

ECOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE SÁBILA EN LA ZONA SEMIÁRIDA DE SAN LUIS POTOSÍ

José Villanueva Díaz¹, Agustín Hernández Reyna²
y Catarina Loredó Osti²

RESUMEN

La sábila (*Aloe vera*) es una especie africana introducida en México por los Jesuitas durante la Colonia, que se distribuye en el país desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm en las zonas Media y Altiplano y se ha naturalizado en San Luis Potosí. La especie se cataloga como ruderal y algunas veces se asocia a comunidades vegetales con disturbio, en las cuales generalmente forma colonias puras o aisladas de forma circular, o crece bajo la copa de los árboles nativos. La realización de un muestreo de poblaciones de sábila en las zonas Media y Altiplano del estado de San Luis Potosí, con el uso de parcelas de 3 x 3 m indicó una distribución agrupada con tres estratos de altura bien definidos: 6 - 30, 31 - 60 y 61 - 90 cm. El estrato dominante fue de 31-60 cm con un índice de importancia de 206. Los suelos de los sitios muestreados presentaron contenidos de materia orgánica de 1.5 a 9% y una textura de arcillosa a migajón limosa, con valores de pH de 7.0 a 7.8. Así mismo se evaluaron seis procedencias del estado potosino en condiciones de temporal durante siete años y de riego por cinco años, las cuales no difirieron en términos estadísticos ($p > 0.05$) en supervivencia, biomasa, hijuelos por planta y número de hojas, mientras que la producción promedio anual de hoja fue de 85.1 y 161.0 ton ha⁻¹ para temporal y riego respectivamente.

Palabras clave: *Aloe vera*, gel, muestreo aleatorio, procedencias, producción de hoja, sábila.

Fecha de recepción: 08 de marzo de 1999.

Fecha de aceptación: 09 de marzo de 2005.

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID-RASPA), INIFAP. Correo-e: villanueva.jose@inifap.gob.mx

² Campo Experimental Palma de la Cruz, C.I.R, Noreste / INIFAP.

ABSTRACT

Aloe (*Aloe vera*) an African species was introduced in Mexico in colonial times by the Spanish Jesuits. In San Luis Potosí, this species has been naturalized and is currently found from sea level up to 2,000 m. The species is growing near by rural settlements, forming round-shaped colonies, usually thriving under the canopy of native tree species. Plots of 3 x 3 m, divided in 9 subplots of 0.5 x 0.5 m were randomly distributed. In each of the subplots height of each individual plant, plant cover, frequency, and density were measured. The structural analysis of height indicated the presence of three dominant layers: 6-30, 31-60, and 61-90 cm. Dominant size-class was 31-60 cm with an importance index value of 206. Soil chemical determinations of the sampled stands had an organic matter content of 1.5 to 9%, clay or silty loam texture, and pH from 7 to 7.8. Field evaluations of six aloe provenances managed under rainfed and irrigated conditions for seven and five years, respectively were not significant ($p > 0.05$) for survival, root suckers per plant, height, gross total weight, gel biomass, and number of leaves per plant. Average biomass production was 161 ton ha⁻¹ yr⁻¹ and 85 ton ha⁻¹ yr⁻¹ for irrigated and rainfed conditions, respectively.

Key words: *Aloe vera*, gel, random sampling, provenance, biomass production, *Aloe*.

INTRODUCCIÓN

Varias especies nativas o introducidas que integran las comunidades vegetales de las zonas semiáridas de México ofrecen alternativas viables de producción para los habitantes de esas regiones. La sábila (*Aloe vera* (L.) Burm. f.)* especie de origen sudafricano e introducida en México por los Jesuitas españoles durante la época colonial, se ha naturalizado en la mayoría de los ecosistemas semiáridos de México (Diez, 1981; Granados y Castañeda, 1988; López, 1989; Hernández y Villanueva, 1991; Hernández, 1995).

Durante milenios, la sábila se ha utilizado en medicina tradicional para tratar enfermedades de la piel, molestias estomacales y quemaduras, entre otras (Morton, 1961; Crosswhite y Crosswhite, 1984). En la actualidad la popularidad de esta especie se ha incrementado, debido a la infinidad de productos y usos que pueden derivarse de su gel y exudado, ya que es común en remedios caseros, homeopatía, cosmetología, alimentación, ornamentación y aun en actos religiosos (Bruce, 1975; Morton, 1981; Duke, 1985; Grindlay y Reynolds, 1986; Rodríguez, 1992).

* SYN: *Aloe vulgaris* Lam, *Aloe barbadensis* P. Mill, *Aloe perfoliata* var. *vera* L.

Aloe vera se cultiva en Estados Unidos de América y en la mayoría de los países tropicales del mundo (Morton, 1981). Algunos científicos la consideran ideal para las zonas semiáridas (Gunther, 1934; Bruce, 1975). En México, las mayores poblaciones naturales de sábila se localizan en los estados de San Luis Potosí y Guanajuato; en este último, así como en Tamaulipas, Campeche y Yucatán hay plantaciones en condiciones de riego y temporal, en una superficie aproximada de 1,800 ha (Rumayor y Sotomayor, 1997). En San Luis Potosí existen alrededor de 360 ha de sábila en condiciones de riego y en los últimos años en los municipios de Río Verde, Cd. del Maíz, Cárdenas y Cd. Valles se han constituido asociaciones de productores para fomentar su producción comercial.

De 1987 a 1994 el INIFAP realizó en San Luis Potosí diversos estudios ecológicos y de experimentación, tanto en poblaciones naturales como en plantaciones experimentales en condiciones de riego y temporal. El objetivo del presente trabajo es describir los principales logros obtenidos de dicho esfuerzo.

La sábila pertenece al género *Aloe*, tribu Aloineae de la familia Liliaceae. Es una especie perenne, tolerante a la sequía; presenta hojas carnosas conformadas en una roseta, las cuales surgen de un tallo corto; las flores de coloración amarillenta o rojiza se originan en la parte terminal de un tallo floral (Reynolds, 1966; Morton, 1981). El número de especies citadas en la literatura fluctúa entre 314 y 360 (Reynolds, 1966; Harding, 1979; Raina, 1982, Rodríguez, 1992). Este problema taxonómico se origina por hibridaciones y mutaciones, lo que es muy común en el género (Holland, 1978).

La sábila se cultiva desde el nivel del mar hasta 2,500 m, en regiones semitropicales a semiáridas; se adapta a temperaturas promedio entre 21 y 27°C y con precipitaciones anuales que varían de 200 a más de 4,000 mm; prospera casi en cualquier tipo de terreno incluso en aquellos con problemas de sales, pero se desarrolla mejor en suelos calcáreos, de textura migajón-limosa o migajón-arenosa, con buen drenaje; no tolera suelos que se inundan con frecuencia (Hernández y Villanueva, 1991; Rodríguez, 1992). La especie se maneja con otros cultivos en sistemas agroforestales para reducir los daños por frío o heladas en la época invernal. También como monocultivo, en particular, en sitios donde la temperatura no alcanza el punto de congelación.

Para hacer una plantación comercial de sábila por lo general se utilizan hijuelos o rebrotes que surgen en la base de la planta madre, aunque también se puede trabajar con plántula producida de semilla; sin embargo, este tipo de reproducción normalmente se utiliza para fines de mejoramiento genético. Los hijuelos deben ser robustos con apariencia sana y tener una altura de 25 a 30 cm (Hernández y Villanueva, 1991).

La densidad de plantación es variable de acuerdo a las condiciones físico-químicas del suelo, disponibilidad de agua, clima, asociación con otros cultivos, mecanización del cultivo, técnica de cosecha, etc. Una densidad de 10,000 a 15,000 plantas ha^{-1} con distancias entre surcos y plantas de 75 a 100 cm son muy comunes (Villarreal y Quiroga, 1985; Rodríguez, 1992). Los hijuelos se trasplantan en el ciclo primavera-verano, cuando las condiciones ambientales favorecen su desarrollo. Las hojas de tamaño comercial con peso mayor de 0.4 kg se obtienen al segundo o tercer año; este período se reduce a menos de un año, si se aplica un manejo agronómico adecuado. La producción de hojas se extiende por más de ocho años y se alcanzan valores de 20 a 50 $\text{ton ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ o más, dependiendo del número de individuos por área y prácticas de manejo (Villarreal y Quiroga, 1985; Grindlay y Reynolds, 1986; Rodríguez, 1992; Villanueva *et al.*, 1992; Hernández, 1995).

La cosecha se hace de forma manual: las hojas se cortan desde la base de la planta y a continuación se hace la extracción industrial del gel líquido o deshidratado (Grindlay y Reynolds, 1986; Rodríguez, 1992). El proceso involucra varias etapas: en principio las hojas se lavan y desinfectan, se extrae el gel y se estabiliza químicamente antes de ser embotellado. El gel se contamina con mucha facilidad, por lo cual se deben seguir las normas de higiene establecidas por la industria alimenticia o cosmética (Villarreal y Quiroga, 1985; Grindlay y Reynolds, 1986; Rodríguez, 1992).

Diversos estudios indican que el exudado de la hoja de sábila contiene más de 200 componentes individuales que incluyen polisacáridos, glicoproteínas, aminoácidos, enzimas, aceites esenciales, vitaminas y minerales (Gowda *et al.*, 1979; Hurtado y Martínez, 1983; López, 1989). Las flores están constituidas por 3% de cáscara, 1.8% de pulpa y entre 11 y 19% de proteína cruda (Sandoval y Sosa, 1987). Con respecto a la composición química del gel debe diferenciarse de la del exudado, la parte voluminosa del gel es un mucílago de naturaleza polisacárida que contiene 98% de agua y pequeñas cantidades de otros compuestos (Grindlay y Reynolds, 1986).

Las propiedades medicinales del aloe, registradas ampliamente en la literatura, se han encontrado tanto en el gel como en el exudado o acíbar. La investigación ha demostrado, que los productos de la sábila cuando se utilizan con fines terapéuticos deben tener al menos 20% de gel bien procesado. De otra manera sus propiedades medicinales se diluyen.

Esta heterogeneidad responde entre otros factores a diferencias en los procedimientos utilizados para su análisis, variaciones climáticas, fertilidad del suelo y variación genética de la especie analizada (Leung, 1978; Mandal y Das, 1980;

Hurtado y Martínez, 1983). Por ejemplo, en un estudio realizado en plantas desarrolladas en la región oeste de Bengál, las plantas cosechadas en abril tuvieron 85% de ácido galacturónico, mientras que las obtenidas en octubre del mismo año presentaron sólo 70% de este ácido; el pH fluctuó entre 4 y 5.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios de sábila realizados por el INIFAP en San Luis Potosí han involucrado aspectos ecológicos en poblaciones naturales; así como el comportamiento agronómico en plantaciones establecidas en condiciones de temporal y riego.

Estudios Ecológicos

Con apoyo cartográfico y recorridos de campo iniciados en 1987 y continuados de 1992 a 1995, se localizaron diversos rodales naturalizados de sábila en el Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí. Se muestrearon siete poblaciones de sábila, ubicadas geográficamente entre los 21°45' a 23°08' latitud norte y 99°36' a 101°11' longitud oeste, cinco se situaron en el Altiplano (Charcas, Villa Hidalgo, Los Rodríguez, Cerro Chico, Gogorrón) y dos en la Zona Media (Cd. del Maíz, Río Verde) de San Luis Potosí (Figura 1). La distancia promedio entre las poblaciones muestreadas fue de 100 km y la superficie en cada sitio fluctuó de 0.25 a 1.0 ha.

La técnica de muestreo consistió en el uso de parcelas de 3 x 3 m, subdivididas en 9 microparcels de 0.5 x 0.5 m, separadas 50 cm una de otra. Se consideró un tamaño de muestra de 45 parcelas y 405 microparcels, que se determinó con una curva de medidas acumuladas (Kershaw, 1964), para lo cual se tomó como base la densidad media de los individuos de sábila, que correspondió a tres muestras, equivalente a 27 microparcels de 0.50 x 0.50 m ($\pm 7 \text{ m}^2$) y una media de cinco a seis individuos por microparcels. De acuerdo al tiempo y recursos disponibles se optó por aplicar un promedio de seis a siete muestras (parcelas de 3 x 3 m) para cada localidad.

La ubicación de las parcelas dentro de las poblaciones fue aleatoria. En las microparcels se midió la altura (cm) de cada individuo presente, cobertura (área total del suelo cubierta por la especie en el rodal), densidad (individuos m^{-2}) y frecuencia en altura (distribución de los individuos en función a altura). La distribución espacial de las especies se determinó con la metodología de asociaciones vegetales propuesta por Braun-Blanquet (1979).

Se expuso un perfil de suelo y se colectó una muestra de los primeros 25 cm para realizar las siguientes determinaciones: contenido de materia orgánica (%), pH, capacidad total de intercambio catiónico ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$) y cationes

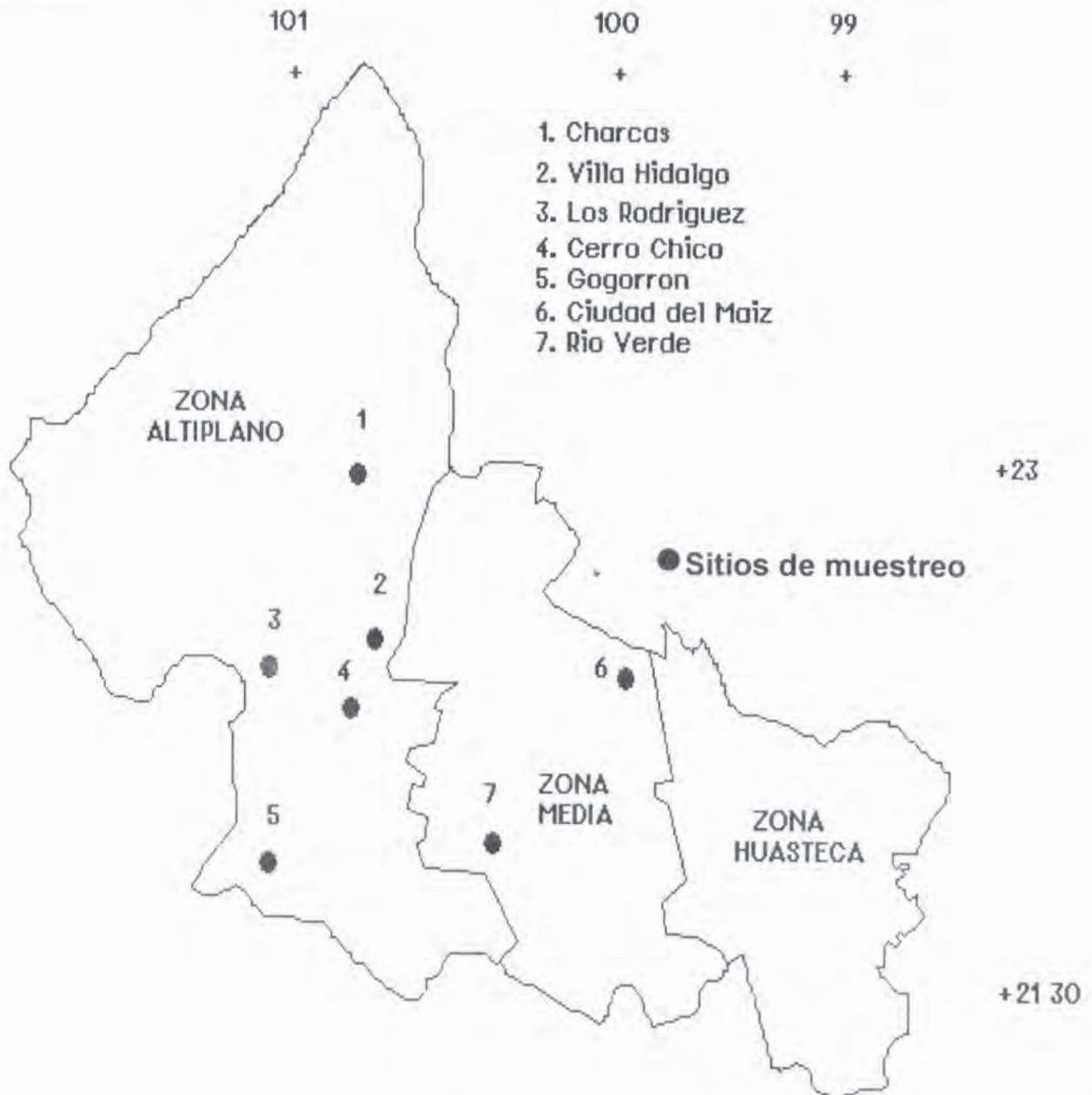


Figura 1. Localización de rodales naturalizados de sábila en las Zonas Media y Altiplano de San Luis Potosí.

intercambiables ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$). Las poblaciones muestreadas se compararon en función a un índice de importancia (VI), calculado como la sumatoria de los valores relativos de cobertura de planta, densidad y frecuencia, todos con un grado de importancia similar.

Pruebas de Campo

En los años de 1987 y 1989 se establecieron parcelas experimentales de sábila en condiciones de temporal y riego, respectivamente, en el Campo Experimental

"El Refugio", en Cd. Fernández, SLP. El sitio se localiza a una altitud de 990 m, con una precipitación total anual de 488 mm y temperatura media anual de 19.5°C. El suelo es de textura migajón arcillosa a migajón arcillo-arenoso, profundidad de 1.0 m, pH de 7.9 a 8.1 y contenido de materia orgánica entre 1.2 a 4.5%.

Se probaron seis procedencias de sábila (tratamientos) en un diseño experimental de bloques al azar con cinco repeticiones. Las colectas se hicieron en algunas de las poblaciones muestreadas en el estudio ecológico, siendo estas, Río Verde (testigo) (1); Gogorrón, Villa de Reyes (2); Cd. del Maíz (3); Villa Hidalgo (4); Los Rodríguez, Ahualulco (5) y Charcas (6).

La parcela de temporal se estableció en agosto de 1987, después de un evento lluvioso, cuando el suelo alcanzó su capacidad de campo, la correspondiente a riego en junio de 1989. En ambas condiciones se utilizó una densidad de 25,000 plantas ha⁻¹ con separación de 80 cm entre surcos y 50 cm entre plantas. La parcela útil consistió en una superficie de 7.2 m². Al inicio del estudio los hijuelos tenían una altura entre 25 y 30 cm.

En un período de cinco y siete años para las plantaciones experimentales de sábila manejadas en condiciones de riego y temporal, respectivamente, se evaluó supervivencia (%), altura de planta (cm) y su cobertura aérea (cm²), hojas (número), rebrotes (número) y peso de gel por planta (g). De la hoja se cuantificó: longitud (cm), diámetro basal (cm), peso total (g) y peso de gel (g).

La información obtenida se analizó mediante ANOVA y análisis de regresión lineal simple y múltiple. La longitud de hoja, cobertura de planta y número de hojas por planta fueron consideradas como variables independientes; mientras que el peso de gel por hoja y por planta como variables dependientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios Ecológicos

La mayoría de las poblaciones naturales de sábila en San Luis Potosí se localizaron entre los 1000 y los 2000 m de altitud, en un rango de precipitación de 290 a 500 mm, temperatura media anual de 16 a 18°C, en exposiciones este, noreste y oeste y en suelos con pendiente de 3 a 8°. La profundidad del suelo por lo general fue menor de 50 cm, predominando texturas arcillosa y migajón arenosa, pH de 6.9 a 7.8 y con un contenido de materia orgánica entre 1.5 y 8.9% (Cuadro 1).

El análisis estructural de las poblaciones de sábila indicó una densidad promedio de 21 individuos m⁻² y la presencia de tres estratos o clases dominantes

Cuadro 1. Determinaciones físico-químicas de suelo de los primeros 25 cm de profundidad en sitios de muestreo de sábila, distribuidos en el Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí.

Variable	Identificación del Rodal					
	Cd. del Maíz	Río Verde	Charcas	Villa Hidalgo	Ahualulco	Villa de Reyes
Densidad aparente (g cm ⁻³)	0.98	0.72	1.19	1.01	0.85	0.79
Arena (%)	35	41	76	69	67	32
Limo (%)	18	18	19	19	18	18
Arcilla (%)	47	41	5	12	15	50
Clase textural ¹	C	C	Sl	Sl	Sl	C
pH en agua 1:2	7.7	6.9	7.0	7.8	7.7	7.5
Materia orgánica (%)	7.3	8.9	1.5	5.6	8.7	4.8
CIC (me 100g ⁻¹) ²	54.8	69.5	32.1	39.9	60.9	65.0
CE (dS m ⁻¹) ³	0.62	3.1	1.1	1.6	2.4	3.1

¹ C = Arcilla; sl = Migajón limoso; ²CIC = Capacidad de Intercambio Cationico; ³CE = Conductividad Eléctrica (deciSiemens/m ó milimhos cm⁻¹ a 25°C).

de altura: 6-30, 31-60 y 61-90 cm. La altura promedio tuvo un intervalo entre 40 y 55 cm y fue estadísticamente diferente ($p < 0.05$) entre procedencias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Altura promedio de los rodales de sábila muestreados en el Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí.

Nombre del Rodal	Altura (cm) ¹
Villa Hidalgo	55.0 a
Río Verde	54.3 a
Cd. del Maíz	54.2 a
Villa de Reyes	43.0 abc
Ahualulco	42.4 bc
Charcas	40.0 bc

¹Los tratamientos seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ($p > 0.05$).

El estrato menor (6-30 cm) se encontró en las poblaciones localizadas en los sitios más áridos como Villa de Reyes, Ahualulco y Charcas. La clase de 31-60 cm fue la más representativa con un VI (Valor de Importancia) de 206, lo que corresponde a un promedio de 70%. Este valor es 3 y 9 veces mayor que las categorías 61-90 y 6-30 cm, respectivamente (Cuadro 3).

En tres de las procedencias evaluadas (Cd. del Maíz, Río Verde y Villa Hidalgo) se detectaron variaciones en altura para la clase superior a 60 cm, que estuvieron muy relacionadas con la baja frecuencia (10%) y densidad de las procedencias (17%) con un VI de 40. Individuos mayores a 60 cm se localizaron bajo la copa de especies nativas como mezquite (*Prosopis* spp.), huizache (*Acacia* spp.), nopal (*Opuntia* spp.) y palma (*Yucca* spp.), entre otras. El microclima generado bajo el dosel de los árboles parece haber beneficiado a los individuos de sábila ahí presentes de modo que mostraran una mayor altura y mejor vigor, lo cual se atribuye a la estabilidad a cambios bruscos en condiciones medioambientales, la temperatura en particular, a la cual la especie es muy sensible. Este microclima también favorece la disponibilidad de agua y así mismo incrementa la fertilidad del suelo, ya que los residuos orgánicos derivados de las plantas nodrizas caen directamente sobre el sistema radical de la sábila, lo cual constituye una fuente

Cuadro 3. Valor o Índice de Importancia de los estratos dominantes en los rodales de sábila muestreados en el Altiplano y Zona media de San Luis Potosí.

Estrato o Clase (cm)	Cobertura	Densidad	Frecuencia	VI ¹
6 – 30	4	12	10	26
31 – 60	55	71	80	206
61 – 90	41	17	10	68
Total	100	100	100	300

¹VI: El Valor o Índice de Importancia es calculado como la sumatoria de los valores relativos de cobertura, densidad, y frecuencia.

adicional de nutrimentos. En contraste, aquellas poblaciones expuestas al sol, presentaron menor tamaño y vigor.

No obstante lo anterior, es posible que la variación fenotípica observada en las poblaciones silvestres estudiadas sea producto de la plasticidad natural de la especie para adaptarse a diversas condiciones ecológicas y no sea consecuencia de variaciones genéticas intrínsecas.

Según el análisis de la distribución espacial de los rodales de sábila, éstos presentaron una tendencia a formar grupos o colonias puras bien localizadas. Este comportamiento se explica por la habilidad de la especie para propagarse de manera vegetativa.

Los hijuelos o rebrotes que se originan alrededor de la planta madre, al multiplicarse por varias generaciones, permiten la expansión periférica de la colonia. El establecimiento inicial de una población de sábila sigue varias vías (Figura 2). Puede colonizar suelos desmontados y abandonados carentes de árboles, con escasos elementos herbáceos y arbustivos, donde encuentra un buen ambiente para su expansión; o bien, ocupar terrenos que fueron abiertos para construir vías de comunicación, viviendas, etc., con algunas especies arbóreas nativas, bajo cuyas copas existe una escasa o nula competencia de malezas, lo que da lugar a un microclima ideal para el desarrollo vegetativo de la sábila.

Así, es factible considerar que los rodales de la especie de interés no participan de manera directa de la composición y estructura de las comunidades vegetales nativas; más bien, por su origen (introducida) y por su alta capacidad de propagación tiende a naturalizarse y a formar colonias en terrenos con disturbio. De esta manera la especie se cataloga de hábito ruderal, pues se desarrolla por lo general, cerca de

asentamientos rurales, al lado de caminos, estructuras coloniales como haciendas, represas, solares y parcelas abandonadas. En tales condiciones, la sábila casi siempre se observó en colonias puras de forma circular o bajo mezquites, nopales, huizaches, encinos y pinos aislados.

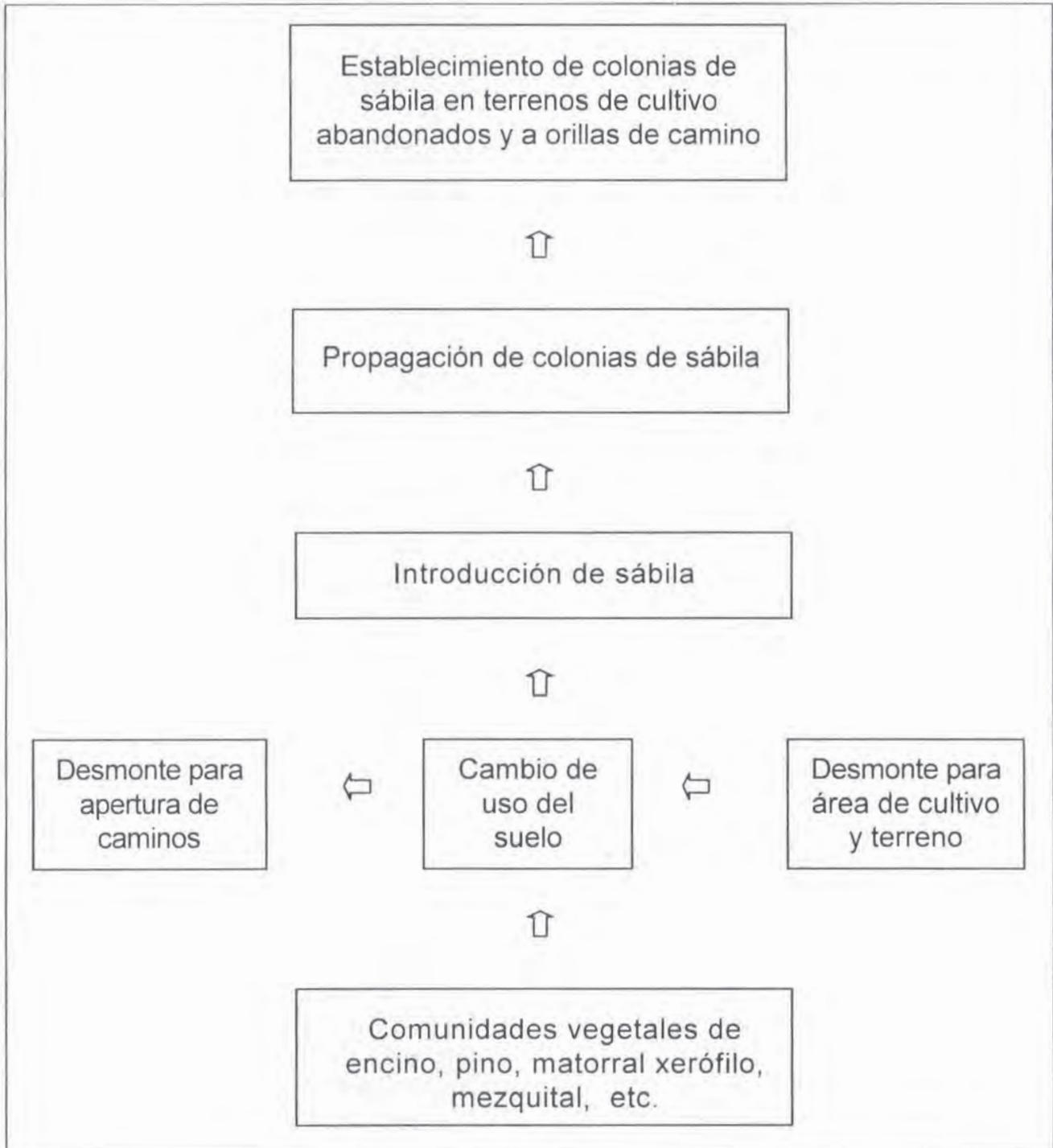


Figura 2. Flujo observado del establecimiento y propagación de rodales de sábila en algunas localidades del Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí.

Ensayos de Campo

Ninguna de las características agronómicas de las procedencias evaluadas y establecidas en condiciones de riego o temporal difirieron estadísticamente ($p > 0.05$) (Cuadro 4). La falta de variación fenotípica se debió a la reproducción asexual de la sábila que confiere a la descendencia la misma información genética. De esta manera, al tratarse de una sola especie, las procedencias se comportaron de manera similar en el ambiente ecológico de prueba.

Cuadro 4. Valores promedio de las características agronómicas consideradas en la evaluación de campo de las procedencias de sábila establecidas en condiciones de temporal y de riego en el Campo Experimental "El Refugio", Cd. Fernández, SLP.

Variable	Temporal Media \pm desviación estándar	Riego Media \pm desviación estándar
Supervivencia (%)	95.0	100.0
Altura (cm)	60.0 \pm 1.10	70.0 \pm 1.0
Hijuelos planta ⁻¹	7.0 \pm 1.30	8.0 \pm 0.6
Hojas planta ⁻¹	8.6 \pm 0.14	14.0 \pm 0.2
Peso total hoja ⁻¹ (g)	416.0 \pm 8.0	457.0 \pm 4.0
Peso de gel hoja ⁻¹ (g)	238.0 \pm 5.50	269.0 \pm 2.0

Para las condiciones de temporal, la producción de hoja por año fue entre 25 y 99 ton ha⁻¹ con un promedio de 85 ton ha⁻¹. En riego, la producción de hoja fluctuó de 41 a 201 ton ha⁻¹ año⁻¹ con un promedio de 161 ton ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 5). La producción de hoja se estabilizó al tercer año en temporal y durante el segundo en riego. La producción de gel representó 68% del peso total de la hoja en ambas opciones de manejo.

Los análisis de regresión simple indicaron una asociación significativa entre longitud de hoja y peso de gel por hoja ($r = 0.53$, $p < 0.05$), peso total de hoja y

Cuadro 5. Promedio de peso de hoja (biomasa) y peso de gel de las procedencias de sábila establecidas en condiciones de temporal y riego en el Campo Experimental "El Refugio", Cd. Fernández, SLP.

Año	Temporal		Riego	
	Peso hoja (ton ha ⁻¹)	Peso gel (ton ha ⁻¹)	Peso hoja (ton ha ⁻¹)	Peso gel (ton ha ⁻¹)
0	Establecimiento ¹		Establecimiento	
1	25.0	14.3	41.1	24.3
2	70.0	40.0	160.0	94.3
3	85.0	48.6	201.0	119.0
4	99.0	56.5	126.0	74.1
5	90.0	51.4	156.0	92.3
6	84.0	48.0	----	----
7	83.0	47.5	----	----
Media	85.1	49.0	161.0	95.0
Desviación estándar	9.5	5.4	31.0	18.3

¹La primera cosecha de hojas en condiciones de temporal se realizó a los 14 meses posteriores al establecimiento.

peso de gel por hoja para el tratamiento con riego ($r = 0.86$, $p < 0.05$), y temporal ($r = 0.90$, $p < 0.05$) y entre cobertura de planta y peso de gel por planta ($r = 0.62$, $p < 0.05$) (Cuadro 6).

El análisis de regresión múltiple que integró las variables longitud de hoja, ancho basal de hoja y peso de gel por hoja fue altamente significativo ($R = 0.82$; $p < 0.01$). Lo anterior implica que una estimación de la producción de gel (Y)

Cuadro 6. Análisis de regresión simple para estimar la producción de gel de las procedencias de sábila establecidas en condiciones de temporal o riego en el Campo Experimental "El Refugio", Cd. Fernández, SLP.

Variable Independiente (X)	Variable Dependiente (Y)	Coefficiente de correlación (r)	Ecuación de Regresión simple ¹	Condiciones de Manejo
Cobertura de planta (cm ²)	Peso de gel por planta (g)	0.62	$Y = 45.4 + 0.14X$	Temporal
Longitud de hoja (cm)	Peso de gel por hoja (g)	0.53	$Y = -33.6 + 3.4X$	Temporal
Número de hojas por planta	Peso de gel por planta (g)	0.81	$Y = -0.65 + 0.2X$	Temporal
Peso total de hoja (g)	Peso de gel por hoja (g)	0.86	$Y = -18.0 + 0.61X$	Temporal
Peso total por hoja (g)	Peso de gel por hoja (g)	0.90	$Y = -8.6 + 0.61X$	Riego

¹Nivel de significancia $p < 0.05$.

(Cuadro 7) por hoja y por planta puede lograrse sólo al medir la longitud (X_1) y el ancho basal de las hojas (X_2), a través de la siguiente ecuación:

$$Y = -311.43 + 2.04X_1 + 51.64X_2$$

Un análisis químico cualitativo del exudado de la hoja de sábila reveló la presencia de antranoles, isobarbolina y aloina. La cantidad de acibar obtenido fue de 0.28%, que está en el rango de Duke (1985).

CONCLUSIONES

La sábila posee la capacidad genética de desarrollarse en diversos ambientes ecológicos, incluyendo condiciones semiáridas y generalmente en cualquier tipo

Cuadro 7. Producción de gel en hojas de sábila de ancho basal y longitud variable como función de una ecuación de regresión múltiple¹.

Longitud de hoja (cm) X_1	Ancho basal de hoja (cm) X_2					
	6	8	10	12	14	16
30	59	163	266	369	472	575
35	69	173	276	379	482	585
40	80	184	287	390	493	596
45	90	194	297	400	503	606
50	100	204	307	410	513	616
55	110	214	317	420	523	626
60	120	224	327	430	533	636

$$^1R = 0.82, Y = -311.43 + 2.04X_1 + 51.64X_2$$

El peso de gel representa 68% del peso total de hoja.

de suelo. No obstante la plasticidad de adaptación, la sábila expresa su máximo desarrollo y vigor cuando se arraiga bajo la protección o cubierta de otras especies nodriza como mezquite, huizache, encinos, pinos y algunas arbustivas, mismas que le habilitan un microclima especial y una fertilidad de suelo que la favorecen.

La capacidad de la sábila de tener reproducción asexual y en menor proporción, sexual, le permite formar colonias circulares puras en condiciones naturales de disturbio. La distribución gregaria de esta especie le provee un ambiente benéfico para la expansión de las colonias y de su descendencia.

En una primera aproximación las poblaciones naturalizadas de sábila en San Luis Potosí pertenecen a una sola especie, *Aloe vera*; esta aseveración se fundamenta en el hecho de que ninguna de las variables agronómicas analizadas fue significativamente diferente para los tratamientos (procedencias) probados tanto de riego como de temporal.

Debido a las condiciones ecológicas que la caracterizan, la Zona Media de San

Luis Potosí posee potencial para el establecimiento de plantaciones comerciales de sábila.

Las ecuaciones de regresión simple o múltiple en las que se consideraron como variables a la longitud y ancho basal de hoja, altura y cobertura de la planta permitieron una rápida estimación de la producción de hoja o de gel.

REFERENCIAS

- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología, bases para el estudio de comunidades vegetales. Blume, Rosario, Madrid, España. 820 p.
- Bruce, W. G. 1975. Medicinal properties of the aloe. *Excelsa* 5:57-68.
- Crosswhite, F. S. and C. D. Crosswhite. 1984. *Aloe vera* plant symbolism and the threshing floor. *Desert Plants* 6:43-50.
- Diez, M. 1981. La Sábila. INIREB Informa. Comunicado No. 46. Xalapa, Ver. México. 4 p.
- Duke, J. A. 1985. Handbook of medicinal herbs. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 677 p.
- Gowda, D. C., B. Neelisiddaiah, and Y. V. Anjaneyalu. 1979. Structural studies of polysaccharides from *Aloe vera*. *Carbohydrate Research* 72:201-205.
- Granados S. D. y A. D. Castañeda Pérez. 1988. Sábila (*Aloe barbadensis* Mill.): planta agroindustrial (medicinal) del desierto. Apoyos académicos No. 2. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 45 p.
- Grindlay, D. and T. Reynolds. 1986. The *aloe vera* phenomenon: a review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel. *Journal of Ethnopharmacology* 16:117-151.
- Gunther, R. T. 1934. The Greek herbal of dioscorides. Oxford University Press. Oxford, UK. 701 p.
- Harding, T. B. C. 1979. Aloes of the world: a check list, index, and code. *Excelsa* 9:57-94.
- Hernández R., A. y J. Villanueva D. 1991. Características ecológicas de la sábila en el Altiplano y Zona Media de San Luis Potosí. III Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Programa y Resúmenes. Saltillo, Coahuila. 25 p.
- Hernández R., A. 1995. La sábila: una alternativa de producción para la Zona media de San Luis Potosí. Folleto técnico No. 8 SAGAR-INIFAP-CIRNE-SLP. 16 p.
- Holland, P. G. 1978. An evolutionary biogeography of the genus *Aloe*. *Journal of Biogeography* 5:213-226.
- Hurtado Ch., L. G. y M. L. Martínez, M. 1983. *Aloe vera*. Facultad de Química. Universidad Autónoma de México. Tesis Profesional. 120 p.
- Kershaw, K. A. 1964. Quantitative and dynamic plant ecology. Arnolds Public. London, UK. 317 p.

- Leung, A. Y. 1978. *Aloe vera* in cosmetics. *Excelsa* 8:65-68.
- López R., G. F. 1989. Fitoquímica. Apoyos Académicos No. 7. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 90 p.
- Mandal, G. and A. Das. 1980. Structure of the D-Galactan isolated from *Aloe barbadensis* Miller. *Carbohydrate Research* 86:247-257.
- Morton, J. F. 1961. Folk uses and commercial exploitation of aloe leaf pulp. *Economic Botany* 15:311-319.
- Morton, J. F. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America: Bahamas to Yucatan. Charles C. Thomas Publisher. Springfield, IL. 81 p.
- Raina, M. K. 1982. Aloe. *In*: Cultivation and utilization of medicinal plants. Atal, C. K. and B. M. Kapin (Eds.). Regional Research Laboratory Council of Scientific and Industrial Research. Jammu-Tawi, India. pp. 369-374.
- Reynolds, G. W. 1966. The aloes of tropical Africa and Madagascar. The Trustees, The Aloes Book Fund, Johannesburg, South Africa. 396 p.
- Rodríguez C., A. 1992. El cultivo de la sábila en Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo/Instituto Nacional Indigenista. Mérida, Yuc. Méx. 49 p.
- Rumayor M., M. y V. H. Sotomayor. 1997. Fomento al cultivo de la sábila. Sociedad de Producción Rural de R. I. "Productores Zona Media". Procuraduría Agraria en San Luis Potosí. 58 p.
- Sandoval A., J. y J. Sosa. 1987. La sábila. Grupo Interdisciplinario Agroindustrial del Nopal y Sábila. GIANSA. 20 p.
- Villanueva Díaz, J., A. Hernández Reyna y C. Loredó Osti. 1992. Guía para cultivar sábila en la Zona Media de San Luis Potosí. Folleto para Productores No. 16. SARH-INIFAP-CIRNE-SLP. 18 p.
- Villarreal B. M. y F. Quiroga. 1985. Aloe: una planta muy especial. Industrias John Deere, S. A. de C. V. *El Surco* 4:15.