

Época de siembra y fecha de cosecha afectan el rendimiento de materia seca de *Crotalaria juncea* L. 'Tropic Sun' en el noroeste de Puerto Rico^{1,2}

Ana Santos³, Elide Valencia⁴, Elvin Román-Paoli⁵ y Rafael Ramos-Santana⁶

J. Univ. P.R. 95(3-4):179-191 (2011)

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la época de siembra y la fecha de corte sobre la producción de biomasa y acumulación de nitrógeno (N) de sunn hemp o crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) en la Subestación Experimental Agrícola de Isabela, Universidad de Puerto Rico. El cultivar 'Tropic Sun' se sembró en un Oxisol (serie Cotito) a una densidad de 10 kg/ha. Se estimó el rendimiento de materia seca (RMS) a los 71, 92 y 121 días después de la siembra (DDS) para siembras de junio y noviembre. Se encontraron efectos significativos ($P < 0.05$) de época de siembra y fecha de corte sobre el RMS, siendo la siembra en junio muy superior a la de noviembre (15,831 vs. 5,665 kg/ha) y la cosecha a las tres sucesivas fechas de 7,704; 11,141; y 13,398 kg/ha. A los 121 DDS se obtuvo la producción máxima de biomasa con siembra en junio (20,734 kg/ha) la que superó por tres veces la obtenida en la segunda época de siembra (6,062 kg/ha). La acumulación de N siguió el mismo patrón, con ventaja de la siembra en junio sobre la de noviembre (352 vs. 147 kg/ha) y tendencia ascendente en las tres sucesivas fechas de corte (193, 254, y 303 kg/ha). Hubo diferencias ($P < 0.05$) entre las concentraciones de N en el dosel superior de la planta contra el inferior. Al expresar dichas concentraciones como proteína bruta (PB), los valores máximos correspondieron al dosel superior de las plantas a los 92 DDS para la siembra de noviembre (19.0% PB), mientras el dosel inferior presentó solo 4.72% PB durante este mismo período. Dada su buena producción de biomasa y acumulación de N, esta leguminosa podría ejercer múltiples efectos beneficiosos al incluirse en rotaciones cortas dentro de sistemas de producción sostenibles, aprovechando las épocas de siembra y de cosecha más favorables. Los presentes resultados sugieren que 'Tropic Sun', sembrado en verano, tiene buen potencial como cultivo de cobertura y abono verde.

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 20 de septiembre de 2011.

²Esta investigación se realizó con fondos del proyecto Z-215.

³Ex-estudiante graduada, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Box 9000, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681.

⁴Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Box 9000, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681. *Autor para correspondencia Tel.: 787-265-3852. E-mail: elide.valencia@upr.edu

⁵Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Box 9000, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681.

⁶Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental de Corozal, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

Palabras clave: *crotalaria*, *Crotalaria juncea*, cultivos de cobertura

ABSTRACT

Season and date of harvest effects on dry matter yield of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) 'Tropic Sun' in northwestern Puerto Rico

An experiment to evaluate the effects of planting season and harvest dates on biomass production and nitrogen accumulation by sunn hemp was conducted at the Agricultural Research Station, Isabela, Puerto Rico. Sunn hemp 'Tropic Sun' was established in an Oxisol soil (Cotito series) at a seeding density of 10 kg/ha. Dry matter yield (DMY) was estimated at 71, 92 and 121 days after planting (DAP) in June and November. Effects of both major variables were significant ($P > 0.05$) for DMY, the June planting far surpassing that of November (15,831 vs. 5,665 kg/ha); DMY increased progressively for the three harvest dates (7,704; 11,141; and 13,398 kg/ha). Maximum biomass production (20,734 kg/ha) was obtained at 121 DAP in June, thus exceeding by threefold that of November at 121 DAP (6,062 kg/ha). Nitrogen accumulation followed a similar pattern, with that of June surpassing that of November (352 vs. 147 kg/ha) and values ascending for the successive harvest dates (193, 254, and 303 kg/ha). Differences ($P < 0.05$) in N concentration were found by comparing the upper plant canopy with the lower. Expressed as crude protein (CP) the maximum value corresponded to that of the upper canopy at 92 DAP in November (19.0%), whereas the corresponding lower canopy value was only 4.72%. Based on its high biomass production and N accumulation, this legume could provide multiple beneficial effects when included in short crop rotations of sustainable production systems, taking advantage of the most favorable season and harvest stage. The present results suggest that 'Tropic Sun' planted in summer has good potential as a cover crop and green manure.

Key words: sunn hemp, *Crotalaria juncea*, 'Tropic Sun', cover crops, green manure

INTRODUCCIÓN

En Puerto Rico, al igual que en otras regiones tropicales del mundo, los agricultores enfrentan problemas para alcanzar sus metas de producción. La degradación del suelo, malezas y plagas interfieren con la producción de cultivos de calidad. A esto se le añade la creciente problemática de la contaminación ambiental relacionada al uso extensivo de productos agroquímicos (i.e., fertilizantes sintéticos, plaguicidas). Esta situación ha ocasionado que tanto productores, como consumidores, agencias de gobierno y la comunidad científica reconozcan la necesidad de buscar alternativas económicamente viables que armonicen los procesos biológicos, recursos internos y la diversificación (Cherr et al., 2006). Entre las prácticas de manejo sostenibles se encuentran el uso de cultivos de cobertura y abonos verdes. En el trópico, sunn hemp o crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) ha sido utilizada extensamente como mejoradora del suelo y abono verde por su habilidad para producir grandes cantidades de biomasa en un periodo tan corto como 60 a 90 días (Joy y Peterson, 2005). Esta especie es la de mayor importancia

económica dentro del género *Crotalaria*, que consiste de aproximadamente 550 especies (Morris y Kays, 2005). Es una planta sensitiva al fotoperiodo cuya producción de semilla se dificulta en América del Norte, debido a irregularidades en el comienzo de la etapa de floración, por tanto, son Hawaii y América del Sur las fuentes principales de semilla (Cook y White 1996). ‘Tropic Sun’, cultivar liberado por el USDA-NRCS y el Instituto de Agricultura Tropical y Recursos Humanos de la Universidad de Hawaii en 1983 (Treadwell y Alligood, 2008), no representa peligro de toxicidad para el ganado ni las aves (USDA-NRCS, 1999). Desde su liberación, este cultivar ha demostrado utilidad y beneficios que lo señalan como una buena alternativa para uso como cultivo de cobertura y abono verde para mejoramiento de suelos. Por su alta aportación de N, ‘Tropic Sun’ podría ayudar a disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados y por ende reducir los gastos por fertilización inorgánica.

Esta leguminosa se adapta a una amplia variedad de ambientes y tipos de suelo, puede crecer hasta en suelos de baja fertilidad y tolera sequías (Mosjidis, 2007). En Puerto Rico, se ha estudiado poco el potencial productivo y valor nutritivo del ‘Tropic Sun’ y se precisa investigación sobre su desempeño en distintos ecosistemas locales. Las estrategias efectivas de manejo pudieran facilitar su incorporación como cultivo de cobertura en sistemas agrícolas sostenibles. Se necesita información sobre fechas óptimas de siembra y de corte al igual que datos sobre la acumulación de nitrógeno.

Se realizaron dos estudios iguales, el primero (Santos et al., 2011) en un suelo Molisol de la región de Lajas y el presente en un suelo Oxisol en Isabela, con el propósito de evaluar el efecto de épocas de siembra y fechas de corte de ‘Tropic Sun’ sobre la producción de biomasa, acumulación de nitrógeno y contenido de PB.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre el 3 de junio de 2009 y 4 de marzo de 2010 en la Sub-estación Experimental de Isabela (18° 30’ latitud norte y 67° 00’ longitud oeste) a una altura de 128 m sobre el nivel del mar, con precipitación pluvial promedio anual de 1,675 mm y temperatura atmosférica con fluctuaciones de 19 a 29 °C. La siembra se llevó a cabo en un suelo Oxisol de la serie Cotito (Lithic Kandistox), con pH de 6.65, materia orgánica, 2.03%; nitrógeno total Kjehdahl, 0.184%; y P disponible, 29.36 mg/kg.

Se utilizó el mismo diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones en un arreglo de parcelas divididas que en el experimento en Lajas. En este experimento los dos factores estudiados fueron: época de siembra (junio y noviembre) y fecha de corte (71, 92, y 121 DDS). Luego

se añadió un tercer factor (posición del dosel) y, para efectos del análisis estadístico, se consideró como un diseño en parcelas subdivididas. La siembra se realizó con una sembradora mecánica de dos hileras calibrada a una densidad de 10 kg/ha. Las semillas de 'Tropic Sun' no se inocularon con *Rhizobium*. Tampoco se realizaron procedimientos de fertilización, control de malezas o aplicación de plaguicidas durante el periodo de experimentación. Se recopilaron datos de precipitación y temperatura mensual con el fin de comparar el promedio de los pasados 20 años con los datos correspondientes a los meses de duración de experimento.

En cada fecha de corte, se eligió una subparcela al azar en donde se tomó el peso fresco de un área de 1 m² de las plantas cosechadas manualmente. De cada área de muestreo se separó una planta que fue dividida entre dosel superior e inferior. En la determinación del porcentaje de materia seca, se separó una sub-muestra con peso de 500 a 800 g y se secó en un horno a 60° C por 48 horas para luego repesar las muestras. La determinación del rendimiento de materia seca (RMS) se basó en el peso de materia vegetal fresca y su contenido de materia seca.

Previo a los análisis químicos las sub-muestras se molieron en un molino "Wiley"⁷ con cedazo de 2 mm de porosidad. La determinación de la concentración de N siguió el procedimiento del método micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). La acumulación de N se calculó multiplicando el RMS por el contenido de N y el porcentaje de N se expresó también como su equivalencia en proteína bruta. Los datos se analizaron según el siguiente modelo (SAS, 1999):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{k(i)} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valores de las variables dependientes (RMS, porcentaje o acumulación de N)

μ = Media general

α_i = Efecto de la época de siembra i , donde $i = 1$ (junio), 2 (noviembre)

$\delta_{k(i)}$ = Efecto (aleatorio) de la repetición k en la época de siembra i (Error parcela principal)

β_j = Efecto de la fecha de corte j , donde $j = 1$ (71 DDS), 2 (92 DDS), 3 (121 DDS)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la época de siembra i con la fecha de corte j

ε_{ijk} = Error aleatorio correspondiente asociado con la unidad Y_{ijk} de la subparcela (error residual)

⁷Los nombres de compañías y de marcas registradas sólo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

En el análisis de la variable dependiente, contenido de N o PB, al dividir las plantas entre dosel superior e inferior, los datos se adaptaron a un DCA con arreglo en parcelas subdivididas. Al momento de comparar los efectos del tercer factor (posición referida a dosel), se consideró el mismo como una sub-sub-parcela, y se añadió al modelo el efecto de las correspondientes interacciones: fecha de corte x época de siembra x dosel, época x dosel y corte x dosel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de los efectos principales, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el RMS (kg/ha) para ambas épocas de siembra, siendo el promedio general para la primera de 15,831, lo que superó por 10,166 al obtenido en la segunda época (5,665). La cantidad máxima de biomasa fue producida en la siembra de junio a los 121 DDS (20,734 kg/ha), la cual triplicó la cantidad obtenida en la siembra de noviembre para esta misma fecha de cosecha (6,062 kg/ha) (Figura 1). No se encontró interacción ($P \geq 0.05$) entre época de siembra y fecha de corte sobre el RMS. Este resultado indica que, en este experimento, la combinación de estos dos factores no ejerció un efecto diferencial estadísticamente significativo en la producción de biomasa de sunn hemp, aunque la tendencia fue a un mayor efecto relativo de la fecha de corte

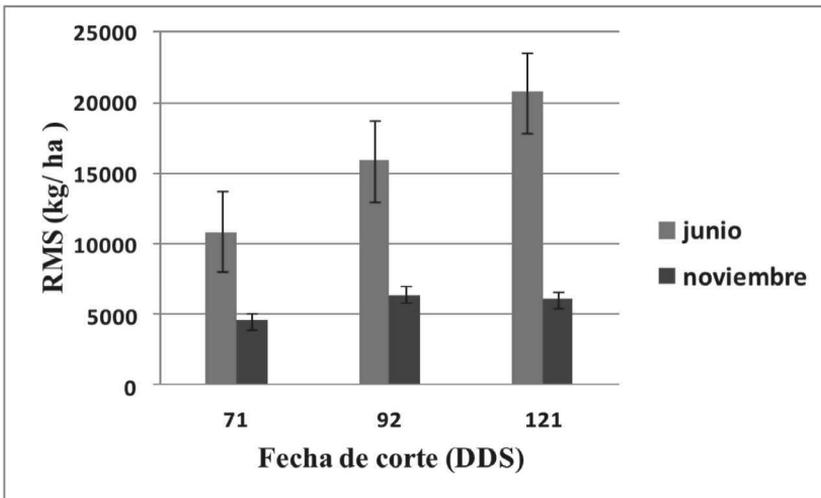


FIGURA 1. Efecto de época de siembra y fecha de corte en el rendimiento de materia seca de sunn hemp, Isabela, P.R., 2009-2010. Líneas verticales sobre columnas indican el error estándar. DMS Tukey = 9,866.954.

con siembra en junio que en noviembre. También la fecha de corte ejerció un efecto significativo ($P < 0.05$) en el RMS, con valores promedio de 7,704, 11,141 y 13,398 kg/ha para cosechas a los 71, 92 y 121 DDS, respectivamente. Por ser un cultivo altamente fotoperiódico, basado en las pendientes del análisis de regresión de altura en función a la edad de sunn hemp, se pudo observar que las plantas de la siembra de junio ($Y = 33.21x - 63.42$) crecieron con mayor rapidez que las sembradas en noviembre ($Y = 25.58x - 33.35$).

Los presentes resultados superan a los obtenidos por Schomberg et al. (2007), al sembrar sunn hemp con varios propósitos, incluso el de comparar el RMS entre varias fechas de corte y localidades en el estado de Georgia. Sembrado a una densidad de 13 kg/ha, se obtuvieron rendimientos promedio de 8,800 y 11,000 kg/ha para cosechas a los 90 y 120 DDS, respectivamente, inferiores a los obtenidos en el presente estudio para estas mismas fechas (11,141 y 13,398 kg/ha). Las diferencias en la temperatura y precipitación pluvial de cada región pudieron ser causantes de dicha variabilidad entre ambos experimentos. Sin embargo, aquellos autores manifiestan que desde los 60 DDS se obtuvieron cantidades significantes de biomasa ($>4,500$ kg/ha). Por otro lado, Wang et al. (2003) compararon el efecto de varios cultivos de cobertura de verano sobre el crecimiento y producción de frutos de un cultivo de tomate sembrado en invierno en Homestead, Florida. En el corte a los 120 DDS, las parcelas sembradas con sunn hemp produjeron la mayor cantidad de biomasa (Mg/ha) (19.7), superando a mucuna (9.95), cowpea (5.0) y sorgo-sudán (3.3). Además, se comprobó que en las parcelas donde sunn hemp fue incorporado, la biomasa de tomate en la floración y el rendimiento de los frutos aumentaron significativamente relativo a parcelas sin cultivos de cobertura.

Sunn hemp sirve como una excelente proveedora de materia orgánica, cuya adición al suelo conlleva tantos beneficios agronómicos. También representa una excelente alternativa al utilizarse en sistemas de rotación con hortalizas. Esto lo ilustra el estudio mencionado, en que se destacó por mejorar el rendimiento del tomate en Florida, donde la temperatura media anual es de 23.9°C en comparación con 25°C para la región del presente experimento. Esta leguminosa ha mostrado potencial para utilizarse como cultivo de cobertura de rápido crecimiento en la región de Isabela, pues aunque la cantidad máxima de biomasa se obtuvo al dejarse crecer hasta los 121 DDS, desde los 72 días se obtuvieron cantidades significantes para proveer buena cobertura al suelo.

Al evaluar los efectos principales, no se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en los porcentajes de N en el tejido entre épocas de siembra. A los 71 DDS se obtuvo un porcentaje mayor de nitrógeno

en promedio, pero estadísticamente tampoco se evidenció efecto significativo ($P \geq 0.05$) de la fecha de corte.

Los presentes resultados son cónsonos con los valores indicados por Valenzuela y Smith (2002) de concentraciones de N en el tejido de sunn hemp generalmente entre los límites de 2.0 a 3.12%. Wang et al. (2003) encontraron que sunn hemp cortado a los 120 DDS tenía 2.85% de N, superando significativamente las concentraciones de N en mucuna (2.58%), cowpea (2.08%) y sorgo-sudán (0.92%).

Al no haber interacción ($P \geq 0.05$) entre la época de siembra y fecha de corte, se puede afirmar que estos factores actúan de manera independiente sobre la concentración de N en el tejido de sunn hemp. Las plantas sembradas en junio comenzaron a florecer desde los 91 días y se esperaba que el porcentaje de N disminuyera a partir de mediados de la etapa de floración. Los valores máximos correspondieron a las primeras dos fechas de corte en noviembre, disminuyendo luego a los 121 DDS (Cuadro 1). Debido a que las plantas sembradas en noviembre comenzaron a florecer desde la sexta semana (aproximadamente 42 DDS), los cambios en cuestión concuerdan con la tendencia señalada por Treadwell y Alligood (2008), que el contenido de N es mayor de la iniciación a mediados de la florecida y luego disminuye a medida que las reservas de N son destinadas a la producción de semillas.

Al evaluar los efectos principales se encontró que la época de siembra ejerció un efecto ($P < 0.05$) en la acumulación total de N. Los promedios generales fueron 352 y 147 kg/ha para las siembras realizadas en junio y noviembre, respectivamente, siendo la diferencia en la cantidad de biomasa producida la causa determinante.

Aunque en el tercer corte la acumulación de N sobrepasó la del primero por 110 kg/ha, no se verificó diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre las fechas de corte. Los promedios fueron 193, 254 y 303 kg/ha para cosechas a los 71, 92 y 121 DDS, respectivamente.

En la acumulación de N, no se encontró evidencia estadística ($P \geq 0.05$) de que los factores época de siembra y fecha de corte tuvieron efecto interactivo significativo. Estos valores se basan en la cantidad de bio-

CUADRO 1. *Efecto de época de siembra y fecha de corte sobre el porcentaje de nitrógeno en el tejido de sunn hemp, Isabela, P.R., 2009-2010.*

	Fecha de corte (DDS)		
	71	92	121
Época de siembra	%N		
junio	2.29	2.08	2.30
noviembre	2.91	2.70	2.22

cv = 14.73%

masa acumulada y los respectivos porcentajes de materia seca. Las acumulaciones mayores correspondieron a la siembra de junio, con valores de 254 y 332 kg/ha para cosechas a los 71 y 92 DDS, respectivamente. Estas cantidades superan en 122 y 157 kg/ha a las respectivas acumulaciones obtenidas al sembrar en noviembre (132 y 175 kg/ha). A los 121 DDS, la acumulación de la siembra de junio (471 kg/ha) triplicó a la de la siembra de noviembre (134 kg/ha) (Figura 2).

Rotar y Joy (1983) especifican que ‘Tropic Sun’ puede añadir de 150 a 165 kg/ha de N al incorporarse al suelo en tan corto tiempo como 60 DDS. Al incorporarse a las 17 semanas después de la siembra en Florida, Wang et al. (2003) calcularon acumulaciones de 561 kg/ha de N para sunn hemp, superando significativamente las aportaciones de otros cultivos de cobertura como mucuna (257 kg/ha), cowpea (104 kg/ha) y sorgo-sudán (30 kg/ha). Por otro lado, Schomberg et al. (2007) también consideraron épocas de siembra tempranas como las más productivas, calcularon valores promedio de 125, 212 y 198 kg/ha de N, a los 60, 90, 120 DDS, respectivamente, y notaron que factores como la disminución de la temperatura al comienzo del otoño pudieron influir en el crecimiento y el contenido de N.

Se encontró efecto triple interactivo ($P < 0.05$) de los factores época de siembra, fecha de corte y posición del dosel sobre el porcentaje de N en el tejido de ‘Tropic Sun’, indicando influencia de las diferentes

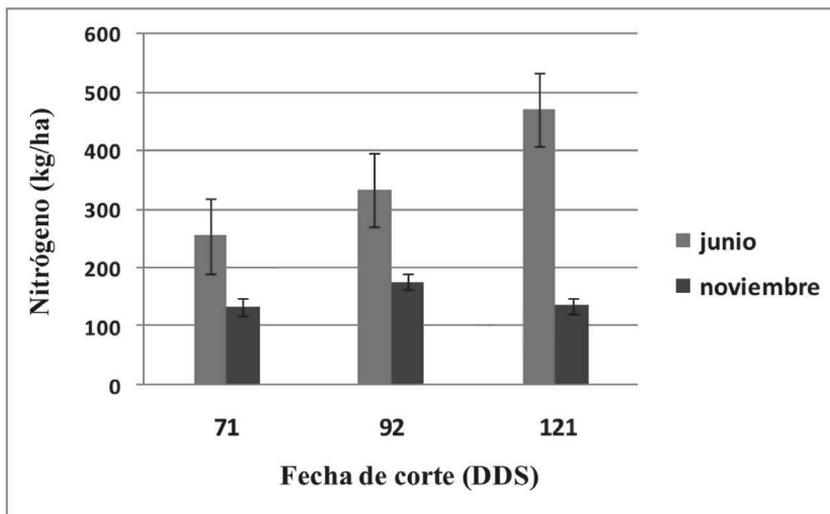


FIGURA 2. Efecto de fecha de corte y época de siembra sobre la acumulación de nitrógeno de sunn hemp, Isabela, P.R., 2009-2010. Líneas verticales sobre columnas indican el error estándar. DMS Tukey = 279.779.

combinaciones de los factores evaluados. Las Figuras 3 y 4 muestran la interacción fecha de corte x posición del dosel, separando las dos épocas de siembra. Al cosechar el dosel superior de las plantas sembradas en junio, se obtuvieron valores de 2.76, 2.71 y 2.60% N para cortes a los 71, 92 y 121 DDS, respectivamente (Figura 3). Los primeros dos de estos porcentajes, pero no el tercero, fueron superados al sembrar en noviembre, con respectivos valores de 2.94, 3.04 y 1.96% N (Figura 4). Las diferencias al comienzo de las etapas de floración (50% o más de las plantas con al menos una flor) pudieron influir en estas variaciones. Las plantas sembradas en la primera época comenzaron a florecer a los 91 DDS aproximadamente, mientras para la segunda época de siembra, dada su sensibilidad al fotoperiodo, ya a los 42 DDS había comenzado la floración. Aproximadamente 50 días marcaron la diferencia en el comienzo de la etapa de floración entre épocas de siembra, sin embargo, otras condiciones también inciden en las concentraciones de N modificando el efecto de la floración.

Las distintas combinaciones de los factores fecha de corte, posición del dosel y época de siembra ejercieron efectos significativos ($P < 0.05$) sobre el porcentaje de N expresado como proteína bruta (PB) en el tejido de sunn hemp. Puesto que estas fuentes de variación no actúan independientemente, se evaluaron los efectos de sus combinaciones para cada época de siembra en particular (Figuras 5 y 6).

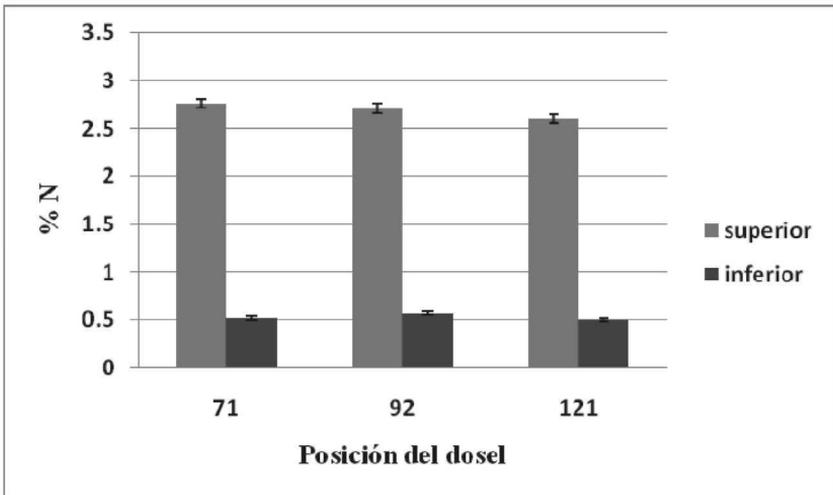


FIGURA 3. Efecto de interacción entre fecha de corte y posición del dosel sobre el porcentaje de N de sunn hemp para la época de siembra en junio, Isabela, P.R., 2009-2010. Líneas verticales sobre columnas indican el error estándar. DMS Tukey = 0.426.

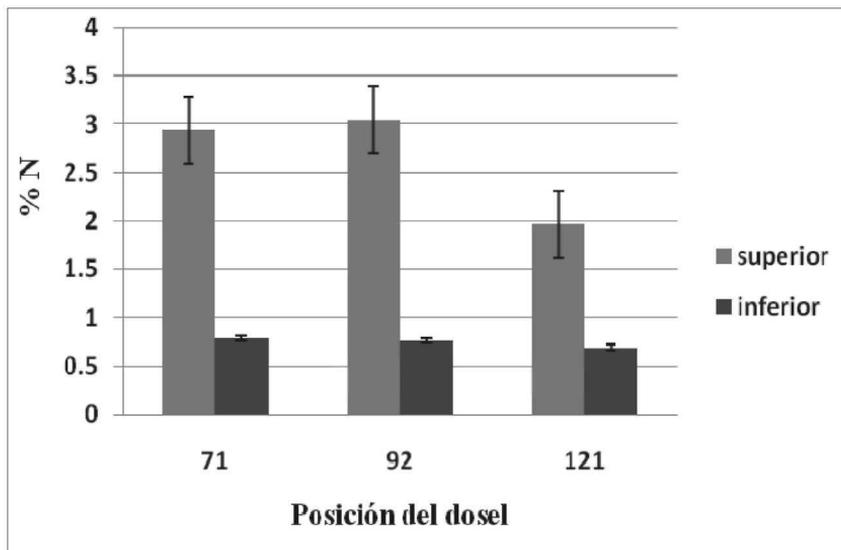


FIGURA 4. Efecto de interacción entre fecha de corte y posición del dosel sobre el porcentaje de N de sunn hemp para la época de siembra en noviembre, Isabela, P.R., 2009-2010. Líneas verticales en columnas indican el error estándar. DMS Tukey = 0.426.

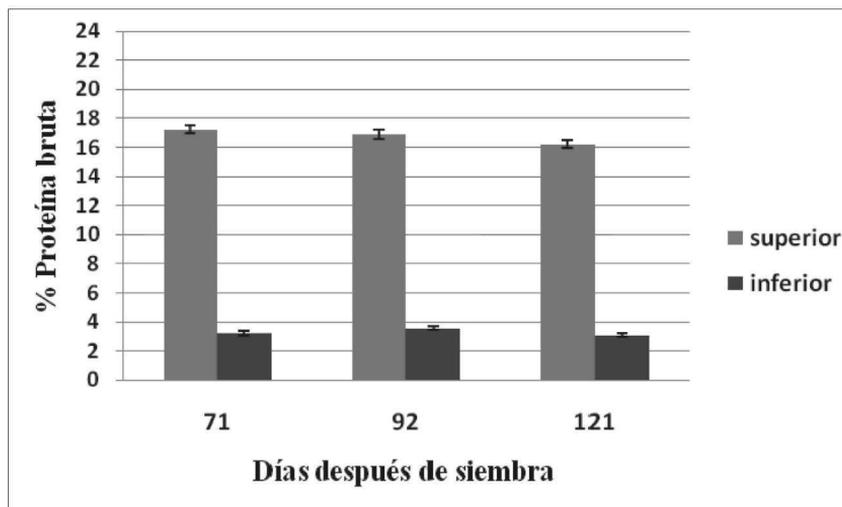


FIGURA 5. Efecto de interacción entre fecha de corte y posición del dosel sobre el porcentaje de proteína bruta para la época de siembra en junio, Isabela, P.R., 2009-2010. Líneas verticales sobre columnas indican el error estándar. DMS Tukey = 2.662.

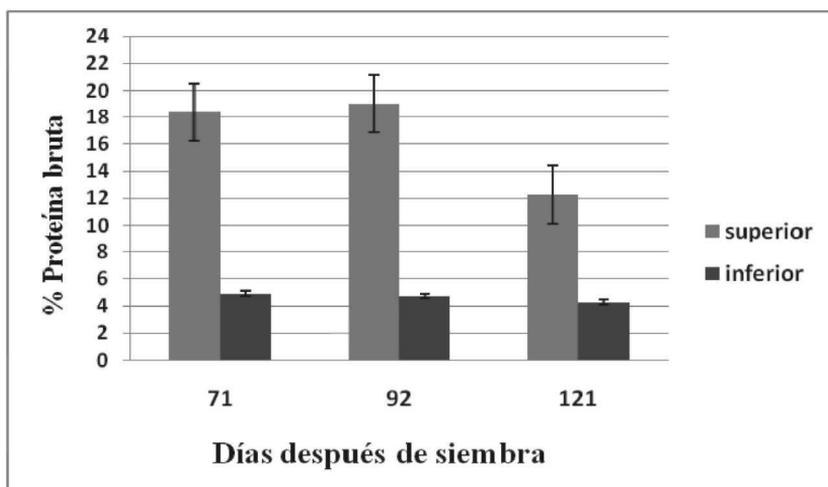


FIGURA 6. Efecto de interacción entre fecha de corte y posición del dosel sobre el porcentaje de proteína bruta para la época de siembra en noviembre, Isabela, P.R. Líneas verticales sobre columnas indican el error estándar. DMS Tukey = 2.662.

El dosel superior siempre mostró un mayor contenido de PB en todas las combinaciones de los factores época y fecha de corte, con valores promedio de 12.27 a 19.00%. En sunn hemp sembrado en junio, el contenido mayor de PB (17.25%) se obtuvo al cortar el dosel superior a los 71 DDS. Por otro lado, al sembrar sunn hemp en noviembre, se obtuvo un 19.00% de PB al cosechar el dosel superior a los 92 DDS.

Los presentes valores superan a los informados por Weiss y Godfrey (2010), de 11.50 y 12.90% PB para heno almacenado y material fresco del sunn hemp cosechado a los 84 DDS. Los resultados del presente estudio permiten concluir la aportación de PB del tejido de sunn hemp lo hace una opción interesante para uso como de forraje para ganado.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este experimento demuestran que ‘Tropic Sun’ tiene buen potencial para uso como cultivo de cobertura en virtud de su crecimiento rápido, excelente producción de biomasa y acumulación de nitrógeno. Al sembrar en verano y cosechar a los 121 DDS se obtuvo dos veces mayor RMS que con la cosecha a los 71 días, mientras que para la siembra de noviembre estas diferencias no fueron tan marcadas. La acumulación de nitrógeno mostró el mismo patrón de variación en función de la época de siembra, siendo los valores máximos obtenidos con la siembra en junio suficientes para cumplir con los requeri-

mientos de N de la mayoría de los cultivos hortícolas. El alto contenido de PB, sobre todo en el dosel superior de las plantas, hace de 'Tropic Sun' una posible alternativa para uso en la alimentación animal. Sunn hemp 'Tropic Sun' luce promisorio para incorporación en rotaciones de cultivos para control de erosión, supresión de malezas y aportación de nitrógeno en la región de Isabela.

LITERATURA CITADA

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Cherr, C. M., J. M. S. Scholberg y R. McSorley, 2006. Green manure as nitrogen source for sweet corn in a warm-temperate environment. *Agron. J.* 98:1173-1180.
- Cook, C. G. y G. A. White, 1996. *Crotalaria juncea*: A potential multipurpose fibercrop. p. 389-394. In: J. Janick (ed.). Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA. (Available on-line at <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3389.html>) (Verified September 2010)
- Joy, R. y J. S. Peterson, 2005. *Crotalaria juncea* L. USDA NRCS National Plant Data Center, Baton Rouge, Louisiana.
- Morris, J. B. y S. E. Kays, 2005. Total dietary fiber variability in a cross section of *Crotalaria juncea* genetic resources. *Crop Sci.* 45:1826-1829.
- Mosjidis, J. A., 2007. Breeding of Annual and Perennial Legumes and their Utilization as Forages and Crops. Dept. of Agronomy and Soils, Auburn University and Ala. Agric. Expt. Stn., Auburn, AL 36849-5412, USA.
- Rotar, P. P. y R. J. Joy, 1983. "Tropic Sun" Sunn hemp *Crotalaria juncea* L. Res. Ext. Ser. 36. Hawaii Inst. Trop. Agric. and Human Resour. Univ. of Hawaii, Honolulu.
- Santos, A., E. Valencia, E. Román-Paoli y R. Ramos-Santana, 2011. Época de siembra y fecha de corte y su efecto en la producción de biomasa y la contribución de nitrógeno de *Crotalaria juncea* L. 'Tropic Sun' en el suroeste de Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 95(3-4): 169-178.
- SAS, 1999. SAS/STAT User's Guide. (v. 8). SAS Inst. Inc., Cary, N.C., U.S.A.
- Schomberg, H. H., N. L. Martini, J.C. Diaz-Perez, S. C. Phatak, K. S. Balkcom y H. L. Bhardwa, 2007. Potential for using Sunn hemp as a source of biomass and nitrogen for the piedmont and coastal plain regions of the southeastern USA. *Agron. J.* 99:1448-1457.
- Treadwell, D. y M. Alligood, 2008. Sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.): A summer cover crop for Florida vegetable producers. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Horticultural Sciences Department. Series HS1126. (Available on-line at <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS37600.pdf>) (Verified September 2010)
- (USDA) United States Department of Agriculture, NRCS, 1999. Sunn hemp: A Cover Crop for Southern and Tropical Farming Systems. Soil Quality Technical Note No.10. (Available on-line at http://soils.usda.gov/sqi/management/files/sq_atn_10.pdf) (Verified September 2010)
- Valenzuela, H. y J. Smith, 2002. "Tropic Sun" Sunn hemp. Cooperative Extension Service. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Mānoa. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. SA-GM-11.
- Wang, Q., W. Klassen. H. Bryan y Y. Li, 2003. Influence of summer cover crops on growth and yield of a subsequent tomato crop in south Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 116:140-143.

Weiss, A. y R. W. Godfrey, 2010. Evaluation of Sunn hemp Hay for St. Croix White Hair Sheep Production. University of the Virgin Islands, Agricultural Experiment Station. Technical Session, 46th Caribbean Food Crops Society Annual Meeting. 7-11 julio 2010, Boca Chica, República Dominicana.