

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



DESCRIPCION DE LA PLANTA DE JOJOBA (SIMMONDSIA CHINENSIS) EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

VICTOR BARAJAS MEDINA

GUADALAJARA, JAL. 1980

A MI DIOS

A MIS PADRES

IGNACIO Y BEATRIZ (Q.D.P.)
Quienes supieron guiarme y
darme el entusiasmo y fuer
za necesaria para llegar a
la meta trazada.

A MI ESPOSA

Ma. de la Paz
Por la comprensión y el ca-
riño e insistencia que hi -
cieron posible la realiza -
ción de este trabajo y por-
que Dios nos permita seguir
unidos en la consecución de
nuestras metas.

A MIS HIJOS

Mónica Lizette y Víctor Joel
Por el amor y el cariño -
que les profeso.

A MI ABUELITA

Rosa, con cariño.

A MIS HERMANOS

Mario, Martha L, Ana B, Ra
quel, Ignacio, Carlos, Saul
y J. de Jesús.

A Enedina

Con agradecimiento y respeto.

A mi Universidad, Escuela y Maestros.

Al Sr. Ing. Antonio Alvarez González.

Director de mi tesis.

A los Señores.

Ing. Andrés Rodríguez Garfía.

Ing. Elena Félix Fregoze.

Asesores de mi tesis.

I N D I C E

	Pág.
I.-	
INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivo	2
1.2.- Antecedentes	2
II.-	
REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Distribución Geográfica.	4
2.2.- Descripción Botánica	4
2.3.- Hábito	6
2.4.- Morfología	6
2.4.1.- Raíz	6
2.4.2.- Hoja	7
2.4.3.- Flor	8
2.4.4.- Fruto.	9
2.4.5.- Semilla.	13
2.5.- Propiedades Físicas y Químicas de la cera de Jojoba	14
2.6.- Datos Ecológicos	16
2.7.- Ciclo Estacional	17
2.8.- Vegetación Relacionada	18
2.9.- Producción de la Jojoba.	19
2.10.-Cultivo de la Jojoba	19
III.-	
PRACTICAS DE CAMPO	22
3.1.- Riegos	22
3.2.- Espaciamiento.	22
3.3.- Poda	23
3.4.- Cosecha.	24
3.5.- Plagas y Enfermedades.	24
3.6.- Usos y Utilidades	25
IV.-	
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFIA	32

CAPITULO I
INTRODUCCION

México debido a sus condiciones particulares de latitud presenta grandes extensiones de tierra con escasa precipitación pluvial. Son casi 82% de zonas áridas, ya que entre bosques, selvas y tierras con posibilidad de riego no llegan al 20% del total del territorio nacional (12). De ahí la importancia que tiene el país tratar de cultivar aquellas plantas con menor exigencia de agua. (5,12,14). Una de estas plantas es la Jojoba.

Simmondsia Chinensis.- (Link) Esta planta desértica de la región del noroeste de los Estados Unidos, comúnmente conocida como Jojoba o *Simmondsia*, es potencialmente una planta muy valiosa, su valor como una especie forrajera ha sido reconocida en las regiones desérticas desde hace mucho tiempo; pero solo hace muy pocos años, se ha iniciado una amplia aplicación de los productos de esta planta. La mayor parte de sus usos, los cuáles muchos aún no están explorados, se originan de la cera líquida que se encuentra aproximadamente en un 50% en las semillas café oscuro.)

Conociendo que la escasez de agua es el principal factor limitante en las zonas áridas, el INIF ha puesto especial interés en investigación y domesticación de la Jojoba en la Baja California; especie que precisa bajos requerimientos hídricos y que crece en forma nativa en las diversas regiones de la Baja California.)

La Jojoba es una especie endémica de las regiones semiáridas de la Baja California y del desierto de Sonora - de cuya semilla se extrae un aceite (cera líquida) el cual por sus muy diversos usos y cualidades ha despertado interés mundial en diferentes aspectos, (principalmente como sustitua-

to del esperma de ballena,) sobretodo ahora que su caza está regulada por ser una especie en peligro de extinción.

(Este aceite tiene diversas aplicaciones; en la elaboración de lubricantes, ceras, linoleos, tintas de imprenta, alimentación del ganado, farmacoepa, etc. por lo anteriormente mencionado, se considera que la explotación de este recurso renovable, contribuirá en parte al desarrollo económico de las zonas áridas.)

1.1.- Objetivo.

El presente trabajo tiene como finalidad principal dar a conocer una de las plantas más importantes de las zonas desérticas por su escasa necesidad de agua en relación a otros cultivos de la zona,) así como por su gran raditubilidad económica y con un gran futuro agrícola e industrial por su diversificación de usos.

1.2.- Antecedentes.

La primera referencia de la planta de jobjoba la dio Francisco Xavier Clavijero en 1789 en su "STORIA DE LLA CALIFORNIA" diciendo "Es una de las plantas de más valor de la localidad (6). En 1822, H.F.LINK describió una planta que confundió con ejemplares procedentes de China y la nombró BUXUS CHINENSIS. Thomas Nuttall, 22 años después coleccionó especímenes cerca de San Diego, Calif. y la nombró -- Simmondsia Californica (8) dándole el nombre de "Simmondsia" en memoria de Thomas Williams Simmonds, gran botánico y naturalista, "Californica" debido a su localización (1,8)."

(Actualmente se le conoce en la literatura botánica como Simmondsia Chinensis (Link) C.K. Schneid, (Buxus C. Link S. Californica Nutt), (perteneciente a la familia BUXACEA (21).) Van Tiechen propuso en 1897 que debía constituirse

una nueva familia la Simmondsiaceae, que tuviera un solo género monoespecífico, SIMMONDSIA CALIFORNICA (8). A la cuál también se le conoce por varios nombres vernáculos tales como Bucknut buchnut (nuez de arbusto), Coffe berry (baya del café), Gost berry (baya de cabra), Hohowi (jojoba, nombre indio original), Pignut (nuez de cerdo), Quinine nut (nuez de quinina), y Wild hazel nut (avellana silvestre).

Los indios de la Baja California conocían la planta desde muy antiguamente ya que la consumían en diferentes formas pero aunque se tiene muchos años de conocida, hasta recientemente es cuando ha sido estudiada y examinada lo suficiente para estimar su utilidad (20).

C A P I T U L O II
REVISION DE LITERATURA.

2.1.- Distribución Geográfica :

En base a su distribución silvestre se ha situado como un arbusto de las zonas desérticas del noroeste de México y el suroeste de los Estados Unidos. En México se encuentra la jojoba, en el desierto de Sonora y en la Baja California, ocupando una extensión de 125000 kilómetros cuadrados; y en los Estados Unidos se encuentra a la jojoba en los estados de Arizona y California ocupando una extensión de 75000 kilómetros cuadrados.

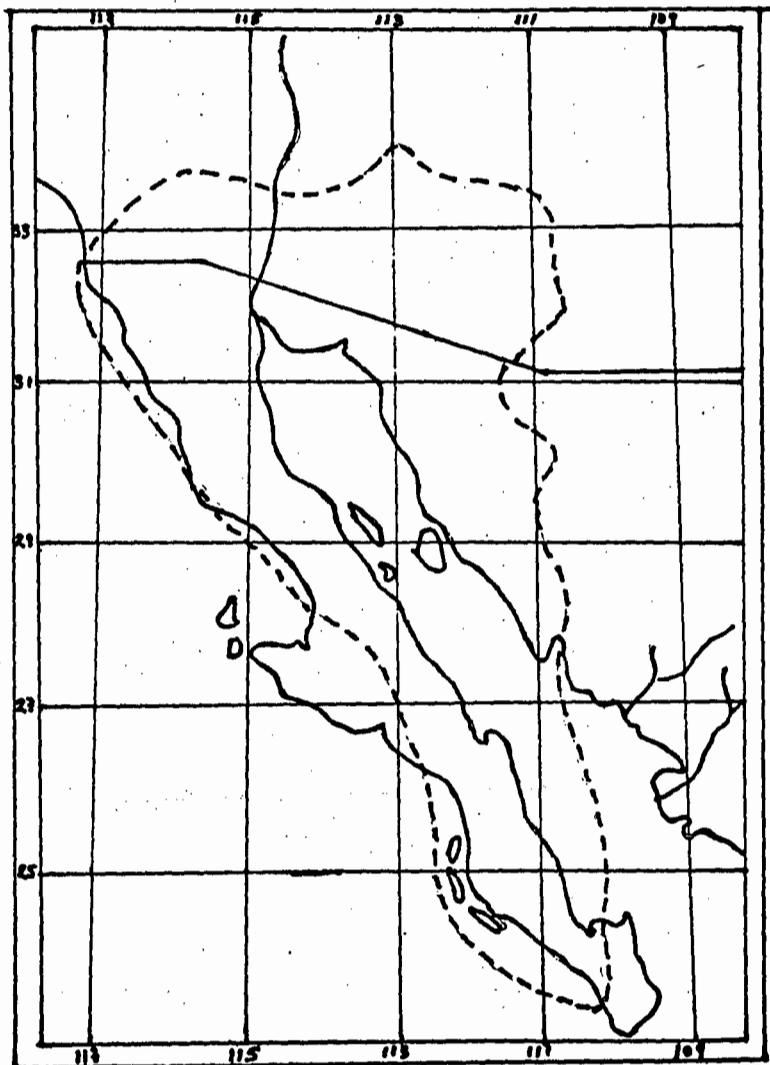
Se localiza entre las latitudes 23° y 33° norte, y entre las longitudes 109° y 117° oeste (13,21). La densidad de la población varía desde unos pocos individuos hasta 400 por hectárea, y en algunos casos ocurre que existen poblaciones con varios millones de plantas individuales, por ejemplo en las de las montañas de Arizona y en San Matías en Baja California. (13,23)

En el desierto de Sonora la jojoba ocupa altitudes entre 650 y 1,500 metros S.N.M. , raras veces encontrándose en lugares más bajos; pero en Baja California ocurre lo contrario, desde zonas muy altas hasta el nivel del mar en la costa del pacífico se puede encontrar esta planta (23,25)

2.2.- Descripción Botánica:

La jojoba es un arbusto leñoso verde de 1 a 4.5 metros de altura, se reconoce por sus hojas opuestas con consistencia de cuero azul verde, (20,22,23) sobre pedúnculos axilares cortos. Son plantas dioicas, las flores masculinas (en racimo) estaminadas, las femeninas (pistiladas) solitarias; nacen en plantas separadas (22 24).

FIG. I HABITAT NATURAL DE LA JOJOBA
AREA OCUPADA POR SIMMONDSIA 45,000 MILLAS EN U.S.A.
76,000 MILLAS EN MEXICO



Sepalos 5, estambres 10-12, ovario ordinariamente trilocular, estilos 3. (4)

Las flores masculinas son pequeñas y aparecen en ramos redondeados; las femeninas, pétalas son aproximadamente de 13 a 20 mm y son solitarias en un solo tallo. (Fruto es una cápsula de color caféoscuro con cubierta firme, particularmente rodeada de los sepalos alargados; parecida a una nuez. La semilla mide aproximadamente 2 cm de larga y contiene una sola semilla. (21, 22,24)) .

La planta crece bien en las regiones secas en las cuales los pastos y otros forrajes comestibles no son muy abundantes y es capaz de sobrevivir aún en condiciones extremas y en zonas no aptas para la agricultura - (22)

2.3.- Hábito

La jojoba presente distintos aspectos según el medio ambiente. En general es un arbusto de ramastupidas que salen desde el cuello. En medio seco su crecimiento es escaso y esto se puede notar porque sus entrenudos son cortos y los tallos laterales forman un denso ramaje. En ambiente húmedo se forma un arbusto alargado y con menos ramas laterales; hay por supuesto variaciones entre los dos hábitos debido a diferencias del medio ambiente. (En lugares con largos períodos húmedos, la diferencia en crecimiento se refleja en una distorsión del hábito. (13)) .

2.4.- Morfología.

2.4.1.- Raíz.

La jojoba es una planta con una raíz que penetra verticalmente, y la primera actitud de la semilla en germinación es la penetración profunda de esta, de

acuerdo con la calidad de la tierra y reservas de la semilla. (14,17).

• Cuando estas plantas son cultivadas en macetas alargadas la raíz descende de 25 a 35 cm antes de que los primeros brotes empiecen a salir. Cada adulta de jojoba tiene varias raíces que profundizan o crecen verticalmente debido a las bifurcaciones en forma de tenedor debajo de la corona.

• Las máximas profundidades que alcanzan no son conocidas pero se encuentran regularmente de 3 a 4 metros, y se han encontrado en algunos lugares de Baja California plantas de jojoba con raíces hasta de 10 metros de profundidad. Nunca se han observado ni raíces superficiales, ni verdaderos rizomas.

• Los crecimientos sólo aparecen donde capas muy duras del subsuelo evitan el crecimiento descendente. Parece ser que es muy poco el suelo aprovechado por el sistema radioular de la jojoba, de ahí la necesidad de un estudio cuidadoso de éste órgano. (13)

2.4.2.- La hoja.

• La hoja aparentemente vive de dos a tres estaciones, dependiendo de las condiciones de humedad y siembra. Eventualmente está desarrollada una insición o ranura en la parte más corta del tallo y se cae. Las hojas viejas son notorias por ser más grandes que las del año lo que indica que el crecimiento continúa durante la segunda estación. El suave verde o gris del primer año pasa a un pálido amarillo verde el segundo año, y son frecuentemente teñidas con un café rojizo alrededor del margen; las hojas viejas pierden mucho de su inicial apariencia y se les presenta una capa de cera. (13)

La hoja es gruesa y un poco dura en una posición recta, pero si se mueve el ramo en que se encuentra es fácil caer cuando se es joven y tierna, también cuando vieja y la ranura ha avanzado. En muchos arbustos aparece una capa blanquecina dando la impresión de una cubierta azulosa al ramaje. Algunos arbustos parece ser que se deshojan más rápidamente que otros y son relativamente encontrados sin hojas al formarse las semillas.

2.4.3.- Flor.

Las flores femeninas de la joboba son pequeñas e inconspicuas, siendo del mismo color verde pálido que las hojas nuevas y brotes. Estas nacen en el ángulo superior de las hojas y en las ramificaciones de los brotes en crecimiento.

Generalmente una de las dos yemas de la hoja o del brote florecerá en una temporada, permaneciendo latente la otra yema, lo que explica las cápsulas que aparecen en la bifurcación de las ramas y en partes que crecen de hojas. La sequía puede ser uno de los factores que inhiben la floración; cuando hay una estación con lluvias abundantes a través de un período seco, puede presentarse la floración después de dos o tres años de sequía. Los inviernos con temperaturas frías inhiben el crecimiento de las flores.

Quando en el suelo hay suficiente humedad entre primavera y verano el crecimiento es continuo acompañado de una buena floración. (13)

Las flores masculinas son pequeñas y de color amarillo, nacen también en las axilas de las hojas-

y siguen el mismo régimen de las femeninas.

En las poblaciones naturales de jojoba tanto las flores femeninas como las masculinas están sincronizadas — con la temperatura y la humedad, generalmente hay abundante polen para los pistilos receptivos en la primavera. (13)

(El polen se esparce fácilmente por el viento y se han observado polinizadas plantas femeninas acerca de un — kilómetro de distancia de las plantas masculinas,) indicando que el polen se esparce a tales distancias, ya que las características florales no son atractivas para los insectos — pues no tienen color ni glándulas nectaníferas u olorosas — Algunos individuos de ambos sexos presentan una floración — irregular hasta de un mes de diferencia. (13)

(La relación de plantas es de una femenina por tres a cinco masculinas,) aunque a veces aparecen mitad y mitad de cada una. Hay algunas diferencias que parecen ser de origen genético como son las plantas que florecen en nudos — contiguos, y otras que florecen en nudos alternos. (13)

2.4.4.- Fruto

(La característica más distintiva de la jojoba está en su fruto, el cual es una cápsula dehiscendente proveniente de un ovario con uno a tres óvulos.) (13,19). Dicha cápsula se completa alrededor de los tres meses, pero el — período que requiere el óvulo para terminar su maduración — después de la fertilización es de seis a siete meses. Algunas semillas que se encontraron maduras a los cinco meses — se vió que eran viables pero pequeñas, incoloras y con bajo porcentaje de aceites. (13)).

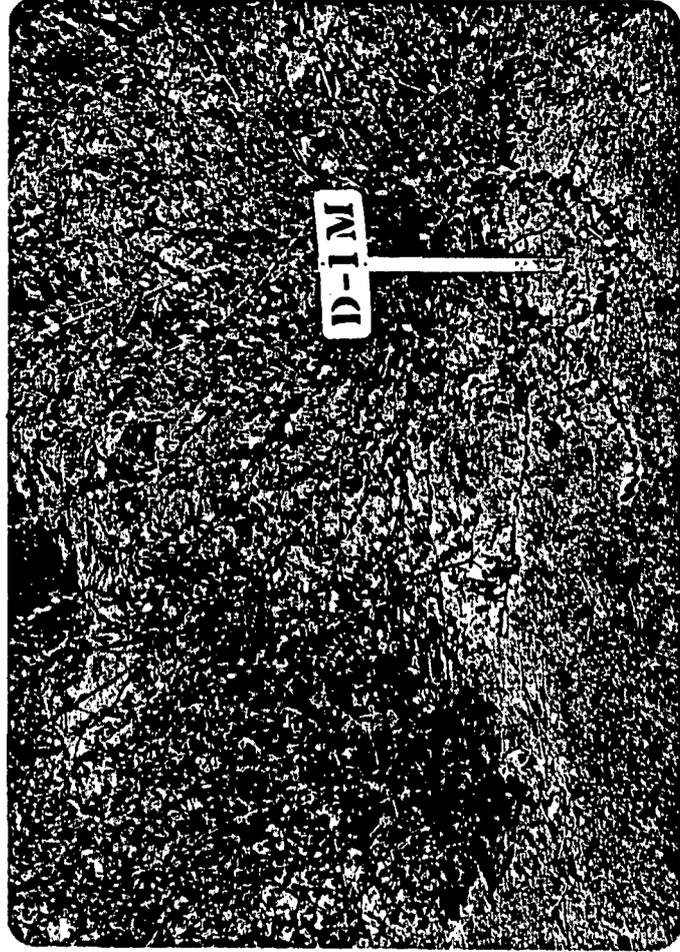
Los arbustos que desarrollan dos semillas por cápsula comunmente tienen una semilla más chica que la otra; - a veces algunos individuos tienen una, dos y tres semillas - su forma varía según el número por cápsula por ejemplo; las cápsulas de tres semillas generalmente serán más grandes - que su compañera de una semilla, pero la forma de la cápsula es la misma; otro ejemplo; la cápsula puede tener la forma ovalada a consecuencia de la presencia de dos semillas - una de las cuales es más pequeña y que se ha acomodado en parte baja de la cápsula. Casi nunca es posible decir por la forma exterior de la cápsula si esta contiene una o dos semillas.

Algunas de las formas de las cápsulas parecen tener relación con ciertas formas de hojas, cápsulas pequeñas con hojas pequeñas, cápsulas grandes y gruesas con hojas grandes y gruesas, cápsulas largas con hojas largas.

Esto parece indicar que el factor opera tanto en la hoja como en la cápsula (10).

La tendencia hacia frutos arracimados ocurre en bajos porcentajes (1 a 2 %) de doble a triple cápsulas; - pero en algunas localidades de Baja California (Santo Tomás). Se han encontrado arbustos con frutos de racimo (10 a 15%) de la población hembra; algunos de estos porcentajes es compuesto por arbustos individuales con un 25 a 40% de sus tallos conteniendo de dos a tres cápsulas cada uno.

Parece ser que los factores para esta característica recae en una substancia poco común para la cual se hace la recomendación de un estudio más profundo de esta característica.



PLANTAS DE JOJOBA.



PLANTA MASCULINA.



FRUTOS DE JOJOBA.

Evaluación del fruto de jojova.

- a) Nudos alternados
- b) En cada nudo
- c) Dos a tres cápsulas por nudo
- d) Racimos



2.4.5.- Semilla.

(La semilla es aproximadamente del tamaño de un cacahuete y contiene poco o nada de endosperme ya que consta principalmente del tejido indiferenciado de los cotiledones (13).

(Cuando la semilla madura la cubierta se obscurace, tomando un color café rejizo claro, poco antes de que se abra la cápsula.

(En su completa madurez es generalmente de color café, variando de acuerdo con los individuos y las poblaciones. Según Gentry (13) se ha observado variación en el color desde castaño hasta café muy oscuro.

(También la semilla de diferentes plantas varía en tamaño, forma, pubescencia, brillantez, etc. El tamaño se ha encontrado fluctuando en tal forma que hay desde 672 semillas hasta 4670 por kilo aproximadamente.

2.5.- Propiedades Físicas y Químicas de la cera -
de jojoba. (Daugherty)(8).

Componentes	Cantidad
Glicerol- - - - -	0.0 %
Ac. Oleico- - - - -	0.66%
Ac. Palmitoleico- - - - -	0.24%
Ac. Saturados - - - - -	1.54%-1.64%
Ac. Eicosenoico (C20) - - - - -	30.3 %
Ac. Docosenoico (C22) - - - - -	14.2 %
Eicosenol (C20) - - - - -	14.6 %
Docosenol (C22) - - - - -	33.7 %
Indice de Fusión- - - - -	11.2°-11.8°
Punto de Solidificación - - - - -	6.7°
Punto de Inflamación (COC)- - - - -	290.5°(555°F)
Punto de Fuego (COC)- - - - -	337.7°(640°F)
Viscosidad S.V. a 100°F(37.7°) -	127.0
a 210°F(98.8°) -	48.0
Indice de Viscosidad(Deam y Davis)	173.0
Número de Color (A.S.T.M.)- - - -	2.0
Corrosión a 212°F(100°)en alambre de cobre- - - - -	0.0
Punto de Fluidéz- - - - -	10°
Carbón Residual - - - - -	0.01%
Indice de Refracción a 25° - - -	1.4648-1.4650
Gravedad Específica 25/25° - - -	0.8635-0.8640
Indice de Saponificación- - - - -	92.2-95.0-165.7
Indice de Iode (Hanus)- - - - -	81.7-88.4
Indice de Acidez- - - - -	0.23-0.32-0.57
Indice de Acetilo - - - - -	6.8
Indice de Richert Miessel - - - -	0.70
Indice de Polenske- - - - -	6.8
Materia Insaponificable - - - - -	37.62%, 48.3%
Indice de Iodo de la materia Insa ponificable - - - - -	77.2,-79.2-80.2
Acidos Solubles - - - - -	59.43%
Indice de Iodo de Ac.Grasos Totales	76.1
Indice de Acidez Ac. Grasos Totales	172.0

Análisis de la semilla de Jojoba.

Humedad	-----	4.06 %
Cenizas	-----	1.61 %
Proteínas	-----	14.40 %
Extracto Etereo	-----	49.09 %
Carbohidratos	-----	30.84 %

Análisis del residuo de la extracción.

Humedad	-----	9.09 %
Cenizas	-----	2.10 %
Proteínas	-----	24.38 %
Carbohidratos	-----	64.43 %

2.6.- Datos Ecológicos.

La jojoba está restringida a suelos desérticos - bien drenados, aluvio-arenosos y arenosos, mezclados con gravas y arcillas, derivados de materiales ígneos como graníticos y volcánicos (11y13).

Estos suelos además están bien drenados y son generalmente neutros o alcalinos, tienen abundancia de fósforo y están sujetos a sequías anuales (1,13).

La jojoba crece mejor en áreas que tienen más de 300 mm anuales de lluvia, como en los alrededores del desierto Sonorense, hacia el norte y este; en el centro de Arizona (E.U.), el sur de California y norte y sur de la Baja California. El área de dominancia ocupa los lugares de las laderas y valles de las montañas del norte y este de Phoenix, - Arizona, donde las lluvias son de 375 mm a 300 mm anuales, aunque se encuentran en lugares con lluvias menor de 75 mm anuales; también se le encuentra en lugares con escurrimientos perennes (13).

Las lluvias escasas, pero constantes de invierno y primavera, son más importantes para su ciclo de vida, que las lluvias fuertes de verano las cuales solamente humedecen la superficie del suelo. Doscientos cincuenta milímetros de precipitación bien distribuidas, de octubre a abril, son los mínimos necesarios para la producción de semillas (13).

→ La jojoba es una verdadera heliófita (1,13) ya que se encuentra viviendo en el sol brillante del desierto y tolera las fluctuaciones extremas diarias de temperatura, las que generalmente varían entre 1.°C y 5°C durante la mañana.

Las extremas diarias de 43°C son normales durante el verano (13). Los arbustos adultos toleran temperaturas tan bajas como -9.4°C sin sufrir daño. En la sierra las plántulas son sensibles a las heladas de 3° a 4°C bajo cero. Las flores son sensibles a heladas tardías, aunque las yemas resisten también. Las altas temperaturas causan quemaduras en las semillas cuando los frutos están en crecimiento (13).

2.7.- Ciclo estacional.

El crecimiento de la jojoba en Sonora y Baja California es una respuesta a las lluvias de invierno y primavera, con el vigor de los nuevos brotes de las yemas florales aparecen en las axilas de las hojas. Estas yemas aunque aparecen pronto en el otoño e invierno permanecen latentes por tres a cinco meses hasta que hace calor en los días largos de Febrero a Marzo. Parece ser que la polinización más activa sucede en Marzo, pero puede continuar hasta Abril.

Cuando hay suficiente humedad en el suelo, continúa el crecimiento negativo acompañado de un período más largo de fructificación (13).

Las lluvias leves estimulan poco a la jojoba y la sequía adormece a muchos individuos, de tal manera que la cosecha de esos años es baja, con semilla pequeña, escasas de aceite y proteínas.

Las lluvias de verano parecen tener poca influencia sobre el crecimiento anual y el ciclo vegetativo de la jojoba; B.W. Benson del Boyce Thompson Arboretum, superior Arizona; menciona que hay un período definitivo de crecimiento que comprende del invierno hasta la primavera.

Las lluvias de verano llenarían las semillas, pero prolongarían su maduración. Esto parece indicar que la jojoba tiene su origen en un clima de tipo mediterráneo y el verano seco que sigue es esencial para su desarrollo como lo indican las pruebas culturales (13).

2.8.- Vegetación relacionada.

Las plantas que crecen en las localidades donde vive la jojoba son las siguientes:

En las tierras altas de Arizona, en el desierto - Sonorense, la Asociación Arbustina o Abórea común es (*Acacia greggii*) Palo Verde (*Cercidium microphyllum* y *C. terreyanum*) Palo fierre (*Olneya tesota*), (*Canotia holocantha*), (*Sacaro*) (*Carnecia gigantea*), (*Condalia lycioides*), (*Lycium anderssonii*), Izote (*Yucca*) y Nepal (*Opuntia spp*) (13).

En el noreste de Sonora estas especies se encuentran acompañadas en ciertas localidades por cootillo. (*Fouquieria splendens*) (1,13), (*Echinopterys eclandulosa*). Torote (*Jatropha cuneata*), (*Atamisquea emarginata*) y en otras - asociadas con Izote (*Yucca arizonica*). En arroyos y sobre abanicos aluviales crece asociada íntimamente con mezquite - (*Prosopis juliflora*), Granjeno, (*Celtis pallida*), *Salvia* - (*Hyptis emoryi*). También aparece Jarilla (*Bacharis sarathroides*), rompevientos (*Tamarix pentandra*), (13), al igual que Gobernadora, (*Larrea tridentata*) (1,13), y (*Franseira deltoidea*). En la costa sureste de California tiene como plantas asociadas a (*Eriogonum fasciculatum*), (*Artemisa californica*), (*Salvia apiana*), (*Rhus ovata*), (*Lotus scaparius*), - (*Opuntia spp*), (*Yucca schidocera*) y otras. Esta misma población continúa dentro del noreste de Baja California, junto con (*Rhus Laurina*), (*R integrifolia*) y (*Fraxinus dipetala*);

sobre las costas junto con la comunidad marítima, una de las principales especies asociadas es (*Franseria chinopodiifolia*), (*Rosa minutifolia*), (*Agave shawii*), (*Aesculus parrisi*), (*Lycium spp*) (*Berberocactus emoryi*) y otras (13).

2.9.- Producción de la jojoba.

Empieza a dar los primeros frutos de los dos a los cinco años de edad (3,4,11). En 1947 se hicieron estimaciones de producción de plantas silvestres y cultivadas. Se tomaron colecciones de 80 arbustos silvestres y se pesaron separadamente, la cantidad de semilla varió desde 50 gramos hasta 3 kilos por arbusto, promediando 750 gramos. De los 80 arbustos se tomaron 20, de cuya semilla se obtuvo la cantidad de aceite individual; la mayor cantidad obtenida fue de 1.25 kilos por planta, mostrando un promedio de 37.8% y el más alto de 54% (13).

Las plantaciones en el sur de Dallas, Texas E.U.A reportan producciones de 7 kilogramos de semilla por unidad (1). Plantas cultivadas en el Huntigton Botanical Garden de California. E.U.A. produjeron a la edad de 22-25 años hasta 16 kilos por arbusto (13).

2.10. Cultivo de la jojoba.

Propagación.- La semilla retiene su viabilidad por varios años. Se hizo una prueba por 11 años con semilla almacenada en un cobertizo de California, dando 98% a 99% de germinación a los 6 meses de edad por 38% a los 2 años. Se puede lograr que doble su tiempo de viabilidad en condición de humedad relativa adecuada y temperatura controlada (13).

Es importante sembrar semillas bien maduras porque las plántulas son muy frágiles. La semilla germina bien en suelos arenosos con p.h. alcalino, manteniendo la humedad — cuando la temperatura varía de 26.5–32.2°C En suelos ácidos no han prosperado. En California respondieron bien en el campo tanto en el invierno como de Marzo a Octubre. Fallas en la siembra debidas a bajas temperaturas resulta con una mala germinación y disminuye su vitalidad en las plántulas en primavera. Si las semillas son sembradas en lugares donde ocurren heladas, es conveniente empezar a sembrar en la primavera y cortarles el agua tanto como sea posible antes de las heladas de invierno. Al sembrarse las semillas pueden ser presionadas en la superficie del suelo (2 cms a 4 cms), sino, la radícula puede empujar la semilla encima de la superficie, donde se seca. En el campo la parte apical de la plántula aparecerá en 3–4 semanas y en invernadero un poco antes (13).

La jojoba no responde bien al trasplante, varias pruebas lo demuestran con pérdida de la mayoría de las plántulas.

Algunas plantas vigorosas en macetas que son movidas al campo han mostrado también abatimiento y se han atrasado requiriendo de varios meses a un año para restablecerse y recuperar su crecimiento. Esto parece debido al daño de la raíz principal, la cual penetra profundamente en unas pocas semanas.

La jojoba debe ser sembrada directamente en el campo en caso de usar trasplante hacerlo del almácigo o semillero (13).

(En siembra directa es mejor aplicar dos o tres riegos después de la germinación hasta el primer invierno y debiendo ser protegida de roedores, pájaros e insectos.)

Cuando se transplante en cilindros de lámina podrán ser levantados estos varios centímetros para protegerlos de las heladas y los roedores. Sin embargo, tiene desventajas este método: una es el costo y la otra el retraso debido a raíz dañada por el movimiento, lo cual, trae como consecuencia pérdida de algunas plantas (13).

INSTITUTO VENEZOLANO DE AGRICULTURA

C A P I T U L O I I I

P R A C T I C A S D E C A M P O

3.1.- Riegos.

(Los riegos después de los dos primeros inviernos cuando el período crítico del establecimiento de las plántulas, pasó, deberá efectuarse limitadamente. En las plantaciones Eddy, cerca de Riverside, California E.U.A. se -- demostraron los efectos de una prolongada irrigación, re-- sultado un exoesivo desarrollo vegetativo con plántulas dé biles e inmaduras terminando con la muerte de la mayoría - de los arbustos a los 11 años. Tan pronto como se tuvo es- ta experiencia se regaron una vez por mes durante la prima vera y verano, desde principios de mayo hasta otoño.(13))

La plantación Coit, cerca de Vista, California, - E.U.A. con cultivos de sécano, ha progresado más lentamen- te, pero seguro, iniciando la producción de semilla a los- cinco años con una precipitación de 200-250 mm. anuales; - esto indica que si se necesitan riegos podrán ser aplicados sincronizadamente con el crecimiento y hábito de la jojoba. Parece que las fallas en la germinación de semillas de plan- tas silvestres es debido a una deficiente humedad profunda del suelo. Pueden ser practicadas labores como sembrar abono verde fijador de nitrógeno plantados de invierno a primave- ra (13))

3.2.- Espaciamento.

* Las distancias más recomendadas son 3X3 m., pero- a espacios de 1.80 X 3.60 - 4.20 m. podrán sembrarse más -- plantas por hectárea (1381-1200). Este último espaciamento- tiene la ventaja de que pueden realizarse labores de culti- ve (13). Benavides recomienda una población de 3250 arbustos

por hectárea aproximadamente, con un 10% de plantas polinizadoras (1).)

Si se requiere más espacio después de los 18-20 años, cada planta en el zurco podrá removerse. También se debe efectuar el cultivo en terrazas en aquellos lugares con pendientes. Esto acarreará tener menos plantas por hectárea pero la conservación de la humedad y el suelo es de mayor importancia (13).

Se ha sugerido que 120 árboles polinizadores por hectárea es lo normal pero en condiciones mejores podrán ser menos, además el cercar las plantas femeninas con las masculinas tiene muchas ventajas (13).)

3.3.- Poda.

La jojoba responde rápidamente a la poda y muestra mejor desarrollo tanto en forma silvestre como en plantas cultivadas. Los arbustos viejos sin poda, comúnmente están en desorden, con ramas muertas e inclinadas, además el crecimiento es espeso (13).

En cultivo, la forma de tallo simple con una base bien limpia es la más deseable. Plantas con ramas laterales será mejor podarlas para facilitar otras labores como cosecha y paso de maquinaria (13).

El Huntington Botanical Garden de California, E.U. A. experimentó podas severas, dando las plantas buena producción lo cual indica que podando se puede incrementar la cosecha (13).

3.4.- Cosecha.

La semilla como producto cultivado se estima con un valor de cerca de \$ 3.70 por kilo como sustituto del aceite de ballena y de \$ 7.00 por kilo como cera sólida (13). En Hermosillo, Sonora y en Baja California en el año de 1979 — se cotizó a razón de \$ 50.00 por kilogramo de semilla limpia y seca procedente de plantas silvestres; este precio se fijó simbólico ya que para poder recolectar semillas en volumen — se necesita de un período amplio para pizca. Para poder controlar la semilla, ya que en la mayoría de las áreas no hay caminos de acceso y la zona es muy amplia, se establecieron puntos de compra intermedia.

En los E.U.A. la cosecha a mano es de un valor elevado por lo cual se propone emplear maquinaria sugiriéndose varios tipos: una de las máquinas propuestas son como las — que cosechan semillas de aceite de ricino o como las que cosechan bayas. Varias máquinas que recogen nueces del campo — por barrido y succión están operando en California (13).

3.5.- Plagas y Enfermedades.

De los insectos que frecuentan la planta de jobjoba les menos dañinos son los chapulines, escarabajos, gusanos — cortadores y chinches chupadoras, siguen en importancia los barrenadores y un bostrichide (*Amphicerus simplex horn*) que perforan las ramas y las cortan respectivamente (13).

(El único insecto conocido que tiene una verdadera importancia es una larva cuya palomilla pertenece al orden-lepidóptera que ataca a los óvulos tiernos y tejidos adya-centes de los frutos en formación, llegando a destruir hasta el 80% de estos; dicha plaga se identifica por la perforación que deja en los frutos, de los cuales emergen los insectos; como control natural parecen tener una mosca de la familia chalcidea que parasita las larvas, (13).)

(Entre los roedores que recogen y devoran las semillas caídas o las que toman directamente de las ramas están: La ardilla de tierra (Citellus), La ardilla listada (Ammospermophilus), liebres y conejos (Lepus y Sylvalagus Spp) y ratas acarreadoras (Neotoma) (13).)

Según Gentry (13) en 1945 Lawrence M. Hvey describió una tuza (Thomomys bottae jobobae) que parece adaptada a la ecología de la joboba; no se sabe si ataca a las raíces. Venados y especies semejantes ramonean la planta aprovechando el follaje y semillas cuando las hay.

(De los pájaros grandes que acarrear y comen semillas están los cuervos, pichones y palomas, (13).)

(Con respecto a enfermedades no se mencionan en la literatura actual.)

3.6.- Usos y Utilidades.

(Son varios los usos que tiene y que puede llegar a tener la joboba, ya como planta ornamental, como cubierta vegetal (13), como forraje tanto la semilla como la planta en sí (4); sin embargo, su mayor valor reside en -

la semilla, de la cual se obtiene el 50% de cera líquida - con innumerables usos así como futuro en la farmacéutica y en la industria (7,8,9,18,20).)

Los datos existentes sobre usos medicinales y culinarios de la Simmondsia hicieron (R.A. Green y E.D. Fos - ter) se dedicaron en 1933 a determinar algunos de sus constantes físicas y químicas, tales como la Gravedad Específica y su valor de Saponificación. (Llegando a la conclusión de que el aceite obtenido, no es una grasa sino una cera líquida (15,16,26) semejante al aceite de ballena (11,-23) la ausencia de glicerina en sus compuestos lo comprueba (8,19,20,26,34,40).)

(El aceite de jojoba) ofrece a la industria un producto enteramente nuevo que (posee ciertas cualidades que no se podrían encontrar en ningún otro aceite vegetal) (8, 20).

El aceite que contiene la semilla no disminuye - su calidad al almacenarse por un período de varios años y sus propiedades no se alternan, además es de una constante viscosidad a altas temperaturas (10,12,29)

Dicho producto obtenido por presión o extracción con solventes es de mucha pureza y requiere poco o ningún refinamiento para emplearse como un componente de otros aceites para lubricantes de máquina a altas temperaturas -- (6,8,11,20).

Tiene también importancia potencial en la lubricación de instrumentos delicados (24,13).

Es facilmente hidrogenable dando una cera blanca y dura con un punto de fusión de 73-74°C unicamente menos-dura que la carnauba (8,20) la cual tiene un punto de fusión de 83-86°C.

El aceite de *Simmondsia* puede ser polimerizado a una masa ahulada pegajosa llamada " Factice " que sin embargo difiere de la obtenida de otros aceites vegetales en que es soluble en varios solventes tales como benzol y gasolina. Esta propiedad le hará muy útil en la fabricación de hule, chicle, barnices e linoleo (20). También se puede utilizar como sustituto de ceras importadas en la fabricación de grasas para zapatos (10); teñido y pulido de cintas para máquinas de escribir y en la fabricación de cosméticos (13, 24).

Tiene empleo en la fabricación de papel carbón - encoerado de frutas, impregnado de papel para depósitos de leche etc. (29).

El aceite no se enrancia facilmente y se puede emplear también en alimentos para retardar el enranciamiento (1); para cubrir las ceras hidrogenadas que se usan en las velas, ya que de esta manera no se funden antes de usarse, aún en el clima caliente del desierto soncrense (1 y 13). Por azonolisis de la cera se llega a obtener compuestos importantes en química (22).

Tiene valor científico, el estudio que se puede hacer de la facultad que posee la jojoba para producir una cera líquida que almacena en su semilla y utiliza durante la germinación.

REVISTA DE AGRICULTURA

Se cree que existe una enzima capaz de desdoblar la cera en ese proceso tema de gran interés que se podría tal vez emplear en el estudio sobre la destrucción de la cápsula del bacilo tuberculoso.

También puede ser posible estudiar la desintegración de la cera durante la germinación y poder llegar a conocer el comportamiento de la glicerina de las semillas de otras plantas, proceso que se desconoce (29).

CAPITULO IV
CONCLUSIONES

Sobre el recurso silvestre es necesario hacer un inventario expresado en términos de densidad de población, relación sexual y condiciones de frutificación con el fin de conocer el aprovechamiento actual y la producción potencial que se tiene en el estado.

Se requiere también de hacer estudios ecológicos y fenológicos de las poblaciones de jojoba en forma silvestre con la finalidad de conocer más detalladamente sus hábitos y comportamiento originado por distintas condiciones dentro de su mismo habitat natural.

Es necesario hacer observaciones del comportamiento de las plantas tanto en forma silvestre como en plantaciones en vivero con el fin de detectar individuos con características deseables, para su multiplicación para formar plantaciones con individuos que tengan las mismas características y que presenten un mismo comportamiento tanto en hábitos como en producción.

La detección de dichos individuos se puede lograr más fácilmente, estableciendo parcelas de exclusión dentro de las poblaciones silvestres. Se trata de quitar toda la flora silvestre que rodea a la jojoba con el fin de que no exista competencia entre las plantas de jojoba y la flora silvestre.

En lo referente al aspecto morfológico de la jojoba uno de los puntos más importantes a resolver es la diferenciación a edad temprana entre plantas masculinas y femeninas, ya que de esta manera sería posible calcular anticipadamente la población respectiva en cultivo.) Se han hecho observaciones en plantas adultas de la zona original de distribución, diferencias en la forma de las hojas, crecimiento, color que, quizás puedan relacionarse en los ejemplares más jóvenes, pero sin resultados satisfactorios ya que el comportamiento entre una planta y otra es variable.

También es necesario establecer plantaciones de jojoba en forma cultiva para su observación y estudio, en distintas regiones del país, con el objeto de conocer el comportamiento de esta planta ya que se ha observado que se adapta a condiciones ambientales distintas a las de su hábitat natural, al mismo tiempo localizando áreas ecológicas factibles para desarrollar el cultivo de jojoba bajo condiciones de temporal y así poder aprovechar terrenos que no son factibles aprovechar en la agricultura.

Es necesario hacer estudios económicos de la rentabilidad de la jojoba respecto a otros cultivos rentables con la finalidad de determinar hasta donde nos puede ayudar a elevar el nivel de vida de regiones marginadas donde sea factible cultivar esta planta.

Así como es necesario la determinación de métodos agronómicos para la obtención de modelos de plantaciones comerciales, de acuerdo a la relación de número de plantas femeninas y masculinas, y sobretodo que estos modelos pueden ser factibles de ser repetitivos en las diferentes regiones a cultivar jojoba.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- AGUIRRE BENAVIDES G.
(1950) La Jojoba, Bol. Bot. de México, 26-32
- 2.- ANONIMO.
(1975) II Reunión Comités Mixtos, México - E.U.A. de investigación y desarrollo sobre jojoba.
- 3.- ANONIMO.
(1943) Fifty-Fourth Annual report for the year ending. Agr. Exp. Sta. Arizona, 45-46 Tucson, Ariz.
- 4.- ANONIMO.
(1943) Fifty-Nine Annual report for the year ending - Agr. Exp. Sta. Arizona: 27-29 Tucson Ariz.
- 5.- BELTRAN, E.
(1955) México y sus Zonas Aridas. Problemas y Perspectivas. En mesas redondas Problemas de las Zonas Aridas de México: 235-241. Inst. Mex. Res. Renov.
- 6.- CLAVIJERO, F.X.
(1789) Historia de la Antigua Baja California. Traducción (1933) de Nicolás García Sn. Vicente. Imp. del museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía, México.
- 7.- CRUSE, R.R.
(1949) Chemurgie Survet of the Desert Flora in the American Southwest. Econ. Bot. 3: 111-131.
- 8.- DAUCHERTY P.M., H.H. SINEATH Y T.A. PASTLER.
(1958) A Survey of Simmondsia Chinensis (Jojoba) Econ. Bot. 12: 296-304

- 9.- DOUGLAS, MARGARET.
(1947) Jojoba - An Oil producing plant of the Southwestern States. Econ. Bot. 1: 401.
- 10.- ESCOBAR H.
Enciclopedia Agrícola y de conocimientos Afines. -
"Edic. Particular" México: Tomo I 447, Tomo II: 606.
- 11.- GAJON SANCHEZ C.
(1934) La Jojoba (*Simmondsia Californica*) Planta Californiana de gran porvenir. Hacienda Julio: 324-326.
- 12.- GARCIA QUINTERO, A.
(1955) Hidrología de las Zonas Aridas de México, En mesas redondas, problemas Zonas Aridas de México: -
41-52. Inst. Nac. Rec. Nat. Renov., A.C.
- 13.- GENTRY, H.S.
(1958) The Natural History of Jojoba (*Simmondsia Chinensis*) and it's cultural aspects. Econ. Bot. 12: 261
295.
- 14.- GONZALEZ COSSIO, M.
(1955) Observaciones de las Zonas Aridas de México, en mesas redondas problemas Zonas Aridas de México: -
633-655, Inst. Mex. Rec. Nat. Renov., A.C.
- 15.- GREEN, R.A. Y E.O. FOSTER.
(1933) The Liquid Wax of Seeds of *Simmondsia Californica*. Bot. Gaz. 94: 826-828.
- 16.- HERNANDEZ, X.E.
(1958) Pastos, Forrajes y Plantas Desérticas. 1er. -
Simposio de investigación Agrícola en México: 230 -
231. Esc. Nac. de Agric., S.A. G.

- 17.- HODGE, W.H.
(1958) Supplementary Notes on Jojoba utilization. Econ. Bot. 12: 304-306.
- 18.- KROCHMAL, A.S. PAUR Y P. DUISBERG.
(1954) Useful Native Plants in the American South Western Deserts Econ. Bot. 8
- 19.- MARTINEZ, M.
(1959) Jojoba (*Simmondsia Chinensis*, Link Nult) Plantas útiles de México, Edic. Bot de México; 350-353.
- 20.- MIROV, N.T.
(1952) *Simmondsia* on Jojoba - A problem in Economic Botany. Econ Bot. 6: 41
- 21.- MUNZ, A.P.
(1959) A California Flora, University of California; - 980-986 Berkeley and Los Angeles.
- 22.- PARRA HAKE, H. Y J.I. SEPULVEDA
(1975) Boletín Divulgativo. Programa para el Mejoramiento y desarrollo de la Jojoba Inst. Nac. Inv. Forestal.
- 23.- SHERVE, F.
(1951) Vegetation of the Sonora Desert. Carnegie Inst. Washington, public. 591- 1; 176
- 24.- STANDLEY, P.C.
(1923) Trees and Shrubs of México. Contr. U.S. Nat. Herb 23 (3) : 654-655
- 25.- VISTMEYER NOEL.
(1971) Boletín Informativo of National Academy of Science. Georgia. July.
- 26.- WELLES, F.B.
(1954) Jojoba Oil Liquid Wax and Some of its Applications, Jour, Chem. 31: 253.