

Efecto de la fertilización cálcica y el sistema de siembra en sisal en un sector semiárido del estado Lara

Effect of the calcium fertilization and the cropping system of sisal crop in a sector of the semiarid of Lara state

Pedro Betancourt Yáñez y Yoiber Mujica

Investigadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA Lara). Apdo. postal 592. Barquisimeto, estado Lara. Venezuela.

Correo electrónico: pbetancourt@inia.gob.ve

RESUMEN

El Sisal ofrece una alternativa productiva para el clima semiárido del estado Lara. Esta investigación se realizó para evaluar la respuesta de una variedad de sisal (*Agave sisalana*) y el híbrido H11648, a la fertilización cálcica y dos sistemas de siembra. En ocho parcelas de 9 x 12 m, cuatro para la variedad y cuatro para el híbrido se aplicaron cuatro dosis de cal dolomítica (0, 150, 250 y 350 g planta⁻¹). Se midieron altura de planta, número, ancho y largo de hojas cada 30 días durante 12 meses. El diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los valores de ancho de hoja de acuerdo al tipo de sisal, dosis de cal aplicada y sistema de siembra. Además, hubo un efecto significativo ($P < 0,05$) en la cantidad de hojas por planta de acuerdo al tipo de sisal, pero no en relación a la dosis de cal aplicada ni al sistema de siembra. Para altura de plantas y largo de hoja, se observó un efecto significativo ($P < 0,05$) entre tipos de agave, pero no entre dosis de cal y sistema de siembra. La dosis de cal más adecuada está entre 250 a 350 g planta⁻¹. La variedad de sisal mostró superioridad sobre el híbrido 11648 en cuanto a altura de planta con un valor de 99,6 cm, ancho con valor de 13,66 cm y largo de la hoja con valor de 85,4 cm, pero es menos productora de hojas por planta.

Palabras clave: *Agave sisalana*, híbrido H11648, dosis de cal, rendimiento en hojas.

ABSTRACT

Sisal production offers an alternative under conditions of semi-arid climate of Lara state. This research was conducted in order to evaluate the response of a variety of sisal (*Agave sisalana*) and hybrid H11648, to calcium fertilization and two planting systems. Eight plots of 9 x 12 m, four for the variety and four for the hybrid were established. Four doses of dolomitic lime (0, 150, 250 and 350 g / plant) were applied. Five plants of the three central rows per plot, every 30 days, were measurements of plant height, number, length and width of leaves during 12 months. The design was a randomized block with four replications. Significant differences ($P < 0.05$) were observed in the values of leaf width according to the type of sisal, dose of lime applied and planting system. In addition, there was a significant difference ($P < 0.05$) in the values of leaves per plant according to the type of sisal, but not in relation to the dose of lime applied and the planting system. For plant height and leaf length, a significant difference ($P < 0.05$) between the types of agave, but not at the dose of lime and seeding system was observed. It is concluded that 250 to 350 g / plant is the most suitable lime dose. The variety of sisal, showed superiority over the hybrid 11648 regarding plant height with 99.6 cm, width and length of the blade with values of 13.66 13.66 and 85.4 cm, but is less production of leaves per plant.

Key words: *Agave sisalana*, H11648 hybrid, calcium doses, production of leaves.

INTRODUCCIÓN

El sisal (*Agave sisalana*) por ser una planta xerófila puede cultivarse sin necesidad de sistema de riego en zonas semiáridas, donde las condiciones climáticas limitan el crecimiento de la mayoría de los cultivos (Santiago *et al.*, 2002). Es una planta que crece bien en suelos pobres de Brasil, China y Tailandia, entre otros (Punnapayah *et al.*, 1999).

En Venezuela, el estado Lara, concentra la mayor producción de sisal, específicamente en la zona semiárida de los municipios Urdaneta, Crespo e Iribarren, donde los agricultores disponen de pocas alternativas productivas, por lo que este cultivo es el sustento de aproximadamente 4.000 familias. No obstante, la demanda industrial de fibra de sisal para fabricar sacos y cuerdas, establece una fuerte competencia con las fibras sintéticas de polipropileno, por lo tanto, los agricultores que se dedican a este cultivo reciben pocos beneficios económicos.

El cultivo de sisal se había dejado de estudiar en el país, razón por la cual, la información disponible no está actualizada, sin embargo este rubro está presentando un repunte debido al interés de un nutrido grupo de agricultores, apoyados en las políticas del estado. Generalmente, se siembra la variedad *A. sisalana*, pero en la actualidad se está introduciendo de forma masiva el híbrido 11348, traído de la República Popular de China, como parte del plan de reactivación de la zona sisalera del estado Lara (Fudeco, 2008). El sisal híbrido H11648 requiere suelos sueltos y ricos en calcio, clima seco, con precipitaciones promedios de 800 a 1.200 mm anuales (Fudeco, 2008).

Se siembra mayoritariamente en hileras sencillas mientras que el China la mayoría de las plantaciones están sembradas a doble hilera. En este sentido, se hace necesario generar información sobre el desarrollo vegetativo de este cultivo y la adaptabilidad del híbrido a las condiciones locales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización cálcica y dos sistemas de siembra en el desarrollo de la variedad de sisal *A. sisalana* y el híbrido H11648 en un sector del semiárido del estado Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los terrenos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Lara, ubicada en la población de El Cují municipio Iribarren del estado Lara, Venezuela; localizada geográficamente entre las coordenadas 10° 09" Norte y 63° 18" oeste, a una altura de 580 m.s.n.m, llevándose un registro diario de precipitación, evaporación y temperatura (Figura 2).

Se establecieron ocho parcelas de 9 x 12 m, cuatro para la variedad y cuatro para el sisal híbrido. De las cuatro parcelas, dos se sembraron a doble hilera, lo cual se identificó como sistema de siembra 1 (SS1) y dos a hileras sencillas, identificándose como sistema de siembra 2 (SS2). En SS1 se sembró a 1 m entre plantas y entre hileras y 3,5 m entre doble hilera. En SS2 se sembró a 1 m entre plantas y 3,5 m entre hileras.

Antes de la siembra se aplicó humus sólido de lombriz a razón de 1 kg planta⁻¹ y al momento de la siembra se aplicó fosfato diamónico en dosis de 80 g planta⁻¹. Posteriormente se aplicaron las siguientes dosis de cal dolomítica: 0, 150, 250 y 350 g planta⁻¹ siendo denominados: T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

Las mediciones se realizaron por parcela en cinco plantas de cada una de las tres hileras centrales, durante 12 meses a un intervalo de 30 días. Las variables a medir fueron: altura de planta, desde la base en el suelo hasta las puntas de la hojas apicales; número de hojas, contándose desde la base del tallo hasta la última hoja expuesta; ancho de la hoja, midiéndose en la parte media; y largo de la hoja, desde la base hasta el ápice.

El diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones (Figura 1) y la unidad experimental de una planta, para un total de 64 unidades experimentales. Para el análisis de datos se empleó el procedimiento ANOVA del programa estadístico SAS (Jonhson, 2000) y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (Martínez y Martínez, 1996).

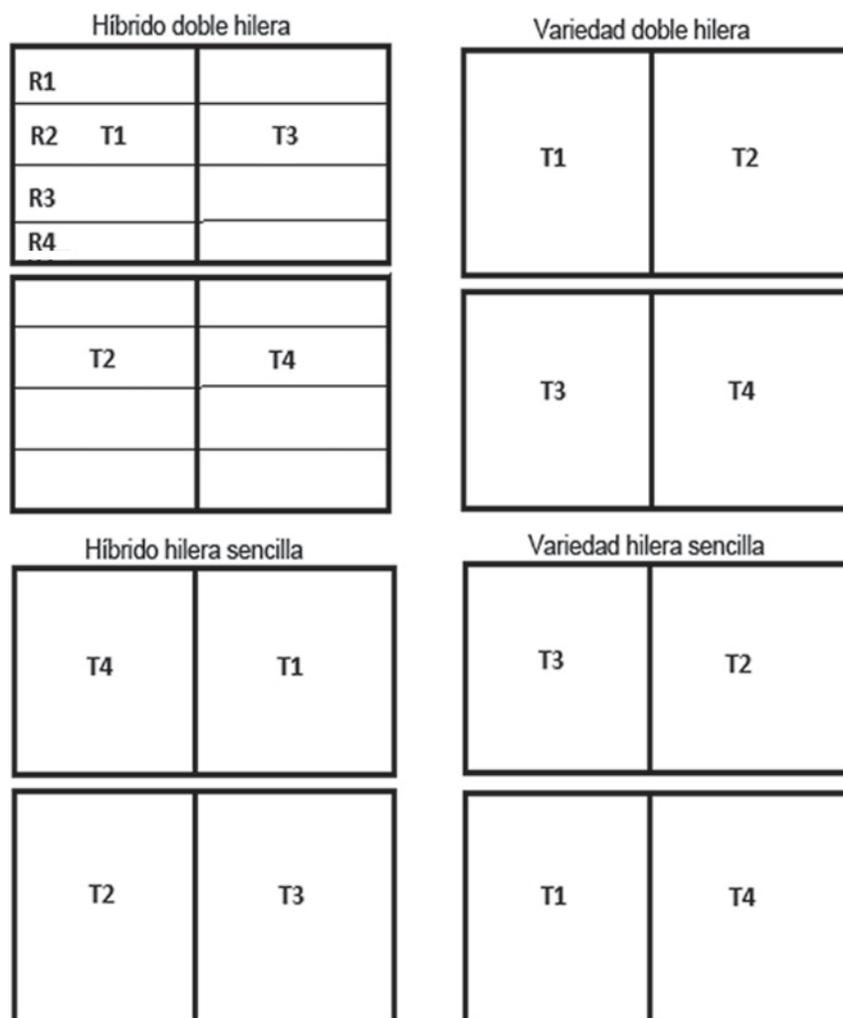


Figura 1. Distribución de los tratamientos en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones edafoclimáticas

En el área de la investigación se presentaron dos picos de lluvias: mayo a julio y octubre a noviembre, condición típica en el semiárido, con un total de 468,5 mm. La zona presentó para el año 2012 una evaporación total de 2.132,8 mm. En cuanto a la temperatura, la máxima promedio fue de 30,2 °C y la mínima promedio estuvo por el orden de 13,1 °C (Figura 2).

Según EMBRAPA (2006), el sisal se desarrolla en zonas semiáridas de Brasil con temperatura media diaria de 24 °C, precipitación entre 650 y

1.250 mm con humedad relativa entre 66 y 70%. La FAO (2000) reporta que el híbrido H11648 crece en zonas con temperatura anual media preferiblemente entre 22 y 24 °C y un nivel anual de precipitaciones entre 1.000 y 1.500 mm. Con estos datos podemos indicar que los niveles de precipitación de la zona de estudio están por debajo de los reportados para el híbrido, sin embargo esta zona es parte de uno de los municipios principales productores de Sisal del país. En el aspecto químico el suelo es franco arcilloso y con altos contenidos de nutrientes, ligeramente alcalino y bajo en conductividad eléctrica (Cuadro 1). Fudeco (2008), indica que el Sisal híbrido H11648 requiere suelos sueltos y ricos en calcio.

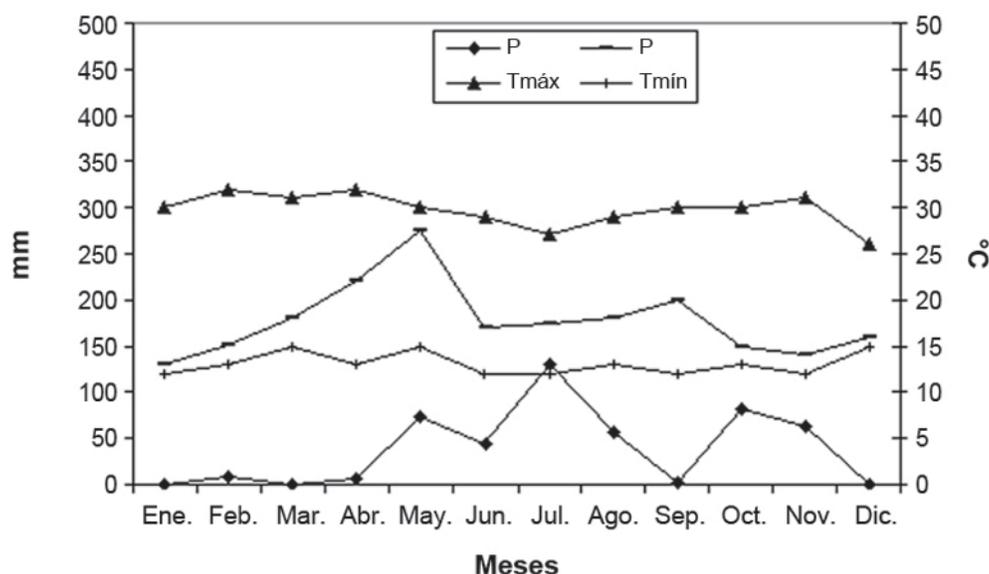


Figura 2. Valores mensuales de precipitación y evaporación.

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelo del sitio experimental.

Determinación	Método	Valor
Arena (%)		38,40
Limo (%)		22,80
Arcilla (%)		38,80
Textura	Bouyoucos	FA
Fósforo (mg kg ⁻¹)	Olsen	28,00
Potasio (mg kg ⁻¹)	Olsen	377,00
Calcio (mg kg ⁻¹)	Morgan modificado	>2.000
Materia orgánica (%)	Walkley y Black	2,46
pH	Suelo-agua 1:2,5	7,70
Conductividad eléctrica	Suelo-agua 1:5	0,14

Altura de planta

Para esta variable se observó, según el análisis de varianza un efecto estadístico significativo ($P < 0,05$) del tipo de agave, sin embargo no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) según la dosis de cal y el sistema de siembra. En cuanto a la dosis de cal aplicada al cultivo, no se

presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) pero se pudo apreciar una tendencia numérica de las dosis de 250 y 350 g de cal sobre las dosis 150 g ha⁻¹ de cal y el testigo (Cuadro 2).

No se observó diferencias significativas ($P > 0,05$) por efecto del sistema de siembra de los agaves, sin embargo se pudo apreciar los mayores valores en el Sisal sembrado en SS2 (Cuadro 3).

Cuadro 2. Valores de las variables según los tratamientos de cal aplicados.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Ancho de hojas (cm)	Largo de hojas (cm)
T4	94,28 a	56 a	12,64 a	71,48 a
T3	95,00 a	54 a	12,12 ab	70,55 a
T2	91,21 a	54 a	11,59 bc	69,80 a
T1	89,52 a	55 a	11,02 c	68,02 a

Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente no significativos ($P>0,05$).

Cuadro 3. Valores promedio de las variables medidas en sisal, según el sistema de siembra.

Sistema de siembra	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Ancho de hojas (cm)	Largo de hojas (cm)
SS2	93,33 a	55 a	12,48 a	69,31 a
SS1	91,68 a	53 a	11,20 b	70,61 a

Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente no significativos ($P>0,05$).

La altura de planta estuvo afectada significativamente ($P<0,05$) por el tipo de agave al presentarse diferencias significativas en los valores, producto de una superioridad del *Agave sisalana* sobre el híbrido en 14,2 cm (Cuadro 3). En este aspecto, Ferreira Da Silva *et al.* (1999), observaron una superioridad del híbrido H11648 en cuanto a altura de plantas, siendo los valores promedios para el híbrido de 177,7 cm y para la variedad de 158,1 cm.

Número de hojas

En cuanto a la dosis de cal aplicada no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$), pero numéricamente la dosis de 350 g planta⁻¹ resultó con una tendencia a la superioridad con un total de 56 hojas por planta (Cuadro 2).

Tampoco se observó diferencias significativas ($P>0,05$) en el sistema de siembra en cuanto al número de hojas por planta, pero se determinó un valor superior en SS2 comparado con

SS1, con un valor diferencial de dos hojas por planta (Cuadro 3). En cuanto al tipo de agave se presentaron, para esta variable, diferencias estadísticas significativas ($P<0,05$) entre el *A. sisalana* y el *A. híbrido*, siendo este último superior en 24,19 % (Cuadro 4).

En investigación realizada por Azzini *et al.* (1998) señalan que *A. sisalana* produce menos hojas por plantas que los híbridos, en valores de hasta 26%. Al respecto, Kimaro *et al.* (1994) indican que el híbrido H11648 no solo produce más hojas que *A. sisalana*, sino que su tasa de producción es mayor al presentar 648 hojas por ciclo y el *A. sisalana* 205 y una producción de 5,99 hojas por mes contra 2,8 hojas por mes para la variedad. Asimismo, Ferreira Da Silva *et al.* (1999) observaron que el híbrido H11648 fue significativamente superior a la especie *A. sisalana* en relación a la proyección horizontal y al número de hojas por planta en la primera cosecha. Fudeco (2007) menciona que el híbrido H11648 puede producir de 50 a 70 hojas al año y de 6 a 8 por mes para un total de 600 a 650 hojas en su ciclo de vida.

Ancho de hojas

De manera general, se observan diferencias significativas ($P < 0,05$) en los valores de esta variable de acuerdo al tipo de sisal, a la dosis de cal aplicada y al sistema de siembra.

En lo que respecta a las diferentes dosis de cal aplicadas al sisal, tenemos que 350 g planta⁻¹ fue estadísticamente diferente al testigo e igual a la de 250 g y ésta a su vez igual a la de 150 g. Se pudo apreciar valores superiores de 0,54; 1,05 y 1,62 cm al comparar la dosis de 350 g, con las dosis de 250, 150 y 0 g, respectivamente (Cuadro 2).

Estos resultados permiten afirmar que existe efecto de la aplicación de cal sobre el ancho de la hoja de sisal. Kimaro *et al.* (1994), indican que el sisal reduce la fertilidad de los suelos y que presenta altos requerimientos de calcio, el cual remueve en grandes cantidades del suelo.

En cuanto al sistema de siembra, se encontró en este trabajo diferencias significativas ($P < 0,05$) de los valores de ancho de hoja entre el sistema de siembra en SS2 y SS1, siendo el primero estadísticamente superior (Cuadro 3). Asimismo, se puede indicar que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) y superiores del *A. sisalana* comparado con el híbrido H11648, con una diferencia de 3,64 cm en el ancho de la hoja (Cuadro 4).

Por su parte, Azzini *et al.* (1998), al comparar el ancho de hoja de *A. sisalana* con varios híbridos

observaron que los valores de éstos estuvieron entre 7,6-14,3 cm comparados con el de *A. sisalana* que fue de 10,3 cm. Fudeco (2007), indica que las hojas del Sisal híbrido H11648 miden en promedio 10 cm de ancho pero las más anchas pueden llegar a medir 13 cm.

Largo de hojas

Las diferentes dosis de cal aplicadas no presentaron efectos estadísticos significativos ($P > 0,05$), sin embargo la dosis de 350 g planta⁻¹ presentó los mejores resultados numéricos, al ser superior en 0,98; 1,68 y 3,46 cm comparados con las dosis de 250, 150 y 0 g planta⁻¹, respectivamente (Cuadro 2).

También se pudo observar, que el sistema de siembra no mostró diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), siendo los valores numéricos muy similares (Cuadro 3).

De igual manera, se evidenció que esta variable fue afectada por el tipo de agave, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ellas ($P < 0,05$), siendo el *A. sisalana* quien mostró la mayor longitud en las hojas. (Cuadro 4).

Azzini *et al.* (1998) indican que el híbrido H11648 produce hojas hasta de 139 cm de largo mientras el máximo valor para la variedad *A. sisalana* fue de 106 cm. Fudeco (2007) indica que las hojas del Sisal híbrido H11648 miden en promedio 118 cm de largo pero pueden llegar a medir hasta 150 cm.

Cuadro 4. Valores promedios de las variables medidas por tipo de sisal.

Cultivo	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Ancho de hojas (cm)	Largo de hojas (cm)
<i>Agave sisalana</i>	99,60 a	47 b	13,66 a	72,93 a
H11648	85,40 b	62 a	10,02 b	67,00 b

Valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente no significativos ($P > 0,05$).

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación evidencian que, bajo las condiciones edafoclimáticas descritas, la dosis de cal más adecuada para el desarrollo del sisal está entre 250 a 350 g planta⁻¹, siendo la dosis de 250 g planta⁻¹ recomendada económicamente, y con mayor efecto sobre el ancho de la hoja. En lo que se refiere al sistema de siembra, las hileras sencillas generan mejores resultados que las hileras dobles en lo que a altura de plantas, número y ancho de hojas se refiere.

A. sisalana, mostró superioridad cuantitativa sobre el híbrido H11648 con respecto a altura de plantas, ancho y largo de la hoja, pero es menos productora de hojas por planta.

LITERATURA CITADA

- Azzini, A., R. Araujo, N. Erismann, A. Costa e R. Junior. 1998. Caracterizacáo tecnologica de híbrido de agave. Revista Bragantia V. 57 N° 1. Campinas.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria). 2006. Cultivo de sisal na regio semiárida do Nordeste Brasileiro. Sistemas de Produção. 05. 42 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura). 2000. Producción y comercialización de sisal en China: Cuadro retrospectivo y perspectivas futuras. Esc. Consultas fibras. N° 5. Roma.
- Ferreira-Da Silva, O., O. Carvalho, J. Dos Santos e R. Vieira. 1999. Estudo comparativo de algumas características da *Agave sisalana* Perrine e do híbrido 11648, na primeira colheita. Rev. Ol. Fibras. v.3. (2): 65-70.
- Fudeco (Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela). 2007. Sisal H.11648. Establecimiento y plantación. Plan de desarrollo endógeno de la zona sisalera.
- Fudeco (Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela). 2008. Programa de extensión rural para la zona sisalera del estado Lara. Barquisimeto. 34 p.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Internacional Thomson editores. México. 566 p.
- Kimaro, D., B. Msanya and Y. Takamura. 1994. Review of sisal production and research in Tanzania. African Study Monographs. 15(4):227-242.
- Martínez, A. y D. Martínez. 1996. Diseño de experimentos con fertilizantes. Publicación especial 5, Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Colegio de postgraduados. México. 155 p.
- Santiago, D., N. Rodríguez y G. Mogollón. 2002. Potencial papelero de la fibra de sisal (*Agave sisalana*). Rev. Forest. Venez. 46 (2):19-27.
- Punnapayak, H., M. Kahirun and P. Thanonkeo. 1999. Cellulolytic fungi and bioconversion of fiber from *Agave sisalana*. Science Asia. 25:133-136.