; M.J. Pizarro y G. Cazenave. 2011. Las Posibilidades de cultivo de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) como productor de biomasa en Argentina. Cuarto Congreso Nacional y Tercer Congreso Iberoamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía.
- López Bellido. 2002. Cultivos Industriales. Ed. Mundi-prensa. págs. 1071,
- Manzanares, M.; J.L. Tenorio and L. Ayerbe, 1997. Sowing time, cultivar, plant population and application of N fertilizer on kenaf in Spain's Central Plateau. *Biomass and Bioenergy* 12(4): 263-271.
- Medina, J.C. 1950. Efeito da epoca de semeacao na producto do *Hibiscus cannabinus* L. *Bragantia* 10(5): 125-137.
- Nielsen, D.C. 2004. Kenaf forage yield and quality under varying water availability. *Agron. J.* 96: 204-219.
- Olivero, A.R. 1993. El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) como especie productiva en el agro español: estudio del material vegetal, su selección y su cultivo. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Pascualides, A.L. y M. del C. Baigorria. 2006. Características de *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" (Malvaceae) como cultivo anual alternativo para la fabricación de papel. III Jornadas Integradas de Investigación y Extensión. FCA- UNC. Córdoba, pp. 154.
- Pascualides, A.L. y M. del C. Baigorria. 2008. Comportamiento agronómico de cultivos para fibras alternativas para la fabricación de papel en la región semiárida de Córdoba. Primeras Jornadas Universitarias del Norte Grande Argentino sobre Medioambiente. JUNGRA 2008. 1 y 2 de octubre de 2008. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina. p. 135. ISBN 978-987-1366-23-1. [www.ct.unt.edu.ar](http://www.ct.unt.edu.ar)
- Reta, D.G.; S. Cruz; A.P. Gil; J. Santos Serrato y J.A. Cueto. 2010. rendimiento y calidad de forraje de Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) en tres edades en comparación con maíz y sorgo Sudán nervadura café. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1(1): 13-23.
- Rinaldi G.; M.N. Buffa Menghi; A.L. Pascualides; M del C. Baigorria; J. Serena; A. Bornand y A. Malpiedi. 2011. Análisis de los componentes del rendimiento de fibra y su incidencia económica para dos densidades de siembra en *Hibiscus cannabinus* L. "kenaf" y *Crotalaria juncea* L. "crotalaria de fibra" en la provincia de Córdoba. VII Jornadas interdisciplinarias de Estudios Agrarios (CIEA) de la Facultad de Ciencias Económicas UBA. 16 pág. ISSN 1851-3794.UBA. <http://www.feco.uner.edu.ar>
- Rodríguez García, I.M. 2006. Caracterización química de fibras de plantas herbáceas utilizadas para la fabricación de pastas de papel de alta calidad en (tesis doctoral) <http://www.irnase.csic.es>
- Tenorio, J.L.; E.F. de Andrés; E. Zambrana; I Walter; A. González Moreno; J. González Cortés and A. Ayuza Mateos. 2006. Biomass Production chain and growth simulation model for kenaf. <http://www.cres.gr/biokenaf/>.
- Taylor C.S. y D.E. Kugler, 1992. Kenaf: Annual fiber crop products generate a growing response from industry. *In: 1992 Yearbook of Agriculture*. Office of Publ. And Visual Comm. USDA Washington. D.C. pp: 92-98.
- Ustimenko Bakumovski, G.V. 1982. El cultivo de plantas tropicales y subtropicales, Moscú: Mir. 249 pp. *En: Acosta G.A.* 1999. Aspectos generales del kenaf (*Hibiscus cannabinus*), en Cuba. Ensayos. <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/e0703.pdf>
- Villar Gutiérrez, J.C. y E.J. Amuneke. 2000. Utilización de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) en la Producción de diferentes tipos de pastas. Congreso Iberoamericano de investigación en celulosa y papel. [www.riadicyp.org.ar](http://www.riadicyp.org.ar)
- Vinent, E y M. Álvarez. 1979. Respuesta del kenaf al fotoperíodo. *Agrotecnia de Cuba* 11(1): 1-10.

- Webber, C.L.III and R.E. Bledsoe. 1993. Kenaf: Production, harvesting, processing and products. *In: New Crops*. J. Janick, J.E. Simon (eds.). Wiley, New York. pp: 416-421.
- Webber, C.L. 2000. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.): New horizons for an ancient crop. Proceedings International Kenaf Association Conference Oklahoma City, OK.
- Webber, C.L.III and V. K. Bledsoe. 2002 a. Plant maturity and kenaf yield components. *Industrial Crops and Products* 16(2): 81-88. <http://www.elsevier.com/locate/indcrop>.
- Webber, C.L. III and V.K. Bledsoe. 2002b. Kenaf yield components and plant composition. Trends in new crops and new uses *In: J. Janik and A. Whipkey (eds.)* ASHS Press, Alexandria, VA. p. 348-357.
- White, G.A.; D.G. Cummins; E.L. Whiteley; W.T. Fike; J.K. Greig; J.A. Martin; G.B. Killinger; J.J. Higgins and T.F. Clark. 1970. Cultural and harvesting methods for kenaf. USDA Production Research report 113, Washington, DC. *In: Webber C.L.III y V.K. Bledsoe. 2002. Plant maturity and kenaf yield components. Industrial Crops and Products* 16(2): 81-88. [www.elsevier.com/locate/indcrop](http://www.elsevier.com/locate/indcrop)