

PRACTICAS DE CULTIVO Y ALGUNOS FACTORES EDAFOLOGICOS QUE PODRIAN INFLUIR SOBRE LA CALIDAD DEL GEL DE SABILA

F. Gómez-Lorence¹, L. Vivas-Enriquez¹
y E. Santamaría-César¹

²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. A.P. 8 Bermejillo, Durango. México. 35230.

RESUMEN. Se describe el proceso productivo del cultivo bajo condiciones de riego como alternativa para ser incluido dentro del patrón de cultivos en la Comarca Lagunera. Por medio de visitas y entrevistas, se recabó información del proceso de transformación de la hoja en la única plantación de la región, se procedió a recabar los posibles factores que inciden sobre la calidad del gel, las variables porcentaje de gel de filete y área foliar. Las cuales mostraron diferencias significativas, suponiendo que las diferencias existentes pueden deberse a las condiciones químicas del suelo. Se realizó un muestreo de suelo y se determinó Cl, SO, Ca, Mg, HCO, Na, C.E., pH, %M.O., Arena, Arcilla, Limo. Además de la Relación de Adsorción de Sodio y el por ciento de Sodio Intercambiable. Tratando de relacionar los resultados de homogeneidad del suelo con los reportes históricos sobre la calidad del gel, se puede suponer que el por ciento de Sodio Intercambiable es uno de los factores que influyen en la calidad del gel producido.

Palabras clave: Producción vegetal, Sistemas agrícolas, Bioquímica, Edafología.

SUMMARY. A description in general of the cultivation of sábila, *Aloe barbadensis* Miller, under the condition of irrigation in the Comarca Lagunera. Information on the harvesting process is also given. By visits and interviews at the only plantation in the region, reports are given on the quality of the gel and it is proposed to study the variables of the filets and leaf areas. Differences are assumed to be due to soil factors that were determined: Cl, SO, Ca, Mg, HCO, Na, C.E., pH, and %M.O., sand, clay and lime. Furthermore, the relationship absorption of sodium and percent of interchangeable sodium were examined. Relating the results on the homogeneity of the soil with affect the quality of the gel.

Key words: Crop production, agrysystems, Biotechmistry, Soil Science.

INTRODUCCION

La sábila es una planta del género *Aloe* cuyo centro de origen se ubica en Africa Nor-oriental y Sudáfrica. Fue introducida por los españoles a las Antillas y posteriormente a diversas partes de México. Su hábitat típico son las zonas áridas y desérticas.

El acíbar o jugo que se obtiene de las hojas, es uno de los productos usados como medicamentos más antiguos. Existe una gran cantidad de estudios científicos, realizados sobre las propiedades de esta planta, lo cual ha propiciado el auge agronómico e industrial de *Aloe barbadensis* Miller, la cual día a día es más conocida, explotada y utilizada por una amplia población a nivel mundial.

En México existe la perspectiva de que mediante una adecuada explotación agroindustrial, podría llegar a crear una de las mejores industrias nuevas y positivas fuentes de trabajo en lo que podría ser uno de los negocios más prósperos del país.

La sábila es considerado como cultivo ideal para las zonas áridas, ya que aunque pertenece a la familia de las Liliáceas tiene la favorable característica del metabolismo nocturno, conocido como Metabolismo del Acido Crasulásico (MAC).

La Comarca Lagunera es una región que se encuentra ubicada en las zonas áridas del país, por lo que presenta limitantes como: la escases de agua, altas temperaturas, suelos salinos y plagas, lo cual ha obligado

a modificar el patrón de cultivos de la región, donde la introducción de cultivos con potencial de adaptación es una área dinámica de investigación. El cultivo de sábila presenta todas estas características siguientes y es una buena alternativa, ya que emplea mucha mano de obra, por lo que se abrieron fuentes de empleo, tanto para la explotación en el campo como para la fase de transformación industrial.

El trabajo gira en torno a la caracterización del proceso productivo del cultivo de sábila bajo condiciones de riego en la Comarca Lagunera como alternativa técnica y económicamente factible, para incluirlo dentro del patrón de cultivos. Además de esto, también se recabó información acerca del proceso de transformación de la hoja de sábila, en la planta industrial de ALOETEC. Por otro lado también se trata de contribuir a la identificación de los posibles factores edafológicos que pudieran influir en la calidad del gel.

Este trabajo de investigación encuentra su justificación en la aplicación de sus resultados, así como aportar una visión más amplia del sistema de producción a la gente interesada en este cultivo, en cuanto a manejo y proceso de transformación de la hoja de sábila en subproducto.

Motivo por el cual se plantearon los objetivos de conocer la tecnología sobre el manejo del cultivo de sábila a nivel comercial en la región y describir los procesos de extracción de gel de sábila para exportación en la Comarca Lagunera. Además de contribuir a la solución de un problema de heterogeneidad de la calidad del gel de sábila, tratando de identificar el o los factores edáficos que pudieran ser responsables.

Los cultivos comerciales de sábila en México comenzaron en el año de 1965, como cultivos exclusivos de gente con fuertes recursos económicos en el estado de Tamaulipas, para ser aplicados posteriormente en los estados de San Luis Potosí, Yucatán, Zacatecas y en menor escala en algunas otras partes de la República Mexicana (Bauer, 1992).

Por sus posibilidades y propiedades de adaptación ha despertado interés como cultivo, habiéndose establecido plantaciones de esta especie en 1,752 hectáreas del país, de las cuales 780 (44.5%) son de temporal y las restantes 972 (55.5%) bajo condiciones de riego (CONAZA, 1994).

La sábila crece en áreas que poseen entre 200 y 800 mm de lluvia anual, no se encuentra confinada a un solo tipo de vegetación, pueden ser encontrados en bosques ecuatoriales, comunidades vegetales de montañas y desiertos; ocupando un amplio rango de

hábitats desde el bosque seco de dosel cubierto hasta el desierto de matorrales (Granados y Castañeda, 1988).

Alvarez (1987), divide a los factores ecológicos que influyen sobre el desarrollo de sábila en dos apartados que son clima y suelo y menciona lo siguiente:

Clima. La planta se desarrolla en un amplio rango de climas, localizándose entre otros en regiones con climas secos y extremosos (zona ixtlera del Edo. de Tamaulipas), en áreas con climas semicálidos con lluvias en invierno y promedio de precipitación mayor a 450 mm (Valle del Río Grande de Texas) y en la zona del trópico húmedo (Aruba, Venezuela y Sudáfrica).

Crece en sitios cuyos climas tienen temperaturas medias anuales entre los 18 y los 25°C, con precipitaciones medias anuales mayores a los 600 mm.

Es interesante mencionar que en las zonas con baja precipitación (menor a 600 mm) y en estado silvestre, la sábila se desarrolla con lentitud, además de ser susceptible a las bajas temperatura (menores a 5°C) las cuales dañan su parte aérea, la cual se recupera nuevamente en un lapso de dos años.

Suelo. El tipo de suelo ideal para el cultivo de la sábila es el suelo profundo con buen drenaje, de textura media, preferentemente franco con tendencia arenosa. No obstante se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, inclusive en aquellos con alto porcentaje de pedregosidad.

Se desarrolla en suelos con amplio rango de pH, desde los ácidos hasta los altamente alcalinos. En la zona dentro de Tamaulipas donde predominan suelos con pH alcalino se han tenido buenos resultados a escala comercial, además de manifestar resistencia a la salinidad (Santos, 1995).

El jugo de la hoja contiene dos fracciones: una fase acuosa llamada gel de Aloe y otra liposoluble denominada aceite de Aloe, a partir de estas dos mezclas se obtienen diversos productos entre los que destacan los fármacos, cosméticos, solventes y perfumes.

El proceso para la elaboración del jugo, consiste en someter a las hojas de Aloe a un tratamiento de corte y compresión simultáneos para extraer la mayor cantidad de jugo posible, después del extracto crudo pasa por las fases de desinfección, calentamiento, estabilización y envasado. Uno de los principales problemas del jugo de sábila es que en un período muy corto de tiempo pierde su efectividad de 2 a 3 horas por lo que se debe someter a un proceso de estabilización.

El manejo del acíbar en el transporte se hace a la menor temperatura y lo más rápido posible, y deberá refrigerarse una vez que ha sido extraído (CONAZA, 1994).

En México, aún no se encuentran empresas importantes que industrialicen el *Aloe barbadensis* M. (*Aloe vera*); sin embargo, existen campos experimentales donde se está ensayando con el cultivo y pequeñas industrias distribuidas en algunas ciudades y estados de la república como: La Paz, Baja California, Matehuala, S.L.P., Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Edo. de México, Yucatán y Coahuila donde se están dando los primeros avances en la explotación de esta planta (Martínez, 1985).

La sábila es un producto que se puede ofertar como hoja, en forma de jugo o gel, gel concentrado, en polvo o como producto final. Tanto ofertantes como demandantes en base a sus apreciaciones estiman que el mercado seguirá desarrollándose, puesto que se trabaja con un producto que tiene amplias opciones de industrialización con una diversidad de usos y mercados.

Las posibles limitantes en el aumento de la oferta son en primer lugar el desarrollo de la técnica agrícola ya que el proceso industrial no es complicado y su capacidad puede ampliarse tanto como se desee, lo que no ocurre con la técnica agrícola de producción. La segunda limitante para el crecimiento de la oferta se refiere a la calidad del producto, ya que un producto que no reúne los requisitos mínimos de calidad se puede considerar como demanda nula (Molina y Torres, 1993).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación geográfica y caracterización del área de estudio. El trabajo se llevó a cabo en el Rancho Bella Vista, Municipio de San Pedro de las Colonias, en el Estado de Coahuila, el cual se encuentra ubicado entre los 25°53'15" de Latitud Norte y 103°08'30" Longitud Oeste, con una altura aproximada de 1,105 msnm. Presenta suelo del tipo xerosol háplico. Su categoría climática es Bwhw (e') que corresponde a un clima seco de los muy secos, semicálidos extremosos, con temperatura media anual de 20-22°C y una precipitación media anual de 100-200 mm (García, 1981).

Descripción de la plantación. La plantación de sábila en la cual se realizó este estudio fue establecida en abril de 1993, está dividida en seis parcelas con características agronómicas similares, cada una de éstas cuenta con una caracterización de: Bajo-1; Bajo-2; Bajo-3; 25-1; 25-2; 25-3. De las cuales el Bajo-1 en base a reportes históricos sobre la calidad del gel, realizados para la comercialización del producto, muestran que este es sensiblemente mejor en relación

a las demás parcelas.

Fase de entrevistas. Para conocer acerca del manejo del cultivo de sábila y transformación industrial de la hoja en el Rancho Bella Vista, se procedió a hacer una serie de visitas y entrevistas tanto en el cultivo como en la planta industrial.

Medidas físicas de las hojas. De acuerdo a la interrogante surgida en la planta de proceso industrial, a raíz de reportes históricos sobre la calidad del gel, realizados para la comercialización del producto, los cuales muestran que existe diferencia en la calidad del gel a favor del Bajo-1, y tratando de contribuir a la identificación de alguno o algunos factores que pudieran influir, se procedió en primer lugar a investigar la posible diferencia entre las características físicas de las plantas cultivadas en las seis parcelas. En esta etapa se tomaron diez hojas al azar de cada parcela y se registraron los siguientes datos: largo, ancho, espesor y peso de la hoja; además se registró el peso del gel de filete y de la epidermis (corte). Estas medidas se tomaron siguiendo un procedimiento uniforme, utilizando una cinta métrica y una balanza granataria. Las variables analizadas fueron: porcentaje de gel o filete que se estimó dividiendo el peso del gel de filete entre el peso de la hoja; el área foliar, fue estimada utilizando el modelo encontrado por Santos (1995).

$$\text{AREA} = 38.4225 + 0.5092 * L * A$$

Muestreo de suelos. Se llevó a cabo un muestreo de suelos, en el Bajo-1 y 2 de mezclas compuestas, a una profundidad de 30 cm, procurando tener un mismo nivel para cada punto, con la mayor uniformidad. Se siguió un plan de muestreo de triple hilera donde las muestras del Bajo-1 fueron etiquetadas como 1, 2, 3 y 4 y las del Bajo-2 como 5, 6, 7 y 8.

Las muestras del suelo fueron analizadas y se determinó: Cl₂, SO₄, Ca, Mg, CHO₃, C.E., Na, CO₃, M.O., pH, N, arena, arcilla, limo. Así como la Relación de Adsorción de Sodio y el Porcentaje de Sodio Intercambiable, de las cuales se obtuvo el análisis de varianza correspondiente.

$$\text{RAS} = \frac{\text{Relación de Adsorción de sodio (RAS)}}{\text{Na}}$$

$$\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}$$

Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)

$$\text{PSI} = \frac{100 (-0.0126 + 0.01475 \text{ RAS})}{1 + (-0.0126 + 0.01475 \text{ RAS})}$$

Para el análisis de los resultados obtenidos se usó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) utilizando la técnica de Análisis de Varianza con la finalidad de probar la homogeneidad de las características Físico-Químicas del suelo. El modelo estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar en el que la fuente de variación de interés fue el factor parcela.

RESULTADOS Y DISCUSION

Proceso de producción

Preparación del terreno. Nivelación con rayos lasser, contribuye a evitar los encharcamientos ya que a la planta le afecta el exceso de humedad. Barbecho profundo, para obtener una mejor aireación y drenaje. Rastra, se realiza para eliminar los posibles terrones existentes.

Calidad y tamaño de los hijuelos. Los hijuelos deben tener de 25 a 30 cm de altura, para obtener cosecha en 24 meses, y de 45 a 50 cm para cosechar en 14 meses. Las raíces se deben recortar a 2.0 cm de largo durante el transplante. Las hojas deben estar turgentes y no presentar manchas ni puntas reseca.

Densidad de plantación. La distancia entre plantas y entre surcos es de un metro por un metro, con una densidad de plantación de 10,000 plantas ha⁻¹. Se recomienda dejar un espacio de 3 m entre surcos cada 18 hileras para el paso del camión recolector.

Fecha y sistema de plantación. La fecha óptima para plantar es de marzo-abril, para que la planta tenga un lapso de adaptación al suelo y pueda establecer raíces antes de la época calurosa; aunque también puede plantarse hasta agosto ya que puede enraizar antes de la primera helada. En la Comarca Lagunera la primera helada generalmente se presenta en la última quincena de noviembre. Se hace un pozo de 15 a 20 cm de profundidad en el centro del surco, la planta se tapa hasta la corona, apisonando después la tierra alrededor de la planta, evitando que queden bolsas de aire.

Fertilización. No realizan la fertilización química. Aplican materia orgánica 10 ton ha⁻¹ de estiércol para mejorar la textura y retención de la humedad.

Riegos. Se tienen láminas de riego de 10, 15 y 20 cm en diferentes intervalos de tiempo. En época de heladas los riegos se realizan más frecuentemente para proteger a la planta de las bajas temperaturas. Sin embargo, se deben evitar los encharcamientos en las melgas para no tener pudriciones.

Deshierbes. La eliminación de la maleza se realiza en forma manual con azadón y mecánicamente con el paso del tractor cada 30 días o cuando sea necesario. Las principales maleza son rodadera Salsola kali, quelite (*Amaranthus sp.*), retama, cadillo (*Xanthium sp.*) *correyvuela*, así como los zacates anuales y perennes. Se evita la aplicación de agroquímicos para tratar de obtener subproductos orgánicos que tiene una mayor aceptación en el mercado extranjero y a un mayor precio.

Aporques. Los aporques se realizan después de cada riego, una vez que la tierra se presta para hacerlo, de 6 ó 7 días después.

Desahijes. Se eliminan los hijuelos de las plantas madres antes de realizar la cosecha, aunque esta operación debe hacerse cuando el hijuelo tiene un tamaño de 10 a 15 cm de altura. Se realiza de forma manual con ayuda de una especie de pala especial la cual se mete a la altura de la raíz del hijuelo y se empieza a palanquear tratando de aflojarlo, hasta lograrlo y sacarlo, éstos se van amontonando en un lugar para ser llevados a una bodega abierta donde se guardaran por algún tiempo.

Capado. Se realiza cada vez que se presenta la floración y consiste en eliminar la inflorescencia para evitar pérdidas de elementos nutritivos, se hace con ayuda de una navaja cortando el pedúnculo floral desde su punto de origen. Sin embargo, esta operación se realiza de manera más generalizada en febrero-marzo, cuando la floración es mas abundante, aunque también se realiza en noviembre.

Control de plagas y enfermedades. La sábila no presenta daño por plagas, siendo tolerante al ataque de algunos insectos presentes en la Comarca Lagunera, como el causado por un coleóptero que se entierra en la penca y allí mismo muere, causando daño a la penca de un 10 hasta un 40%. No presenta problemas de virosis o fungosis.

Cosecha. La cosecha se realiza de manera manual con ayuda de una navaja o cuchillo, haciendo un pequeño corte en la parte más baja de la hoja, y después con un leve tirón hacia los lados y hacia arriba se saca la hoja con el callo basal. Las hojas cosechadas son las de la periferia, se eligen las que estan libres de daños y más grandes. Por lo regular se cortan de 2 a 4 hojas por planta al mes.

Rendimiento. Bajo condiciones ideales la planta produce de 4000 a 4500 kg ha⁻¹ por corte, en los meses en los que se dan dos cortes rinde hasta 10

toneladas por hectárea por mes. La inversión inicial es alta, sin embargo, se trata de un cultivo perenne que puede cosecharse a partir del segundo año y prolongar sus beneficios a través de un período de 10 a 12 años, lo cual hace atractivo su cultivo.

Formas de industrialización. En la planta de transformación A L O E T E C, son básicamente dos:

1. Proceso para la obtención del concentrado de jugo. El concentrado de jugo se utiliza principalmente como base para bebidas no carbonatadas (sin gas) y para cosméticos en menor proporción. El proceso de elaboración principia con el lavado de las hojas, posteriormente se pasa a la molienda, la extracción del gel, la clarificación para eliminar los sólidos sedimentables, después de esto se concentra de acuerdo a los requerimientos de cada cliente, se realiza la

Porcentaje de gel de filete y área foliar.

Los resultados obtenidos de las dos variables analizadas: porcentaje de gel de filete y área foliar, variables directamente involucradas con el rendimiento de gel motivaron la idea de que un estudio para contrastar las características físico-químicas del suelo entre el Bajo-1 y 2 podría contribuir a la identificación de algunos factores edafológicos que pudieran estar influyendo en las diferencias de calidad del gel.

Análisis físico del suelo. De acuerdo con el triángulo de texturas, utilizando las medias de arena, arcilla y limo. Se determinó que las dos parcelas Bajo-1 y Bajo-2 corresponden a la misma clasificación textural de Migajón arcilloso.

Análisis químico del suelo. El análisis de varianza para la relación adsorción de sodio (RAS) y

Cuadro 1. Resultados de los contrastes para la variable porcentaje de gel de filete de sábila

Contraste	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal.	Nivel de signific. Estimado
Bajo-1 vs. Bajo-2	1	288.877	288.8777	22.24	0.0001
Bajo-1 vs. Resto	1	178.417	178.417	13.73	0.0009

Cuadro 2. Resultados de los contrastes para la variable área foliar de sábila

Contraste	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal.	Nivel de signific. Estimado
Bajo-1 vs. Bajo-2	1	22659.934	22659.934	7.92	0.0070
Bajo-1 vs. Resto	1	21623.788	21623.788	7.56	0.0083

decoloración, filtración, pasteurización, envasado, almacenamiento a bajas temperaturas, se realiza un muestreo al 100% para el control de calidad y si es aprobado se procede al embarque.

2. Proceso de fileteado, para la obtención de filete de gel de sábila.

El proceso de fileteado comienza con el lavado, posteriormente el corte de forma manual, eliminando la punta, callo y espinas de la hoja, una vez realizado esto se extrae el filete de gel, se muele para tratar de homogenizarlo y se procede al envasado, es almacenado a baja temperatura, se realiza un muestreo al 100% y se analiza por el control de calidad si aprueba se procede al embarque.

porcentaje de sodio intercambiable (PSI), muestra que estas dos variables fueron altamente significativas. Sin embargo aunque el Bajo-2 presente un nivel mayor de PSI en comparación al Bajo-1 (Cuadro 3), este nivel no indica que el suelo tenga problemas de sodicidad, ya que el nivel está muy por abajo de los reportados por algunos autores (Richards, 1977; Castro, 1990) como tóxicos, o que causen algún tipo de daño foliar o disminución en el rendimiento, aunque en la literatura solo se tiene referencia para cultivos comerciales como el aguacate que es menos tolerante con un PSI=4, causando solo daño foliar y tomate como el más tolerante con un PSI=50 (Castro, 1990) y no se encontró información con respecto al efecto que tiene el sodio en las Liliaceas y menos con referencia al cultivo de sábila.

Cuadro 3. Valores de RAS y PSI de Suelo

VARIABLE	BAJO-1	BAJO-2
RAS	1.89	1.49
PSI	5.18	5.97

De acuerdo a los resultados anteriores el Bajo-1 presenta un menor nivel de PSI con respecto al Bajo-2, y por otro lado los reportes históricos sobre la calidad del gel realizados para la comercialización del producto muestran que este Bajo 1 es sensiblemente mejor, tratando de relacionarlos se podría suponer que el nivel de PSI, es uno de los factores que pudieran estar influyendo en la calidad del gel de sábila.

CONCLUSIONES

La sábila puede ser un cultivo alternativo para la Comarca Lagunera, ya que presenta rendimientos económicos altos por volumen de agua usada, aunque requiere de una inversión apreciable por hectárea.

El porcentaje de sodio intercambiable podría ser un factor vinculado a la calidad del gel de sábila, que aunado a los factores; frecuencia y método de riego, edad de la planta, fertilización y sanidad, constituyen los tópicos a investigar en trabajos futuros para mejorar el proceso productivo.

LITERATURA CITADA

Alvarez, M. G. 1987. Estudio de la factibilidad técnica y financiera del cultivo de la sábila (*Aloe vera* L.) en la zona centro de Tamaulipas. Tesis de Maestro en Ciencias. Fac. Med. Vet. y Zoot. UAT. Cd. Victoria, Tamps., Méx. p.p. 143.

Bauer E., G. W. 1992. El establecimiento de cultivos comerciales de la sábila (zábila) *Aloe vera* en La Comarca Lagunera. Aloe Science Council, Inc. Torreón, Coah.

Castro, F. R., 1990. Teoría y práctica de salinidad agrícola. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo.

CONAZA, 1994. Sábila (*Aloe vera* (L.)) Burn. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. CONAZA-INE, México, 29 p.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM, México.

Granados, S. D. y P.A.D. Castañeda. 1988. *Aloe barbadensis* Miller. Planta Agroindustrial (medicinal) del Desierto. UACH. Dirección de Difusión Cultural p. 45.

Martínez E., J. L. 1985. Sábila (*Aloe vera* L.) Monografía. Tesis Ing. Agrónomo Esp. Fitotecnia. UAAAN-Salttillo, Coah., México. p. 51.

Molina, P. M. y C.R. Torres. 1993. Estudio de factibilidad Técnico-Económica para el establecimiento de una Planta Extractora y Concentradora de Gel de Sábila *Aloe barbadensis* Miller en Maxcanu, Yucatán. Tesis, Ing. Agrónomo Esp. Agroindustrias. UACH. Chapingo, México.

Richards, L. A. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. departamento de agricultura de los Estados Unidos de América. LIMUSA. México.

Santos, L. E. 1995. Aprovechamiento actual de la sábila *Aloe barbadensis* Miller y aplicación del análisis dimensional en la evaluación de algunas características morfológicas. Tesis, Ing. Agrónomo Esp. Zonas Áridas. URUZA-UACH. Bermejillo, Dgo., México.