

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LAS POBLACIONES NATURALES DE JOJOBA (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) EN EL ESTADO DE SONORA.

Molina Maldonado Carmen*
Merlín Bermúdez Enrique*
Delgado Armendáriz José Luis**

RESUMEN

La jojoba *Simmondsia chinensis*, es una especie endémica del Desierto Sonorense, de su semilla se extrae aceite de alta calidad, el cual tiene gran diversidad de usos en cosméticos, alimenticios e industriales y su follaje es utilizado para forraje. La jojoba juega un papel importante en el ecosistema donde habita. Esta especie es aprovechada por los pobladores de las regiones donde se desarrolla, con el consecuente deterioro que implica el manejo inadecuado de las poblaciones silvestres. El Objetivo del estudio fue evaluar algunas características ecológicas de las áreas donde se desarrolla esta especie. Los resultados muestran que la jojoba en el estado de Sonora, México, presenta una amplia distribución, desde Puerto Peñasco al norte, hasta Guaymas al sur y desde el nivel de mar en la costa hasta Saric y Tubutama, a una altitud de 1,000 m. En los sitios 5 y 8 que corresponden a Bahía San Agustín (municipio de Hermosillo) y Ejido Victoria y Libertad (municipio de Pitiquito) la jojoba presentó los valores de importancia más altos, 0.96 y 0.90 respectivamente. La mayor densidad se presentó en el sitio 5 con 1,050 ind/Ha. Los sitios con mayor diversidad fueron: Santa Rosa (6) y El Caracol (15), del municipio de Pitiquito; El Alamito (9), municipio de Saric, y Los Corralitos (13), del municipio de Hermosillo. El índice de similitud entre sitios fue bajo (menos del 50 %).

Palabras clave: Jojoba, *Simmondsia chinensis*, caracterización ecológica, poblaciones naturales.

* Maestro en Ciencias, Investigador del Campo Experimental Valle de Guadiana, CIR-Norte Centro, INIFAP, SAGAR.

** Ex-Investigador del CIR-Norte Centro, INIFAP, SAGAR.

ABSTRACT

Jojoba *Simmondsia chinensis* is an endemic species of the Sonoran Desert, of its seed it is obtained a high quality oil, which has a wide diversity of uses in cosmetics, food and raw material for industries, the leaves are also used for grazing. Jojoba plays an important role in its ecosystem. This species is exploited by the people living in the lands where it grows, with the consequent damage caused by an inadequate management of the wild populations. The objective of this study was to evaluate some ecological characteristics in those ecosystems. The results showed that the jojoba in Sonora, México, presents a wide distribution, from Puerto Peñasco (North) until Guaymas (South) and from the shore until Saric and Tubutama whose elevation is 1,000 m above the sea level. In the sites Bahia San Agustín (5) at Hermosillo county and Ejido Victoria y Libertad (8) at Pitiquito county, the jojoba presented the two larger importance values 0.96 and 0.90 respectively. Site 5 presented the highest density with 1,050 plants per hectare. The sites Santa Rosa (6) and El Caracol (15) of Pitiquito county, El Alamito (9) of Saric county and Los Corralitos (13) of Hermosillo showed the larger diversity values. The similarity index among sites was low (less than 50 %).

Key words: Jojoba, *Simmondsia chinensis*, ecological characterization, natural population.

INTRODUCCIÓN

La jojoba es un arbusto nativo del Desierto Sonorense con amplia distribución en los estados de Sonora, Baja California y Baja California Sur. Se considera que existen aproximadamente 120 mil hectáreas de jojoba silvestre (Quilantán, 1980)¹ y se presentan en diferentes tipos de suelo, geología, clima, vegetación y altitud, lo cual influye sobre la producción de semilla, la fenología y la dinámica de poblaciones.

Las poblaciones silvestres de jojoba están sujetas a la influencia de los medios biótico y abiótico, que pueden ser determinantes en la producción de semilla, que es el producto de mayor importancia de la especie para los habitantes de esas regiones.

¹ Quilantán-Villarreal, L. 1980. Proyección y logros de la investigación agronómica con jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) del INIA en el CIANO de la Costa de Hermosillo, Sonora. pp. 37-42

Con el objeto de incrementar la producción de semilla de jojoba se han realizado algunas prácticas de ecocultivo, las cuales provocan disturbio a la comunidad al causar erosión eólica e hídrica al quedar el suelo desnudo, además del retroceso en el proceso de sucesión. El objetivo del estudio fue evaluar algunas características ecológicas de la jojoba. A pesar de que el auge por el aprovechamiento de la jojoba ha disminuido, esta especie es económicamente importante y se debe continuar con la investigación de aspectos ecológicos y agronómicos para hacer una utilización racional de la especie.

REVISIÓN DE LITERATURA

La jojoba (*Simmondsia chinensis*) es un arbusto dióico, perenne, con hojas coriáceas opuestas; con una altura de 1 a 5 m, las ramas son rígidas y poseen ramillas finamente pubescentes; hojas ovadas o elípticas, oblongas de 1 a 2 cm de ancho y de 2.5 cm de largo, agudas u obtusas en ápice y base, sépalos de flores estaminadas oblanceoladas u oblongas de 3 a 4 mm de longitud, filamentos de 1 mm de longitud o menos; los sépalos de flores pistiladas coalescentes en la base para formar una copa de 1.5 a 3 mm de profundidad, ampliamente lanceolada, de 8 a 10 mm de longitud en la anthesis; en la fructificación alcanza 1.5 cm de longitud. El fruto es una cápsula, oblonga, ovoide de 15 a 20 mm de largo (Shreve y Wiggins, 1964)². Esta planta parece ser que es polinizada por el viento. Las abejas sólo se posan en flores estaminadas pero no en las pistiladas. La polinización generalmente ocurre en marzo y el desarrollo del fruto en julio y agosto. Cada ovario inicialmente contiene tres óvulos, pero por lo regular sólo se desarrolla una semilla (Hogan *et al.*, 1980)³.

La jojoba es nativa del Desierto Sonorense, se encuentra distribuida en el triángulo cuyos vértices son: Los Angeles, California y Phoenix, Arizona en Estados Unidos de América y el extremo sur de la península de Baja California, México. Esta área abarca algunas de las zonas más inhóspitas del mundo; en algunos sitios la precipitación anual es apenas de 80 mm y las temperaturas máximas llegan hasta 54°C, pocas plantas pueden sobrevivir en este ambiente, pero la jojoba perdura entre las rocas, grava y arena (National Research Council, 1985)⁴. Las poblaciones naturales de jojoba se localizan entre los paralelos 23° y 35° de latitud norte y los meridianos 109° y 117° de longitud oeste. Las poblaciones más grandes de jojoba en México se encuentran en

² Shreve, F. y I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. 840 p.

³ Hogan *et al.* 1980. Jojoba a new horticultural crop for arid regions.

⁴ National Research Council. 1985. Jojoba: New crop for arid lands, new material for industry. 102 p.

los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora (Hogan y Bemis, 1983)⁵ Castellanos (1981)⁶ hizo una descripción general de las condiciones ambientales en que se desarrolla la jojoba en Sonora; se distribuye en los tipos de clima: semiseco templado, seco cálido, seco semicálido y semiseco semicálido, todos con lluvias en verano y una precipitación invernal superior al 10.2 %. La precipitación varía de 113 a 400 mm y en elevaciones desde 1.5 hasta 1,150 msnm. Los factores edáficos también son importantes en la distribución de la jojoba, los suelos donde se desarrolla son de tipo granítico de textura gruesa y con un pH que varía de ligeramente ácido a ligeramente alcalino.

Por otra parte, el National Research Council (*op. cit.*) reporta que la jojoba prospera bajo condiciones de suelo y de humedad inadecuadas para otras especies cultivadas. La mayoría de las poblaciones naturales crecen en áreas que reciben de 200 a 460 mm de precipitación anual, en donde la humedad del suelo es crítica entre la primavera y el inicio del verano, que es el período en el cual se presenta la floración y el desarrollo del fruto.

A partir del año de 1972, investigadores y grupos de industriales se interesaron por domesticar la jojoba para cultivarla en regiones con problemas de humedad. Uno de los factores principales es la semilla, pues contiene de 40 a 60 % de cera líquida de alta calidad (Hogan y Bemis, *op. cit.*). Esta cera puede usarse como sustituto del aceite de ballena, como ingrediente de lubricantes de alta calidad especiales para altas temperaturas, en la manufactura de barnices, adhesivos, tinta para impresión, materiales para pisos y cosméticos.

Los estudios que se han realizado sobre los aspectos ecológicos de la jojoba son relativamente pocos. Al-ani *et al.* (1972)⁷, compararon poblaciones de jojoba procedentes de dos ambientes (costa y desierto) y encontraron que esta planta posee un alto grado de tolerancia fisiológica a sequía y a altas temperaturas, también observaron diferencias entre las poblaciones del desierto y las de la costa, lo que indica que las poblaciones de jojoba han incrementado su adaptación a la sequía de acuerdo con la disminución de la humedad disponible en su ambiente natural.

En el año de 1980 en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, se realizó la primera reunión nacional sobre jojoba con el objeto de conjuntar y discutir las actividades de investigación y de aprovechamiento de esta especie. Los trabajos presentados se pueden

⁵ Hogan, L. y W. P. Bemis. 1983. Buffalo gourd and jojoba: potential new crops for arid lands. pp. 317-349.

⁶ Castellanos V., A. E. 1981. Ecología de poblaciones naturales de jojoba. pp.61-67.

⁷ Al-ani H., A.; B. R. Strain y H. A. Mooney. 1972. The physiological ecology of diverse populations of the desert shrub *Simmondsia chinensis*. pp. 41-57

agrupar en lo relacionado con aspectos ecológicos, agronómicos e industriales. Los estudios de tipo ecológico están enfocados a la distribución, condiciones climáticas, edáficas, topográficas y tipos de vegetación con los cuales se encuentra asociada la jojoba, así como las inherentes a la planta como son: altura, densidad, relación hembra-macho, etc. (Piña y Pérez, 1981⁸; Rivera, 1981⁹; Fonseca y Sepúlveda, 1981¹⁰ y Castellanos, *op. cit.*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para localizar las áreas donde existen poblaciones de jojoba, se utilizaron cartas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de los siguientes temas: edafológicas, climáticas, topográficas y de vegetación. La ubicación de los sitios de muestreo se realizó en cartas topográficas escala 1:50,000 (Cuadro N° 1). En la Figura N° 1 se muestra la distribución de la jojoba en el Desierto Sonorense y los municipios del estado de Sonora donde se ubicaron los sitios de muestreo.

Para seleccionar el área de muestreo se escogió al azar una población representativa de cada localidad seleccionada. Las dimensiones del área de muestreo fueron de 20 x 20 m (400m²). Las variables evaluadas fueron: composición florística, altura, densidad, frecuencia y cobertura de copa, así como el sexo de las plantas de jojoba. Además se caracterizaron los sitios con respecto a: topografía, exposición, pendiente, altura sobre el nivel del mar y localización; así mismo, se hizo la descripción del suelo, se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades (0-120 cm), las cuales fueron analizadas física y químicamente en el laboratorio de suelos del Campo Experimental Valle del Yaqui- INIFAP, Ciudad Obregón, Sonora. El trabajo de campo se realizó entre los años de 1985 y 1987.

La vegetación se analizó por medio de índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson y de similitud de Sørensen (Krebs, 1985)¹¹. Para determinar las especies más importantes asociadas a jojoba y los sitios en donde ésta presenta su máximo desarrollo, se utilizó el valor de importancia.

⁸ Piña, F. y J. Pérez. 1981. Estudio preliminar sobre localización y caracterización ecológica de poblaciones silvestres de jojoba (*Simmondsia chinensis*) en el estado de Baja California Sur. pp. 51-65.

⁹ Rivera, J. 1981. Estudios preliminares para la localización de rodales silvestres de jojoba en el estado de Baja California Norte. pp. 67-72.

¹⁰ Fonseca, S. y J. I. Sepúlveda. 1981. Diagnóstico ecológico de poblaciones de jojoba en el Campo Experimental Forestal "Todos Santos". Baja California Sur. pp. 73-79.

¹¹ Krebs Ch., J. 1985. Estudio de la distribución y la abundancia. 753 p.

SITIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN MÁS PRÓXIMA	MUNICIPIO
1	Sierra de Cubabi	Ej. Desierto de Sonora	Puerto Peñasco
2	Sierra de Cubabi (pie demonte)	Ej. Desierto de Sonora	Puerto Peñasco
3	Rancho "El Plomito"	Ej. La Primavera	Pitiquito
4	Camino Kino-Punta Chueca	Bahía Kino	Hermosillo
5	Bahía de San Agustín	Tastiota	Hermosillo
6	Santa Rosa (Cerro las Cortinas)	Desemboque	Pitiquito
7	Playa Lobitos (Cerro Santa María)	Puerto Libertad	Pitiquito
8	Ej. Victoria y Libertad (modulo N° 2)	Puerto Libertad	Pitiquito
9	El Alamito	Saric	Saric
10	San Judas	San Juanita	Tubutama
11	Cerro Tetas de Cabra	San Carlos	Guaymas
12	Ensenada Chica	San Alfonso	Hermosillo
13	Los Corralitos	Tastiota	Hermosillo
14	Barra "Los Tanques"	Puerto Lobos	Caborca
15	El Caracol	Puerto Libertad	Pitiquito

Cuadro N° 1. Localización de los sitios de muestreo.

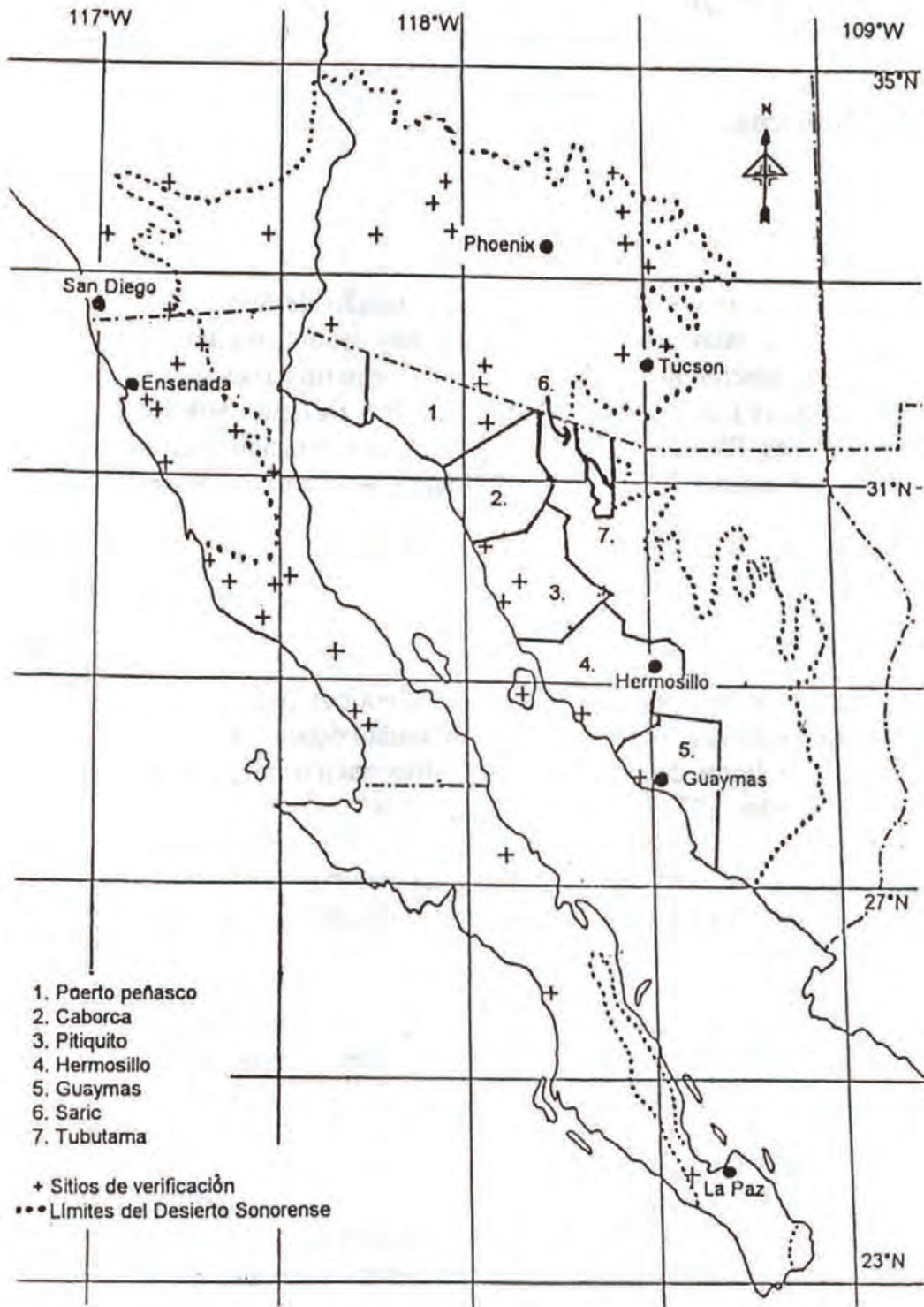


Figura N° 1. Distribución de la jobjoba en el noroeste de México y en el suroeste de Estados Unidos de América (según Sreve y Wiggins, 1964) y localización de los municipios donde se realizó el muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Factores Abióticos.

Clima:

El clima en donde se desarrolla la jojoba en el estado de Sonora es muy seco, con subtipo de seco a muy seco; semicálido, cálido y muy cálido; con lluvias de verano y un porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2; con inviernos frescos y cálidos BW hw(x'), BW (h') hw (x'), BW hw (x'), BSo hw (x') BW (h') hw y BW hw (x'), el tipo de clima dominante es BW hw (x') (INEGI). La precipitación media anual de los diferentes sitios de estudio fluctúa desde 100 hasta 400 mm, con temperatura de 18 a 24° C. (INEGI).

Suelos:

El suelo es uno de los principales factores abióticos que influyen en los sitios ecológicos. Los estudios ecológicos de una comunidad deben incluir la descripción del suelo, ya que es un factor determinante en la distribución de las especies (Ruppert y Francis, 1973¹²; Shiflet, 1973¹³; Francis y Aldon, 1987¹⁴).

Los suelos donde se encontraron las poblaciones naturales de jojoba, se caracterizan por ser jóvenes en cuanto a su desarrollo pedológico, por lo que no se apreció diferenciación de horizontes, son suelos someros; la textura es gruesa, aparentemente desarrollados de material parental granítico (Cuadro N° 2). Fonseca y Sepúlveda (*op. cit.*) encontraron que en el estado de Baja California Sur la jojoba predomina en suelos de textura migajón-arenoso. Son suelos extremadamente pobres en materia orgánica y en nitrógeno total. No se encontraron deficiencias de fósforo en los sitios muestreados.

En los sitios 7, 10, 12 y 13 (Cuadro N° 2), los suelos presentaron alto contenido de CaCO₃ y por lo tanto con posibles limitaciones para la asimilación de fósforo y elementos menores. Piña y Pérez (*op. cit.*) no encontraron jojoba en suelos con alto contenido de calcio. De acuerdo al extracto de saturación, los suelos son libres de sales

¹² Ruppert J., N. y R. E. Francis. 1973. Interpretation of trend in range condition from 3-step data. 15 p.

¹³ Shiflet T., N. 1973. Range sites and soil in the United States. pp. 26-33.

¹⁴ Francis R., E. y E. F. Aldon. 1987. An ecological Approach to Classifying Semiarid Plant Communities. pp. 9-14.

SITIO	pH	M.O.	CaCO ₃	PSI	Mmhos	TEXTURA	PROF. DE MUESTRA ANALIZADA (cm)	PROF. PERFIL (cm)
1	5.95	0.72	0.00	0.07	0.45	Migajón-arcilloso	0 - 33	0 - 120
2	6.45	0.44	0.31	0.10	0.56	Migajón-arenoso	0 - 26	0 - 56
3	6.70	0.63	0.50	0.55	0.45	Arenoso	0 - 27	0 - 133
4	7.40	0.30	1.81	0.00	0.46	Migajón-arenoso	0 - 23	0 - 172
5	6.90	0.72	1.75	0.39	1.65	Migajón-arenoso	0 - 75	0 - 105
6	7.50	0.25	0.62	0.00	0.27	Arenoso	0 - 76	0 - 76
7	7.63	0.54	2.50	0.00	0.33	Migajón-arenoso	0 - 35	0 - 35
8	7.12	0.19	0.69	0.00	0.27	Arenoso	0 - 26	0 - 45
9	6.10	2.03	0.00	3.25	1.40	Migajón-arcillo-arenoso	0 - 25	0 - 25
10	7.30	0.98	3.75	5.27	1.15	Migajón-limoso	0 - 25	0 - 25
11	7.05	0.67	0.53	3.85	0.72	Migajón-arenoso	0 - 30	0 - 30
12	7.10	1.53	4.05	3.50	0.91	Migajón-arenoso	0 - 15	0 - 15
13	7.70	1.24	2.35	5.22	1.97	Migajón-arenoso	0 - 17	0 - 17
14	8.15	0.39	1.22	5.17	0.57	Arenoso	0 - 10	0 - 10
15	7.50	0.25	1.82	2.40	0.65	Migajón-arenoso	0 - 20	0 - 20

Cuadro N° 2. Características físico-químicas del suelo en los sitios de muestreo.

solubles excepto en los sitios 5 y 13 (Cuadro N° 2). Al tratar de relacionar el nivel de salinidad (C.E. mmhos/cm) con características de la población de jojoba se encontró que en el sitio 5 la densidad (individuos/Ha) fue la más alta de todos los sitios con 1,050 ind/Ha; por el contrario, el sitio 13 presentó 225 ind/Ha, con estos resultados se puede decir que la jojoba es tolerante a suelos salinos.

Factores Bióticos

Vegetación:

Los tipos de vegetación donde habita la jojoba, son: matorral crasicaule, matorral subinermes y matorral espinoso, de acuerdo a la clasificación de COTECOCA (1979)¹⁵. El matorral crasicaule se caracteriza por que sus componentes dominantes presentan tallos carnosos y gruesos como *Carnegiea gigantea* y *Lemairocereus* spp. y otros con corteza papirácea como *Jatropha* spp. y *Bursera microphylla*. Con respecto a los tipos de vegetación de matorral subinermes y matorral espinoso, el primero se caracteriza por que el 50% de las plantas presentan espinas y el otro 50% es inermes, mientras que en el matorral espinoso el 100% de las plantas presentan espinas. Rivera (*op. cit.*) reporta que la jojoba en el estado de Baja California se encuentra en los siguientes tipos de vegetación: matorral mediano esclerófilo, matorral mediano sarcófilo, matorral alto esclerófilo, matorral mediano subinermes y crasicaulescente, y matorral alto subinermes y crasicaulescente.

En este estudio el 67% de los sitios muestreados correspondió al matorral crasicaule; se puede considerar que la jojoba en el estado de Sonora se encuentra mejor representada en este tipo de vegetación. Las especies con frecuencia mayor al 40%, con las que se encuentra asociada la jojoba son: *Encelia farinosa*, *Opuntia cholla*, *Jatropha cuneata*, *Cercidium microphyllum*, *Larrea tridentata*, *Fouquieria splendens*, *Condalia warnockii*, *Ambrosia deltoidea* y *A. dumosa* (Cuadro N° 3). En un estudio similar realizado en el estado de Baja California Sur por Piña y Pérez (*op. cit.*), reportan especies diferentes asociadas a la jojoba, la única especie que se presenta con frecuencia mayor al 40% en Sonora y Baja California Sur es *Opuntia cholla*, la semejanza entre los dos estados es baja y sólo comparten el 22% de las especies, aunque se esperaba una mayor semejanza por formar parte de una misma región, el Desierto Sonorense. Burden (1970), citado por Rivera (*op. cit.*), encontró a *Franseria deltoidea*, *Erigonum fasciculatum* y *Encelia farinosa*, asociadas a jojoba en el Suroeste de los Estados Unidos de América.

¹⁵ COTECOCA. 1979. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana.

ESPECIE	NÚMERO DE SITIO DE MUESTREO															FREC.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Jatropha cuneata</i>	x			x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	73.3
<i>Opuntia cholla</i>	x	x		x					x	x	x	x	x			60.0
<i>Larrea tridentata</i>		x	x		x		x	x				x	x	x	x	60.0
<i>Bursera microphylla</i>			x	x	x	x	x				x	x	x	x		60.0
<i>Encelia farinosa</i>	x		x		x			x				x	x	x	x	53.3
<i>Ambrosia deltoidea</i>			x				x		x	x			x	x	x	46.6
<i>Ambrosia dumosa</i>						x	x	x				x	x	x		40.0
<i>Cercidium microphyllum</i>	x					x				x		x	x			40.0
<i>Fouquieria splendens</i>			x						x			x	x		x	33.3
<i>Lycium andersonii</i>					x		x	x				x		x		26.6
<i>Solanum eleagnifolium</i>			x						x			x		x		26.6
<i>Condalia warnokii</i>					x	x	x									20.0
<i>Ferocactus spp.</i>	x								x							13.3
<i>Opuntia tesajo</i>	x	x														13.3
<i>Calliandra sp.</i>		x							x							13.3
<i>Flourensia cernua</i>		x		x												13.3
<i>Jatropha cinerea</i>				x			x									13.3
<i>Erioneuron pulchellum</i>									x	x						13.3
<i>Cordia parvifolia</i>				x					x							13.3
<i>Olneya tesota</i>								x							x	13.3
<i>Opuntia sp.</i>						x									x	13.3
<i>Sapium biloculare</i>	x															6.6
<i>Acacia farnesiana</i>	x															6.6
<i>Condalia lycioides</i>				x												6.6
<i>Opuntia leptocaulis</i>				x												6.6
<i>Calliandra eriophylla</i>						x										6.6
<i>Acacia greggii</i>									x							6.6
<i>Prosopis juliflora</i>										x						6.6
<i>Koeberlinia spinosa</i>									x							6.6
<i>Celtis pallida</i>											x					6.6
<i>Carnegiea gigantea</i>	x															6.6

Cuadro N° 3. Frecuencia de las especies asociadas a jojoba en los sitios de estudio.

Los componentes estructurales de una comunidad como cobertura, densidad y frecuencia son importantes en la descripción de la comunidad, pero al utilizarse separadamente se puede caer en el error de sobreestimar o subestimar la importancia de una especie dentro de la comunidad, por lo que es más confiable utilizar el valor de importancia el cual agrupa estas tres variables que representan una estimación del área, número y distribución, respectivamente. En este estudio interesa conocer qué especies se encuentran asociadas a la jojoba y cuáles son las áreas donde la jojoba presenta mejores posibilidades de desarrollo.

En el Cuadro N° 4 se presentan las especies que obtuvieron un valor de importancia (VI) mayor a 0.1; en los sitios 5 y 8 la jojoba tiene el VI más alto con 0.96 y 0.91, respectivamente. En los sitios 2, 7 y 11 la jojoba presentó el VI más bajo. Los sitios 5 y 8 al parecer son los más aptos para un óptimo desarrollo de la jojoba, los cuales presentan características bióticas y abióticas diferentes entre sí (Cuadro N° 6). El sitio 5 se encuentra a 20 msnm y el sitio 8 a 135 msnm. El sitio 5 se presenta en un matorral sarcocaula y el sitio 8 en un matorral subinermé. La semejanza entre los sitios de acuerdo al índice de Sørensen es de 25%, que es considerado bajo (Cuadro N° 7). El clima también es diferente, en el sitio 5 se presenta una precipitación de 100 a 200 mm anuales, en cambio, en el sitio 8 la precipitación total anual es menor a 100 mm. En el sitio 5 se encontró la mayor densidad de jojoba (1,050 ind/Ha) y el sitio 8 reporta una densidad de 150 ind/Ha. Los sitios 2, 7 y 11 no presentan relación entre ellos. Los sitios 6, 7 y 11 están ubicados a 620, 40 y 10 msnm. Es posible que se trate de diferentes ecotipos (Merlín, 1990)¹⁶ y por lo tanto las condiciones óptimas para su desarrollo son diferentes.

Las especies *Encelia farinosa*, *Opuntia cholla*, *Jatropha cuneata*, *Larrea tridentata* y *Bursera microphylla*, son las que presentaron los valores de importancia más altos en la mayoría de los sitios (Cuadro N° 4).

Diversidad de los sitios

Collins y Uno (1985)¹⁷ sugieren que la diversidad de plantas es más alta en áreas sujetas a disturbios frecuentes y severos. El sitio 9 fue el área con mayor disturbio por efecto del sobrepastoreo (observaciones visuales), este sitio se localiza en el municipio de Tubutama a 1,000 msnm., sin embargo, los sitios 6, 13 y 15 presentaron el mismo disturbio que el resto de los sitios (observaciones visuales), por lo que se puede inferir

¹⁶ Merlín, E. 1990. Efecto del calor y la sequía en plántulas de cuatro ecotipos de jojoba (*Simmondsia Chinensis* (Link) Schneider). 149 p.

¹⁷ Collins S., L. y G. E. Uno. 1985. Seed predation, seed dispersal, and disturbance in grasslands. pp. 827-866.

SITIO	ESPECIE	DENSIDAD	COBERTURA	FRECUENCIA	VI
1	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.11	0.21	0.22	0.538
	<i>Encelia farinosa</i>	0.77	0.63	0.5	1.905
	<i>Opuntia cholla</i>	0.05	0.06	0.16	0.279
2	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.05	0.05	0.12	0.181
	<i>Flourensia cernua</i>	0.85	0.76	0.62	2.235
3	<i>Simmondsia Chinensis</i>	0.21	0.17	0.21	0.286
	<i>Encelia farinosa</i>	0.43	0.08	0.21	0.720
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.17	0.11	0.25	0.526
4	<i>Simmondsia Chinensis</i>	0.25	0.22	0.29	0.760
	<i>Opuntia cholla</i>	0.38	0.04	0.25	0.670
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.09	0.20	0.11	0.400
	<i>Jatropha cinerea</i>	0.10	0.24	0.14	0.480
5	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.29	0.32	0.35	0.960
	<i>Encelia farinosa</i>	0.32	0.01	0.06	0.392
	<i>Jatropha cinerea</i>	0.19	0.02	0.28	0.670
	<i>Bursera microphylla</i>	0.09	0.38	0.14	0.610
6	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.11	0.37	0.13	0.610
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.11	0.003	0.06	0.180
	<i>Bursera microphylla</i>	0.11	0.48	0.13	0.720
	<i>Lycium andersonii</i>	0.11	0.04	0.13	0.270
	<i>Condalia warnockii</i>	0.11	0.08	0.13	0.320
	<i>Hymenoea andersonii</i>	0.17	0.005	0.20	0.370
	<i>Ambrosia dumosa</i>	0.11	0.013	0.13	0.250
7	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.07	0.11	0.035	0.220
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.12	0.17	0.17	0.473
	<i>Larrea tridentata</i>	0.17	0.20	0.14	0.518
	<i>Ambrosia deltoidea</i>	0.22	0.17	0.28	0.675
	<i>Ambrosia dumosa</i>	0.15	0.08	0.14	0.377

Cuadro N° 4. Resumen parcial de los Valores de Importancia de las especies asociadas a jojoba (*Simmondsia chinensis*).

Continua Cuadro N° 4 ...

Continuación del Cuadro N° 4

SITIO	ESPECIE	DENSIDAD	COBERTURA	FRECUENCIA	VI
8	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.29	0.26	0.36	0.910
	<i>Lycium andersonii</i>	0.12	0.15	0.09	0.360
	<i>Condalia warnockii</i>	0.09	0.12	0.09	0.300
	<i>Ambrosia dumosa</i>	0.38	0.14	0.32	0.840
9	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.08	0.13	0.11	0.324
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.33	0.09	0.24	0.662
	<i>Calliandra eriophylla</i>	0.08	0.01	0.08	0.167
	<i>Fouquieria splendens</i>	0.22	0.17	0.05	0.445
	<i>Acacia gregii</i>	0.16	0.001	0.22	0.380
	<i>Prosopis juliflora</i>	0.03	0.34	0.05	0.423
10	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.28	0.02	0.23	0.530
	<i>Cercidium microphyllum</i>	0.35	0.29	0.38	1.020
	<i>Prosopis juliflora</i>	0.25	0.61	0.27	1.130
11	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.11	0.05	0.12	0.277
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.11	0.29	0.12	0.520
	<i>Bursera microphylla</i>	0.13	0.23	0.09	0.450
	<i>Erioneuron pulchellum</i>	0.83	0.001	0.39	1.220
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.16	0.26	0.15	0.590
12	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.26	0.21	0.23	0.702
	<i>Encelia farinosa</i>	0.26	0.01	0.17	0.440
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.13	0.026	0.12	0.276
	<i>Larrea tridentata</i>	0.09	0.12	0.14	0.350
	<i>Cercidium microphyllum</i>	0.07	0.25	0.08	0.406
13	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.25	0.16	0.27	0.689
	<i>Opuntia cholla</i>	0.11	0.01	0.13	0.249
	<i>Jatropha cuneata</i>	0.21	0.03	0.17	0.417
	<i>Larrea tridentata</i>	0.11	0.07	0.10	0.278
	<i>Fouquieria splendens</i>	0.09	0.19	0.10	0.379
	<i>Cercidium microphyllum</i>	0.05	0.44	0.07	0.565

Continua Cuadro N° 4 ...

Continuación del Cuadro N° 4

SITIO	ESPECIE	DENSIDAD	COBERTURA	FRECUENCIA	VI
14	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.11	0.34	0.18	0.630
	<i>Encelia farinosa</i>	0.75	0.32	0.55	1.620
	<i>Lycium andersonii</i>	0.05	0.08	0.10	0.230
	<i>Larrea tridentata</i>	0.03	0.14	0.03	0.205
15	<i>Simmondsia chinensis</i>	0.27	0.17	0.25	0.695
	<i>Encelia farinosa</i>	0.13	0.02	0.12	0.273
	<i>Olneya tesota</i>	0.04	0.25	0.05	0.340

que en este caso específico el disturbio no fue un factor determinante para el incremento de la diversidad. Otros factores que influyen en la diversidad de las especies es la topografía y la altitud (Krebs, *op. cit.*); en el presente estudio no se encontró relación alguna. Los sitios 1, 2 y 12 fueron los de menor diversidad, los primeros dos presentan características físicas y bióticas similares (Cuadro N° 5), sin embargo, el sitio 12 es diferente. Según el índice de Simpson, los sitios con mayor diversidad fueron: 6, 7, 9, 12, 13 y 15, pero no se encontró ninguna relación entre ellos.

Similitud entre sitios.

La similitud de los sitios fue considerada con respecto a la composición florística, es decir, cuántas especies son comunes a ambos sitios. La semejanza entre los diferentes sitios evaluados en general fue baja (< de 50%); los sitios con mayor número de especies compartidas fueron el 12 y 13 con 94.7% (Cuadro N° 7); otros sitios con similitud > de 50% son: 1 y 12, 3 y 12, 3 y 13, 6 y 7, 7 y 13, 7 y 14, 13 y 15; al analizar las características físicas y bióticas para tratar de relacionarlas se observan diferencias de suelo, clima y vegetación entre éstos sitios, lo que confirma la amplitud del hábitat de la jojoba.

SITIO	INDICE DE DIVERSIDAD	
	SHANNON-WIENER	SIMPSON
1	0.38	0.83
2	0.27	0.65
3	0.73	1.65
4	0.76	1.68
5	0.76	1.63
6	0.87	2.15
7	0.84	1.96
8	0.73	1.54
9	0.83	2.17
10	0.72	1.37
11	0.79	1.73
12	0.82	0.56
13	0.84	2.04
14	0.41	0.92
15	0.86	2.24

Cuadro N° 5. Indices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de Simpson (D) para cada uno de los sitios.

SITIO	LAT.	LONG.	SNM	POSICIÓN TOPOGRÁFICA	SUELO
1	31° 43'	112° 47'	695	Ladera pie de cerro	Regosol asociado. Litosol y Yermosol
2	31° 44'	112° 48'	620	Pie de monte	Yermosoles asociados. Regosol
3	30° 14'	112° 23'	460	Ladera	Regosoles
4	28° 57'	112° 04'	195	Pie de monte	Litosoles asociados a Regosoles
5	28° 16'	112° 23'	20	Plano	Litosoles asociados con Regosoles
6	29° 34'	112° 23'	55	Plano	Regosol asociado a Litosoles
7	29° 55'	112° 44'	40	Pie de monte	Regosoles
8	29° 51'	112° 34'	135	Plano pendiente	Regosol asociado a Litosoles
9	31° 09'	111° 23'	1000	Cima del cerro	Regosol asociado. Yermosol y Litosol

Cuadro N° 6. Concentrado de factores bióticos y abióticos de las comunidades vegetales donde se distribuye jojoba.

Continúa Cuadro N° 6...

Continuación del Cuadro N° 6.

SITIO	LAT.	LONG.	SNM	POSICIÓN TOPOGRÁFICA	SUELO
10	31° 23'	111° 32'	980	Entre dos sierras	Litosol asoc. Regosol y Regosol asoc. a Yermosoles
11	27° 56'	111° 05'	10	Ladera pie de cerro	Litosol asoc. Regosol y Regosol asoc. a Yermosoles
12	28° 08'	111° 18'	9	Lomerio	Litosol asoc. Regosol Calcárico
13	28° 21'	111° 27'	22	Loma	Regosol Calcárico
14	30° 17'	112° 50'	10	Plano	Yermosol asoc. con Regosol
15	30° 01'	112° 28'	330	Lomerio	Regosol y Litosol con Calcárico de textura gruesa

SITIO	TIPO DE VEGETACIÓN	CLIMA	PP (mm)	TEMP. °C	Dens/Ha			VI
					Dens/Ha	II	♀	
1	matorral subinerme	BWhw(X')	100-200	20-22	700	475	225	0.54
2	matorral subinerme	BWhw(X')	100-200	20-22	600	100	500	0.13
3	matorral subinerme	BWhw(X')	100-200	20-22	500	275	225	0.58
4	matorral sarcocaula	BWhw(X')	100-200	20-22	675	250	425	0.76
5	matorral sarcocaula	BW(h')hw(h)	100-200	22-24	1050	450	600	0.96
6	matorral sarcocaula	BWhw(X')	100-200	20-22	50	0	50	0.61
7	matorral sarcocaula	BWhw(X')	< 100	20-22	75	25	50	0.22
8	matorral subinerme	BWhw(X')	< 100	20-22	225	50	175	0.9
9	matorral espinoso	BSchw(X')	300-400	18-20	150	50	100	0.32
10	matorral crasicaula	BSchw(X')	300-400	10-20	200	75	125	0.53
11	matorral subinerme	BSchw(X')	100-200	20-22	100	25	75	0.27
12	matorral sarcocaula	BW(h')	100-200	22-24	400	125	275	0.44
13	matorral sarcocaula	BW(h')hw(x)	100-200	22-24	325	75	250	0.69
14	matorral sarcocaula	BWhw(X')	< 100	20-24	250	75	175	0.63
15	matorral sarcocaula	BWhw(X')	100-200	20-24	500	250	500	0.69

Nota.- II = machos; ♀ = hembras.

Cuadro N° 6a. Concentrado de factores bióticos y abióticos de las comunidades vegetales donde se distribuye jojoba.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		28	55	37	35	35	25	13	36	30	40	58	55	25	50
2			25	28	13	13	28	30	27	18	30	40	37	28	30
3				44	42	42	33	11	33	26	47	73	70	33	54
4					35	35	50	13	27	15	53	47	44	25	30
5						33	40	25	17	14	37	55	52	35	38
6							58	50	26	28	37	55	42	47	28
7								53	27	28	40	55	66	62	30
8									9	16	14	37	35	53	31
9										42	28	34	40	27	38
10											16	28	40	15	35
11												50	47	26	31
12													94	58	73
13														66	72
14															40

Cuadro N° 7. Índice de similitud (%) entre los sitios, calculado con el índice de Sørensen

CONCLUSIONES

- La jojoba se encuentra ampliamente distribuida en el estado de Sonora bajo condiciones bióticas (asociaciones vegetales) y abióticas (clima, suelo, precipitación) muy diversas.
- En los sitios Bahía de San Agustín (5) y Ej. Victoria y Libertad (8) se presentaron los valores de importancia de jojoba más altos, al parecer estos sitios son los más aptos para un óptimo desarrollo de la jojoba.
- Los sitios Santa Rosa (6), El Alamito (9), Los Corralitos (13) y El Caracol (15) fueron los de mayor diversidad.
- La similitud entre sitios fue baja (< 50 %).

BIBLIOGRAFÍA

- Al-ani, H. A., B. R. Strain y H. A. Mooney. 1972. The physiological ecology of diverse populations of the desert shrub *Simmondsia chinensis*. *J. Ecol.* 60: 41-57
- Castellanos V., A. E. 1981. Ecología de poblaciones naturales de jojoba. *In* Primera Reunión Nacional sobre jojoba. La Paz, Baja California Sur. Publicación Especial No. 30. INIF-SARH. México. pp. 61-67.
- Collins, S. L. y G. E. Uno. 1985. Seed predation, seed dispersal, and disturbance in grasslands: A comment. *Nat.* 125: 827-866.
- COTECOCA. 1979. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de Sonora. SARH, México.
- Fonseca, S y J.I. Sepúlveda. 1981. Diagnóstico ecológico de poblaciones de jojoba en el Campo Experimental Forestal "Todos Santos", Baja California Sur. *In*: Primera Reunión Nacional sobre Jojoba. Publicación Especial No. 30. INIF-SARH, México. pp 73-79
- Francis R., E. y E. F. Aldon. 1987. An ecological approach to classifying semiarid plant communities. *In*: Strategies for classification and management of native vegetation for food production in arid zones. 9-14 pp.
- Hogan, L.; Ch. W. Lee; D. A. Palzkill y W. R. Feldman. 1980. Jojoba a new horticultural crop for arid regions. *Hort. Science.* 15:114.
- Hogan, L. y W. P. Bemis. 1983. Buffalo gourd and jojoba: potential new crops for arid lands. *Adv. Agr.* 36: 317-349
- Krebs Ch., J. 1985. Estudio de la distribución y la abundancia. 2a. ed. Harla, México. 753 p.
- Lloyd, M. y R. J. Ghelardi. 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. *J. Anim. Ecol.* 33: 217-225.
- Merlín, E. 1990. Efecto del calor y la sequía en plántulas de cuatro ecotipos de jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider). Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos. México. 149 p.

- National Research Council. 1985. Jojoba: New crop for arid lands, new material for industry. National Academy Press, Washington, D.C. 102 p.
- Piña, F. y J. Pérez. 1981. Estudio preliminar sobre localización y caracterización ecológica de poblaciones silvestres de jojoba (*Simmondsia chinensis*) en el estado de Baja California Sur. In: Primera Reunión Nacional sobre Jojoba. Publicación especial No. 30. INIF-SARH. México. pp 51-65.
- Quilantán-Villarreal, L. 1980. Proyección y logros de la investigación agronómica con jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) del INIA en el CIANO de la Costa de Hermosillo, Sonora. In: Primera Reunión Nacional sobre Jojoba. Publicación Especial No. 30. INIF-SARH, México. pp. 37-42
- Rivera, J. 1981. Estudios preliminares para la localización de rodales silvestres de jojoba en el estado de Baja California. In: Primera Reunión Nacional Sobre Jojoba. Publicación especial N° 30. INIF-SARH. México. pp 67-72
- Ruppert J., N. y R. E. Francis. 1973. Interpretation of trend in range condition from 3-step data. Research Paper RM-103. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, Co. 15 p.
- Rzedowski, J. 1982. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432. p.
- Shiflet T., N. 1973. Range sites and soils in the United States. In: Hyder, D. N. ed. Arid Shrublands, Proceedings of the 3rd Workshop of the U.S. Australia Rangelands Panel; Mar 26 - Apr. 5. 1973. Tucson, Arizona; Denver, Co: Society for Range Mangement: 26-33.
- Shreve, F. y I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford, Ca. Vol. I. 840 p.