

# Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y rendimiento de la zábila (*Aloe barbadensis M.*)

B. Añez<sup>1</sup> y J. Vásquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes (U.L.A.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P) Mérida, Código Postal 5101, Venezuela. Telf. 0274-2401587

## Resumen

El objetivo de este estudio fue medir el efecto que sobre el rendimiento de zábila (*Aloe barbadensis M.*), tuvo el empleo de 16 distancias de plantación entre hileras, las cuales fueron aumentadas a intervalos constantes de 0,08 m, desde un espacio menor de 0,40 m hasta uno mayor de 1,60 m. Las distancias entre plantas fueron de 0,40 m para todos los tratamientos. Se usó el diseño de distancias consecutivas con cuatro repeticiones. El trabajo de campo se realizó en un suelo Cambortid típico, franco-arcillo-arenoso de la estación experimental San Juan de Lagunillas del I.I.A.P.-U.L.A., Mérida, Venezuela. El número de hojas por planta, las dimensiones de la hoja (largo, ancho y grosor) y la producción por hoja de gel y acíbar crudos, no fueron influidos por los tratamientos. El número de hijos por planta fue superior en las mayores distancias entre hileras, mientras que el rendimiento del gel y acíbar fue significativamente más alto con la menor distancia entre hileras usada.

**Palabras clave:** *Aloe barbadensis*, distancias de plantación, crecimiento vegetativo, producción, rendimiento.

## Introducción

La especie vegetal conocida en castellano como zábila, zabira, zabida, pita-zábila en portugués como aloés, erva babosa, azebre vegetal en francés como aloés y en italiano, inglés y alemán como aloe, es una planta perenne, originaria del sur de Africa y cultivada actualmente en muchos países tropicales y subtropicales. Según la Taxonomía

Botánica se le considera dentro de la división de las Espermatofitas, subclase Liliidae, orden Liliales, familia Aloeaceae, género *Aloe*, especie *Aloe vera* (L.) Burm.f. ó *Aloe barbadensis* Miller (4, 5).

La zábila, planta monocotiledonea cuyo nombre se atribuye a una deformación del vocablo árabe çabila

que significa planta espinosa, se cultiva por sus hojas gruesas y carnosas de las cuales se obtiene una sustancia gelatinosa (gel), que ha demostrado su efecto positivo sobre diferentes clases de enfermedades de la piel y del estómago y un látex resinoso (acíbar), que exudan las hojas al ser cortadas, que contiene un líquido oleoso (aloína) usado como purgante o laxante. La especie ha sido utilizada por el hombre desde tiempos tan remotos como 6.000 años antes de Cristo (a de C.), siendo los chinos los primeros en usarla. Alejandro “Magno” (356-323, a de C.) conquistó la isla de Socotora, en el sur de Arabia, porque en ella, había gran cantidad de aloe, empleado desde entonces para tratar heridas y enfermedades de los soldados. En el antiguo Egipto era de uso común, Cleopatra VII (69-30, a de C.), lo utilizaba como ingrediente esencial en sus tratamientos diarios de belleza. En el siglo I de la era cristiana, Dioscorides lo describió minuciosamente en su Herbolario griego y resaltó sus virtudes medicinales y cosméticas. Los españoles quienes conocían sus propiedades curativas lo trajeron al continente americano (5, 6).

Tradicionalmente, la zábila ha sido cultivada en cantidades relativamente grandes en El Cabo (Sudafrica) y en algunas islas del Caribe (Barbados, Puerto Rico, Cuba, Santo Domingo-Haití, islas Neerlandesas-Aruba, Bonaire, Curazao-). Desde 1930 recibió la atención de la industria médica y cosmetológica de EE.UU y Europa, lo cual estimuló el establecimiento de

plantaciones en México, Texas, República Dominicana, Haití y Namibia. En Aruba se explota desde principios del siglo XIX y alrededor de 1920 contaba con más de 6.000 hectáreas y producía más del 50% de la aloína comercializada en el mundo. En Venezuela su explotación comercial se inició en 1934, en la región peninsular y costera del estado Falcón (5, 6, 10).

El nombre genérico aloe, parece provenir del término árabe alloeh o del hebreo hallal; ambos vocablos significan sustancia brillante y amarga. Existen cerca de 200 especies del género Aloe, pero solo 12 contienen acíbar, cuyo principio activo es la aloína. Tres de ellas son comercialmente importantes: *Aloe ferox*, *Aloe perryi* y *Aloe barbadensis*.

*Aloe ferox* (Aloe del Cabo) con 4,5 a 9,0% de aloína, *Aloe perryi* (Aloe sucotrina, Aloe de Socotora) con 5,5 a 10,0% de aloína y *Aloe barbadensis* (Aloe vera, Aloe de Curazao) con un contenido de aloína de 20 a 24%, es la más cultivada en Venezuela (4,10).

Por su importancia en Venezuela, trataremos de hacer una descripción lo más fiel posible de *Aloe barbadensis*. Esta especie es monocotiledonea, de reproducción (multiplicación) preferentemente asexual, puede medir de 0,5 a 0,6 m de altura con un dosel de hasta 1,0 m, según las condiciones donde medra (Contreras, 1990). La planta es acaule o casi acaule con un tallo corto (máximo 10cm) y grueso, del cual emerge una roseta basal de 13 a 25 hojas simples, triangulares, suculentas, gruesas, angosto-

lanceoladas con las puntas mucronadas, de 30 a 60 cm de largo, con un ancho en su parte inferior, de 5 a 8 cm y de 0,8 a 3,0 cm de espesor, el cual está fuertemente vinculado con las condiciones de humedad. Los márgenes de las hojas están provistos de dientes triangulares agudos y espinuliformes de alrededor de 2 mm y de 8 a 10 mm de separación entre uno y otro. El color de las hojas varía desde amarillo-verdoso opaco, verde, hasta marrón y cuando jóvenes presentan manchas incoloras de aproximadamente 4 mm de diámetro. El sistema radical, consiste de una raíz principal de 5 a 10 cm de largo y 4 a 5 cm de diámetro. La raíz principal, está conformada por 5 a 15 raíces secundarias de 5 a 7 mm de grueso de cerca de 80 cm de largo y de ellas, se originan raíces terciarias con una longitud de hasta 5 cm. Normalmente, la mayor parte del sistema radical se encuentra en los primeros 15 cm del perfil del suelo.

Las flores tienen una longitud de 2,5 a 3,0 cm, son de color amarillo, están agrupadas en racimos simples o compuestos sobre un pedúnculo erguido de aproximadamente 1,0 m de alto. Las flores son homógamas (hermafroditas-alógamas-); los verticilios florales son trímeros; tanto el cáiz como la corola constan de tres piezas coloreadas. El gineceo está formado por tres carpelos con un ovario súpero de tres lóbulos. Los estambres son seis, con largos filamentos que arrancan del fondo de la flor, debajo del pistilo. El fruto es seco, capsular, alargado de paredes dehiscentes; es decir, el pericarpio del

fruto se abre y deja salir una gran variedad de semillas híbridas muy pequeñas (5, 6, 11).

Si consideramos las características de clima y suelo de Venezuela, nos percatamos de que la zábila puede ser cultivada con perspectivas de éxito en varias zonas ecológicas del país, preferiblemente en aquéllas enmarcadas en los límites del Bosque Seco Tropical y del Bosque Muy Seco Tropical, las cuales abarcan poco más del 40% del territorio nacional (alrededor de 370.000 Km<sup>2</sup> de superficie), desde el nivel del mar hasta 1.000 msnm, con precipitaciones medias desde 500 a 1.800 mm anuales y temperaturas promedios de 22 a 29°C.

La zábila se adapta muy bien a condiciones áridas y semiáridas y su cultivo ha recobrado considerable interés en los mercados nacional e internacional debido a las propiedades cosméticas del gel o pulpa de sus hojas y las del látex de las mismas, para fines farmacológicos. Esta especie, de origen africano, surge como una opción atractiva para el medio rural de las regiones con las características edafoclimáticas mencionadas, por sus particularidades de amplia rusticidad, facilidad de propagación y de manejo.

En San Juan de Lagunillas y sus alrededores (estado Mérida), existen zonas con características muy convenientes para la explotación comercial de la zábila. Esto, unido a la inexistente investigación sobre el cultivo, nos motivó a emprender estudios para generar información acerca de la mencionada especie.

Es en este contexto, donde el estudio de poblaciones de plantas, se hace casi imperativo, por la influencia que ejercen sobre el crecimiento, producción y rendimiento biológico de los cultivos; y más aún, por su incidencia en el rendimiento económico (producto vendible) con los atributos de calidad, con los cuales se satisfacen las necesidades sentidas de los compradores (3).

Muchos son los factores que influyen la producción de los cultivos. Por tanto, cuando se va a decidir sobre las distancias de siembra a emplear, no sólo debe brindarse atención al espacio radical, sino también al tamaño del follaje y considerar la variedad, el potencial productivo por planta y las condiciones de clima y suelo del sitio de ubicación de la explotación. Sin embargo, en este caso pondremos el énfasis en la competencia intraespecífica. Entendiéndose como tal al proceso mediante el cual, dos o más plantas de la misma especie que crecen juntas, se disputan parte de un factor ambiental no disponible en cantidades suficientes para suplir adecuadamente las demandas de las plantas involucradas (2).

Las distancias de plantación usadas por los cultivadores de zábila, reportadas en la literatura, son muy variables: 0,50 m, 0,65 m, 0,70 m, 0,80 m hasta 1,0 m entre hileras y 0,31 m, 0,35 m, 0,40 m, 0,50 m, 0,55 m, 0,8 m y 1,0 m entre plantas (5, 6, 8).

Contreras (4), señaló que, la densidad de plantación más utilizada en Venezuela es la de 10.000 plantas.ha<sup>-1</sup> (1,0 m entre hileras x 1,0

m entre plantas) y menciona que la densidad óptima podría ser de 18.182 plantas.ha<sup>-1</sup> (1,0 m entre hileras y 0,55 m entre plantas) porque una densidad mayor, parece afectar el crecimiento general de las plantas y dificultar las labores de recolección de las pencas. Razón suficiente, para evitar recomendaciones que sobrepasen las 20.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

Henderson *et al.*, (7) puntualizaron que, para el manejo adecuado de cualquier cultivo, del cual no se cuenta con información suficiente, una comprensión cabal del espacio óptimo entre hileras y de la respuesta de las plantas a las densidades de siembra, son esenciales para la obtención de rendimientos máximos. Las distancias óptimas entre hileras para producción máxima de zábila, no son muy bien conocidas en esta región, o no están apoyadas en investigaciones conclusivas. En esta situación, es deseable hacer uso de herramientas como el diseño de "distancias consecutivas", el cual permite probar en una pequeña parcela, un gran número de distancias entre hileras, sin mucho esfuerzo y sin menoscabo de la validez de los resultados obtenidos. El diseño posibilita aumentar las distancias constante y consecutivamente, desde un límite "mínimo" hasta uno "máximo" fijados a priori, tratando que esos límites sean siempre menor y mayor, respectivamente, que aquellos que habría de esperarse, de la expresión de las características morfológicas y la ontogenia de la especie sometida a prueba. Si esa premisa se cumple, es lógico suponer que dentro de los

extremos mínimo y máximo debe localizarse la distancia óptima para rendimiento máximo del cultivo probado, bajo las condiciones de clima y suelo del sitio del estudio (1).

La escasa información generada sobre la zábila, hace necesario, la

ejecución de un programa de investigación integral del cultivo, el cual iniciamos con este trabajo, cuyo objetivo fue determinar las distancias de plantación comercial de la zábila en la zona de San Juan de Lagunillas, estado Mérida.

## Materiales y métodos

Las labores de campo se realizaron durante casi dos años en la estación experimental del I.I.A.P., en San Juan de Lagunillas, estado Mérida, Venezuela (08°31' N, 71°21' W), altitud 1110 msnm, precipitación promedio de 500 mm anuales, temperatura media anual de 22°C. Enclavada en un área descrita como de clima, Bsw; zona de vida, Bosque Seco premontano Sub-tropical; vegetación, hortícola bajo riego; suelo, Cambortid típico, franco fino, micáceo, isohipertémico (9).

A una muestra compuesta del suelo (0,0-0,20 m de profundidad) se le hizo análisis de rutina en el laboratorio de suelos y química agrícola del IIAP-ULA (cuadro 1).

Para el montaje del ensayo se utilizó el diseño conocido por los ingleses como "Systematic fan design", "Wagon wheel" por los estadounidenses; el cual, fue adaptado para nuestras condiciones operacionales por Añez (1983-1985), quien lo

denominó "Distancias consecutivas". Se usó un círculo completo; de manera tal, que cada cuadrante representó una repetición y las distancias entre hileras fueron conformadas por sendas circunferencias concéntricas (figura 1) con las características siguientes:

Radio de la circunferencia mayor  
(R) = 8,00m

Radio de la circunferencia menor  
(r) = 2,00m

Espacio plantado (R-r) = 6,00m

Mayor distancia entre hileras (L)  
= 1,60m

Menor distancia entre hileras (l)  
= 0,40m

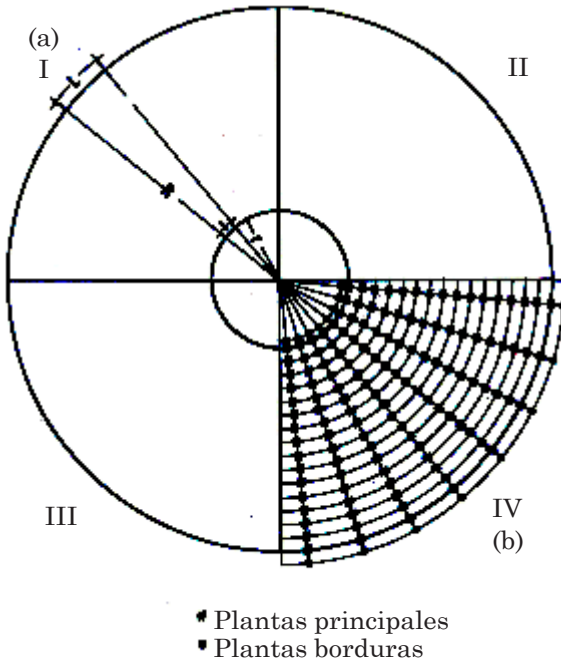
Distancia entre plantas (d) =  
0,40m

Variación de las distancias entre hileras cada 0,40m (re) = 0,08m

Los tratamientos o distancias de plantación entre hileras, en número de 16, fueron aumentando 0,08m cada 0,40m, desde una distancia menor de 0,40m hasta una mayor de 1,60m (figura 1(b), cuadro 2).

**Cuadro 1. Análisis de suelo del sitio del estudio.**

Clase	pH	C.O.	N. Total	P.Olsen	K.Aprov.	Mg.Aprov.	Ca. Aprov.
Textural	1:2	%	%	(ppm)	meq.100g	meq.100g	meq. 100g
FAa	7,5	1,35	0,17	4	0,39	1,7	12,10



**Figura 1. Características del diseño de distancias consecutivas. (a) Relación de los radios y distancias mayor menor;  $R/r=L/l$ . (b) División en abanico con las distancias de plantación entre hileras I, II, III, IV. Cuadrantes (repeticiones).**

Número de plantas por hilera en cada cuadrante =  $31,416/4 = 7,854$ .

El número total de plantas para establecer el ensayo, incluyendo las borduras internas y externas fue de 504.

La preparación del suelo se hizo con tractor, mediante un pase de arado, dos pases de rastra y se terminó de acondicionar con escardilla. La plantación se efectuó el 20-05-99, con semilla asexual (hijos) de zábila, de aproximadamente 20 cm de largo, obtenida en los alrededores de San Juan de Lagunillas, de plantaciones sin ningún tipo de asistencia técnica.

El 30-11-99, se deshijaron las plantas y el 01-12-99, se realizó la fertilización con  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  de la formula 15-15-15. Para tal fin, alrededor de cada planta se suministró, la cantidad de fertilizante en proporción a su área ocupada, de acuerdo con el diseño del ensayo. Se aprovechó la operación de abonamiento para aporcar toda la plantación.

Durante el desarrollo del ensayo, cada vez que hubo necesidad de ello, se hizo control de malezas con escardilla y se usó riego por gravedad para complementar el aporte de las lluvias y suplir los requerimientos

**Cuadro 2. Distancias de plantación entre hileras y área por planta de cada tratamiento, del cultivo de zábila en San Juan de Lagunillas, estado Mérida.**

Posición	Distancia	Área
1	0,40 m	0,160 m <sup>2</sup>
2	0,48 m	0,192 m <sup>2</sup>
3	0,56 m	0,224 m <sup>2</sup>
4	0,64 m	0,256 m <sup>2</sup>
5	0,72 m	0,288 m <sup>2</sup>
6	0,80 m	0,320 m <sup>2</sup>
7	0,88 m	0,352 m <sup>2</sup>
8	0,96 m	0,384 m <sup>2</sup>
9	1,04 m	0,416 m <sup>2</sup>
10	1,12 m	0,448 m <sup>2</sup>
11	1,20 m	0,480 m <sup>2</sup>
12	1,28 m	0,512 m <sup>2</sup>
13	1,36 m	0,544 m <sup>2</sup>
14	1,44 m	0,576 m <sup>2</sup>
15	1,52 m	0,608 m <sup>2</sup>
16	1,60 m	0,640 m <sup>2</sup>

Cada repetición se plantó con 112 plantas; siete por cada distancia entre hileras y por repetición, calculadas de la manera siguiente:

$P = 2\pi R$  (perímetro de la circunferencia mayor)

$L = 1,60$  m (mayor distancia entre hileras)

$N =$  Número de plantas de la circunferencia de radio mayor-8,0 m-)

$N = P/L = 2\pi R/L = 2 \times 3,1416 \times 8/1,60 = 50,2656/1,60 = 31,416$  plantas

hídricos de la zábila.

Los datos de las variables evaluadas, se tomaron de las tres plantas centrales de cada tratamiento. El 30-05-2000, se registraron: dimensiones de la hoja en cm (longitud total, ancho y grosor), se midió la hoja N° 3, contada a partir de la hoja visible más nueva. El ancho y el grosor se determinaron con vernier a los 10 cm de la inserción de la hoja en la roseta; número total de hojas por planta, este dato fue contado cada mes, desde el 30-05-2000 hasta el 06-09-2000 y sirvió para precisar

la tasa de emisión de hojas en ese lapso.

El 21-11-2000, se anotó el número de hijos por planta; el peso fresco en g del gel o parénquima de la hoja, promedio de nueve hojas por tratamiento (3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> hojas más jóvenes por planta). Para su obtención, se eliminó con un cuchillo el tejido clorenquimatoso de la hoja; el peso en g del acíbar fresco, para tal fin, se recogió en un recipiente de vidrio, mediante un embudo, todo el látex proveniente del derramamiento libre de las hojas cosechadas (9 por tratamiento), la

operación tardó alrededor de 30 minutos.

El 22-01-2001, se registró el peso promedio de una planta completa; de la parte superior y del sistema radical.

Las dimensiones de la hoja en cm, la producción en g por planta del gel y de acíbar frescos y el rendimiento en t.ha<sup>-1</sup> de gel y acíbar frescos, fueron

analizados estadísticamente en sus valores originales; en tanto que, el número de hojas e hijoa por planta, se transformaron en valores  $X^{1/2}$ , para evitar que las medidas y las variancias tendieran a ser iguales y siguieran la distribución de poisson (12).

## Resultados y discusión

### Características Vegetativas

El número de hojas por planta, las dimensiones de la hoja (largo, ancho y grosor), cuyos promedios fueron: 19,29; 22,53 cm; 3,27 cm y 1,26 cm, respectivamente, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

La emisión foliar, medida a partir de los 375 días después de la plantación, por un lapso de 99 días, fue de 1,7 hojas por cada 30 días.

El número de hijos por planta, registrado 18 meses después de la plantación y poco menos de 12 meses después del primer deshije, fue afectado significativamente por las distancias entre hileras empleadas (cuadro 3).

Como era de esperarse, hubo una vinculación casi perfecta entre los requerimientos climáticos de la zábila y las condiciones ecológicas predominantes en San Juan de Lagunillas.

El crecimiento vegetativo expresado en su mayor parte, por el número de hojas por planta y por las dimensiones (largo, ancho y grosor) de las hojas, no fue influido por las distancias de plantación entre hileras. Mientras que, el número de hijos por planta, si fue afectado significativa-

mente por las distancias usadas. En términos generales, el número de hijos por planta aumentó con el incremento de las distancias entre hileras, circunstancia que puede demandar mano de obra adicional para los deshijos.

La producción y rendimiento por hoja, de gel y acíbar frescos (base húmeda), con promedios de 252,28g y 23,08g, respectivamente, no fueron influidas significativamente por los tratamientos.

Los rendimientos en t.ha<sup>-1</sup> de gel y acíbar crudos (base húmeda), revelaron diferencias significativas entre los tratamientos probados. La regresión permitió determinar la variación provocada en los rendimientos por cada unidad de cambio ocurrida en las distancias de plantación entre hileras (figuras 2 y 3).

Como la producción por hoja de gel y acíbar crudos, no mostró diferencias significativas entre las distancias de plantación empleadas, sus rendimientos fueron directamente afectados por el incremento de las poblaciones de plantas por unidad de superficie, lo cual en este caso, equivale a decir, por la disminución de las distancias de plantación entre hileras.



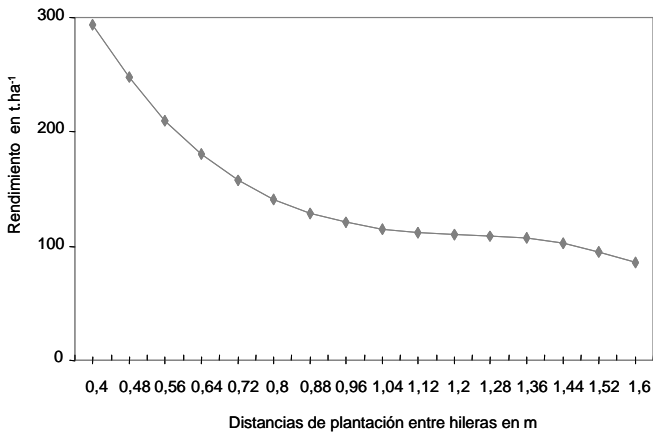
**Cuadro 3. Valores medios del número de hijos por planta de zábila bajo diferentes distancias de plantación entre hileras.**

Distancias	16	11	12	10	14	15	8	9	13	6	3	7	5	4	2	1
m	1,60	1,20	1,28	1,12	1,44	1,52	0,96	1,04	1,36	0,80	0,56	0,88	0,72	0,64	0,48	0,40
Medias	26,75	21,09	21,04	20,41	20,29	20,09	19,38	19,36	18,81	18,66	16,56	15,78	15,09	14,61	14,01	11,70
Identificación	a	ab	ab	abc	abc	abc	bc	Bc	bc	bc	bcd	bcd	bcd	cd	cd	d

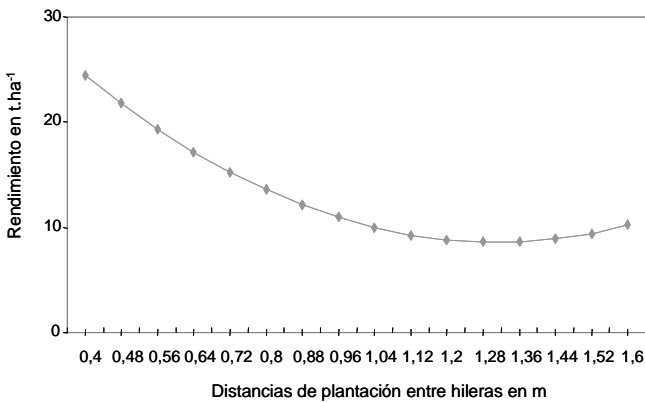
Las medias identificadas con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la nueva prueba de rangos múltiples de Duncan. (12)

Desde el punto de vista botánico, la especie no tuvo restricciones de crecimiento ni de producción con las menores distancias de plantación usadas en el estudio, 0,40 m entre hileras x 0,40 m entre plantas (62.500 plantas.ha<sup>-1</sup>), contradiciendo a Contreras (1990) quien señaló que la densidad óptima prodría ser de 18.182 plantas.ha<sup>-1</sup> (1,00 m x 0,55 m) y que una densidad mayor, parece afectar el crecimiento general de las plantas y, dificulta las labores de recolección de las pencas, razón más que suficiente, para evitar recomendaciones que sobrepasen las 20.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

La limitada información disponible sobre la zábila, los altos rendimientos obtenidos, en una plantación sana (sin problemas de plagas y enfermedades), nos motiva a seguir indagando sobre el cultivo en general y particularmente, acerca de cual debe ser la densidad de plantación óptima para rendimiento máximo, sin obstáculos para las labores de cultivo y cosecha.



**Figuras 2. Relación entre el rendimiento de gel (base húmeda) del total de las hojas y las distancias de plantación entre hileras de las plantas de zábila en San Juan de Lagunillas (Mérida, Venezuela). La curva fijada.  $Y=691,48 - 1399X + 1137,5X^2 - 312,5X^3$ ,  $R^2 = 0,9021$**



**Figura 3. Relación entre el rendimiento de acíbar fresco (base húmeda) del total de las hojas y las distancias de plantación entre hileras de las plantas de zábila en San Juan de Lagunillas (Mérida, Venezuela). La curva fijada.  $Y=41,56 - 50,40X + 19,25X^2$ ,  $R^2=0,9878$**

## Conclusiones

De los resultados obtenidos bajo las condiciones y limitaciones del estudio podemos concluir lo siguiente:

El número de hojas por planta y las dimensiones de las hojas (largo, ancho y grosor) no respondieron a las distancias de plantación entre hileras.

El número de hijos por planta aumentó con el incremento de las

distancias entre hileras empleadas

La producción por hoja de gel y acíbar no fue afectada por las distancias entre hileras.

En términos generales el rendimiento de gel y acíbar aumentaron al disminuir las distancias de plantación entre hileras.

## Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al I.I.A.P.- U.L.A. por el financiamiento aportado con

recursos propios, para realizar esta investigación.

## Literatura citada

1. Añez, B. (1983-1985). Diseño sistemático para experimentos con distancias de siembra. *Agricultura Andina*, 2 (Nº. extraordinario): 49-68. I.I.A.P.-U.L.A. Mérida, Venezuela.
2. Añez, B. y E. Tavira. 1999. Estudio de las densidades de población en las primeras cuatro generaciones del plátano (*Musa* grupo AAB cv. Hartón). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 16(4):337-355.
3. Añez, B., W. Espinoza y J. Vásquez 2001. Las variaciones de población provocadas por las distancias entre hileras afectan el rendimiento del apio andino I.I.A.P., Fac. de Ciencias Forestales y Ambientales. U.L.A., Mérida, Venezuela. Mimeografiado. 11 p.
4. Contreras, S., J. 1990. El cultivo de la zábila en Venezuela. Aspectos agroeconómicos-terapéuticos. Acrive. Caracas, Venezuela, 45 p.
5. Genet, W. B. M., y C.A.M. Van Shooten 1992. Water requirement of *Aloe vera* in a dry Caribbean climate. *Irrigation Science*, 13: 81-85.
6. Guzman, P., J.E. 1990. *Lazábila*. Espasande, SRL. Editores. Caracas, Venezuela. 101 p.
7. Henderson, T. L., B. L. Johson, y A.A. Scheiter. 2000. Row spacing, plant population, and cultivar effects on grain Amaranth in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 92(2):329-336.
8. Massiah, M., D.J. 1998. Estudio de las deficiencias de N,P,K, Ca y Mg y su efecto sobre el desarrollo y la composición química de plantas de zábila (*Aloe barbadensis* M.) Cultivadas en arena. Tesis de grado de Ing. Agrónomo. Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Venezuela.
9. Ochoa, G., y D. Malagón. 1979. Atlas de microscopía electrónica en suelos de Venezuela. Región de la Cordillera de Mérida, 1000-3500 msnm). P.34. U.L.A.-C.I.D.I.A.T., Mérida, Venezuela. 40 p.
10. Sánchez, F., L.F. 1998. Manual para la elaboración artesanal de pasta de zábila *Aloe barbadensis* M. Fundación CIEPE. Yaracuy, Venezuela. 31 p.

11. Schnee, L. 1960. Plantas comunes de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía. Alcance N° 3, U.C.V. Maracay, Venezuela. 663 p.
12. Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1960. Principles and procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, INC. New York. 481 p.