

530

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ANALISIS Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE JOJOBA
(Simmondsia chinensis Link Schneider)
EN EL ESTADO DE SONORA

DISERTACION

JOAQUIN MURRIETA SALDIVAR

//

ABRIL 1987.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

ANALISIS Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE JOJOBA

(Simmondsia chinensis Link Schneider)

EN EL ESTADO DE SONORA

DISERTACION

SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SONORA

POR

JOAQUIN MURRIETA SALDIVAR

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO CON
ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA

ABRIL 1987

PAGINA DEL CONSEJO PARTICULAR

Esta disertación fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:
FITOTACNIA

CONSEJO PARTICULAR:

PRESIDENTE:


Biol. Diego Valdez Lamudio

SECRETARIO:


Ing. Agustin Romo Ayala

VOCAL:


Ing. Maria Guzman Marquez

DEDICATORIA

A EL ABUELO, DOMINGO
Pionero del Valle del Yaqui

A EL PADRE, SANTANA
Lider Campesino

A MI MADRE, DONA LINA
Educatora en Todos los Sentidos

CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA	
II. ASPECTOS BIOLOGICOS DE LA PLANTA.....	4
- Descripción Botánica de la Planta	
- Distribución Geográfica de la Jojoba Silvestre	
- Ecología	
- Aspectos Agronómicos	
- Formas de Propagación	
III. DESARROLLO HISTORICO Y AVANCE DE LAS PLANTACIONES.....	12
- Rendimientos	
IV. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS.....	23
- Comercialización	
- Industrialización	
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
VI. BIBLIOGRAFIA.....	41

INDICE DE CUADROS

	<u>Pág.</u>
Cuadro No. 1.....	36
Cuadro No. 2.....	36
Cuadro No. 3.....	37
Cuadro No. 4.....	37
Cuadro No. 5.....	38
Cuadro No. 6.....	38
Cuadro No. 7.....	39

I. INTRODUCCION

La región mexicana conocida como desierto de Sonora consta con una superficie de alrededor de los 189,000 km. cuadrados con diferentes niveles de aridez. Estas tierras se encuentran circundando al Golfo de California y es uno de los desiertos costeros más interesantes de América Latina.

A pesar de su aridez es en este desierto donde se encuentra una de las áreas agrícolas más avanzadas de México abarcando una superficie de más o menos 1,000,000 de hectáreas dedicadas al cultivo. Basandose principalmente sobre aguas subterráneas, éste sector ha alcanzado una intensiva actividad agrícola sostenida con un alto nivel de tecnología y mecanización. Todo este desarrollo también ha generado algunos problemas; el bombeo intensivo de las aguas subterráneas por más de 50 años para irrigar trigo, algodón, cebada, vid y cítricos entre otros, ha traído problemas tales como la intrusión del agua de mar al acuífero; la profundidad del acuífero es cada año mayor, lo que ha forzado a algunos productores al abandono de sus tierras, las cuales se vuelven áreas improductivas y con un alto grado de desertificación. En Sonora, 100,000 hectáreas han sido abandonadas por estos problemas, hasta 1984 aproximadamente.

Para solventar estos problemas, los agricultores junto con el gobierno han venido buscando cultivos alternativos, con bajos requerimientos de agua, y por supuesto con un potencial económico atractivo. Algunos cultivos perennes que ya constan con una demanda de mercado han sido los más populares entre los productores, tales como la vid, cítricos, durazno, nogal y manzana.

Considerando que la jojoba Simmondsia chinensis (Link) Schneider es una planta nativa del desierto sonorense, conocida por muchos agricultores y que además ésta ha sido muy utilizada desde tiempos históricos, se le vió como otra posibilidad de un cultivo perenne con bajos requerimientos de agua que puede ser plantada en terrenos marginados. Con esta perspectiva se dió origen a principios de la década de los 70's la cosecha de la semilla de esta planta en forma intensiva en su habitat silvestre, así como la domesticación de la planta para así poder desarrollar otro cultivo perenne en forma comercial.

Después de varios años de investigación, esfuerzo y dedicación hacia esta planta, en 1977 se inició en México el establecimiento de plantaciones comerciales de jojoba, acumulando un total de 132

hectáreas. Durante 1978 creció el entusiasmo por la jojoba y se plantaron 423 hectáreas más. Debido a la falta de crédito y a las altas tasas de interés, así como a algunos fracasos en el establecimiento, principalmente por la susceptibilidad a heladas y al manejo inadecuado de la planta, año con año se ha decrecido el establecimiento de este cultivo en áreas bajo riego, comparado con lo establecido en 1978, de esta forma se establecieron 197, 161 y 112 hectáreas durante los años de 1979, 1980 y 1981, respectivamente. Actualmente existen alrededor de 2,000 hectáreas de jojoba bajo cultivo en el estado de Sonora.

Tomando en consideración que este cultivo actualmente se encuentra en producción es necesario saber que es lo que está pasando con él y hacia dónde se está dirigiendo dicha producción, para evaluarlo y así poder emitir un juicio más real de la costeabilidad de éste así como de sus futuras plantaciones en el estado de Sonora.

LITERATURA REVISADA

II. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA JOJOBA

Descripción Botánica de la Planta

La jojoba, es un arbusto leñoso siempre verde. Se reconoce usualmente por sus hojas opuestas con consistencia de cuero, azul-verde, y sus frutos café oscuro, parecidos a una nuez; dichos frutos (cápsulas) miden aproximadamente 2 cm de largo y contienen una sola semilla, aunque en ocasiones suelen formarse dos.

Las flores masculina (estaminada) y la femenina (pistilada) nacen en plantas separadas. Las flores masculinas son pequeñas y aparecen en racimos redondeados; las flores femeninas, apétalas, son aproximadamente de 13 a 20 mm. de largo y se presentan solitarias.

Las hojas están cubiertas por una capa cerosa que reduce pérdidas de humedad y las protege contra hongos, insectos y contaminantes.

La planta crece bien en las regiones secas, en las cuales los pastos y otros forrajes comestibles no son abundantes y es capaz de sobrevivir aun en condiciones extremas de aridez (11).

Distribución Geográfica de la Jojoba Silvestre

~~Gentry (1958), mencionado por Parra, considera~~ el área natural de distribución en aproximadamente 160,000 km. cuadrados, entre las latitudes 25 y 34 grados Norte y longitudes 109 y 117 Oeste de Greenwich, coincidiendo aproximadamente con la distribución del desierto sonorense (11).

Dentro de la región Noroeste del desierto de Sonora la jojoba se encuentra en áreas donde la temperatura raras veces es menor a -7 grados Centígrados. Las temperaturas menores a 0 grados centígrados dañan los brotes de las plántulas, así como a las flores, disminuyendo la producción. La planta raras veces se encuentra en áreas con precipitaciones menores a los 120 mm anuales, con excepción de regiones especiales como la costa central del estado de Sonora en donde los escurrimientos de los terrenos altos y la brisa marítima permiten niveles de humedad suficientes para la sobrevivencia de esta planta. Se ha observado que el mejor desarrollo silvestre de la jojoba se da en áreas con precipitación anual de 250 a 450 mm. y donde la temperatura raras veces excede los 45 grados centígrados. Dentro de esta región la jojoba se encuentra con más abundancia en la Península de Baja California, al norte del paralelo 28, prolongándose su abundancia

hasta la parte sur del estado de California en los Estados Unidos de Norteamérica. En este mismo país en el estado de Arizona, las poblaciones más abundantes se encuentran en las cercanías de la ciudad de Phoenix al Este, mientras que en Tucson se encuentran el Norte y Suroeste.

Las poblaciones más abundantes en el estado de Sonora se encuentran también al Norte del paralelo 28, siguiendo la costa y limitando al Golfo de California hasta los 32 grados de latitud Norte, incluyendo las islas del Tiburón y Angel de la Guarda. Existen también pequeñas poblaciones de jojoba al Sur de la Península de Baja California, sobre todo al Sur del Puerto de la Paz, (ver mapa pág 40) (8).

Ecología

Fisiografía. La mayor parte de las poblaciones naturales se presenta en laderas de ligero a medio rocosas, en los valles y en las dunas costeras (Gentry, 1958; Thomson, 1976) mencionados por Parra (11).

Parra, ^l reporta que uno de los factores que influyen en la distribución de jojoba es la topografía, ya que está en relación a la acumulación de humedad y cantidad de nutrientes que se depositan en las laderas

y partes bajas de lomas y cerros (11).

Suelos. Uno de los principales requisitos para los suelos de jojoba es que sean profundos, de textura gruesa, pedregosos, mezclas de granito y arcilla y de buen drenaje (11).

En general, los suelos donde se desarrolla la jojoba silvestre son neutros o alcalinos, con abundancia de fósforo y sujetos a largos periodos anuales de sequia, con texturas que oscilen desde arenosos a francos siempre y cuando tengan un drenaje adecuado (1).

Fitoquímica. El 50% del peso de la semilla de jojoba es aceite. Más del 97% de este aceite está compuesto por ésteres de cera, sin glicéridos, muy poco (1%) de ácido o alcohol libre y ningún hidrocarburo, esteroide u otro contaminante (1).

Aspectos Agronómicos

Las técnicas de plantación de jojoba dependerán del agua de riego, tipo de suelo, localización del sitio etc.; asimismo la selección del sitio es algo indispensable para el buen éxito de la plantación, entre los que destacan la temperatura, humedad, suelos y vientos. La densidad de plantación de un sitio dado, depende del tipo de suelo, topografía, elevación y

facilidades de irrigación. Otro factor que hay que considerar es el carácter dibico de la planta; la plantación deberá tener un arreglo de distribución tal que facilite la polinización y máxima producción. Para plantaciones bajo riego se han empleado distanciamientos de 1.50 m. entre hileras y bajo condiciones de temporal distanciamientos de 3.00 x 3.00 metros. Por otra parte, los distanciamientos también dependen del tipo de recolección que se va a emplear al tiempo de la cosecha. Para siembra directa se han seguido básicamente dos distanciamientos con las siguientes combinaciones: grupo de 5 semillas de 1.50 metros entre grupos y 4.00 m. entre hileras; grupo de tres semillas a 2.00 m. entre grupos y 3.00 m. entre hileras. La separación de semillas en los grupos puede variar de 25 a 30 cm. (11).

Ayerza (1984), menciona que en Sonora, donde existen plantaciones comerciales en producción con edades de hasta 6 y 7 años, cuyo distanciamiento entre hileras es solo de 3.00 m. en la actualidad se presenta el problema de que ésta separación resulta insuficiente a partir del quinto año, impidiendo el paso de un tractor entre ellas para limpieza, fumigaciones, cosecha etc., ya que prácticamente se juntan las líneas (1).

Luego de estas significativas pruebas, todas las nuevas plantaciones que se están realizando en la costa de Hermosillo se hacen distanciadas a 4.00 m. entre hileras.

En el hemisferio Norte se recomienda la siembra de marzo a mayo. En siembras más tempranas, las plántulas pueden ser afectadas por heladas y aumentan los riesgos de pudrición de semillas y secado de plántulas; las siembras tardías pueden verse afectadas por las heladas del invierno siguiente.

Con lo que respecta a riegos, la experiencia hasta ahora acumulada en Hermosillo, aconseja aplicar 4 riegos de 140 mm. de lámina cada uno, distribuidos en enero, abril, julio y septiembre, para obtener buenas producciones todos los años. Es muy importante que el suelo permanezca húmedo durante el primer mes posterior a la plantación de jojoba (1).

Por el lado de la fertilización como todos los cultivos, la jojoba necesita una nutrición apropiada, pero sus requerimientos óptimos son desconocidos por el momento. Sin embargo existen indicaciones que la planta responde al nitrógeno y zinc, especialmente en suelos arenosos. En general, la mayoría de las plantaciones de

10

jojoba no han sido fertilizadas, y esto hasta la fecha no ha limitado su productividad significativamente (10).

Laborin (1982), menciona que desde 1982 en adelante no ha usado fertilizante por no haber tenido respuesta satisfactoria en los años anteriores (1). Por otra parte Wright, 1978, citado por Farra, recomienda de 70 a 80 kg. de nitrógeno por hectárea (11).

Formas de Propagación

Existen en la actualidad diversos métodos de propagación de la planta de jojoba. La reproducción sexual por semilla, reproducción asexual por estacado, injertos y cultivo de tejidos.

(Con lo que respecta a plantaciones hechas por medio de cultivo de tejidos el autor no encontró ninguna referencia de plantaciones que se hallan llevado a cabo por este método en el estado de Sonora.)

Con lo que respecta a este tema el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council), menciona que la técnica de cultivos de tejidos para propagación de jojoba ya esta disponible para usos comerciales. Pero este procedimiento por el lado económico es aun incierto, aunque las plántulas dieron el

mismo resultado que con las estacas. Realmente, en los primeros años que son los más críticos, las plantas producidas por cultivo de tejido reportadas son las que se desarrollan más rápidamente que el resto de los otros métodos. Esto se encontró en experimentos realizados en los Estados Unidos de Norteamérica (10).

Por otro lado Ayerza opina, que la propagación vegetativa en especial por tejidos, es mucho más cara que la siembra mecánica de semilla o incluso utilizando el sistema de trasplante de plántulas (1).

En el CICTUS se estuvieron realizando estudios al respecto, donde se alcanzó la producción de plántulas en el medio de cultivo, donde el principal problema al que se enfrentaban fue el paso de las plántulas del medio de cultivo al lugar de la plantación definitiva, esto debido a falta de apoyo económico oportuno puesto que la técnica y la infraestructura ya existen en este centro para llevar a cabo este tipo de propagación.

III. DESARROLLO HISTORICO Y AVANCE DE LAS PLANTACIONES

La existencia de la jojoba en una extensa zona de Sonora junto con las tierras de la península de Baja California, aunado al alto potencial económico que ofrece el aceite extraído de su semilla, determinó que el gobierno federal y estatal unieran esfuerzos para estudiar las posibilidades de explotación de dicha planta, para aprovechar, a través de un manejo adecuado, las poblaciones silvestres de jojoba, promover el cultivo a nivel intensivo comercial y finalmente para explotar y promover la industrialización del aceite, mediante el establecimiento de módulos agroindustriales (6).

En el estado de Sonora existe una alta tecnología agrícola que sustenta gran parte del producto agrícola nacional, sin embargo esto se ha venido desarrollando a expensas de la utilización intensiva de los recursos agua y suelo de tal forma que en el presente existen limitaciones en el abastecimiento de agua para riego, abatimiento de mantos acuíferos a razón de un metro anual, intrusión salina y avance de suelos salitrosos. Por otro lado siendo la jojoba una planta del desierto sonorense que tiene un potencial económico atractivo, que requiere menos láminas de agua para su establecimiento que los cultivos actuales y que resiste

altas salinidades en suelo y agua es lógico pensar en cultivos como la jojoba que ayuden a resolver estos problemas (6).

La era definitiva del despegue de la jojoba como un cultivo comercial domesticado se inició al principio de la década de los 70's. Este nuevo impetu se dió a consecuencia de la aprobación, por el congreso de los Estados Unidos, de la Acta de la Conservación de Especies en Peligro de Extinción (Endangered Species Conservation Act) de 1969, en la cual se incluyó al cachalote como una especie en peligro de extinción y ya para 1971 se prohibió la importación de aceite de ballena, haciendo que la industria estadounidense buscara un sustituto para el aceite prohibido, destacando la jojoba por sus características fisicoquímicas muy parecidas a las del aceite de ballena (cachalote) (8, 11).

A mediados de 1973 México inicia ya sistemáticamente el estudio de las posibilidades de utilizar la semilla de jojoba y así el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) inició el estudio de la Evaluación del Potencial Económico del Aceite de Jojoba bajo el patrocinio de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas.

El objetivo de este estudio fue generar la información para poder estimar el costo de recolección de la semilla silvestre así como evaluar el mercado potencial del aceite de jojoba. Este estudio fue de primordial importancia para poder determinar las acciones futuras a seguir en lo que concierne a la domesticación del cultivo, al mercado y al aprovechamiento del recurso silvestre. De este estudio sacamos las siguientes conclusiones:

1.- El potencial económico de la jojoba es promisorio, ya que existe un mercado doméstico actual para el aceite de esta especie de cuando menos 90 toneladas al año y un mercado de exportación de 750 toneladas anuales.

2.- El que la planta sea silvestre es una de las mayores desventajas para comercializar el producto ya que no ofrece seguridad en el abastecimiento y eleva los costos de recolección.

3.- Existe la ventaja de la cercanía al mercado más grande para ceras, los Estados Unidos. De esta manera no hay necesidad de pagar altos costos por transporte.

4.- Es necesario ofrecer precios competitivos para estar en ventaja con ceras importadas.

5.- Es necesario un programa a largo plazo tendiente a lograr la domesticación de la planta de tal manera que sea posible el establecimiento de plantaciones comerciales de ella, ya que tratándose de una planta perenne, con bajos requerimientos de agua y resistente a condiciones ambientales adversas, puede ser fuente de riqueza para los pobladores de las regiones áridas (4).

Sobre la base de los resultados prometedores de este estudio, el Gobierno Mexicano, a través de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y del Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT), empezó un programa de investigación y desarrollo para el establecimiento del cultivo. Para 1975 México tenía un programa de investigación y desarrollo bien establecidos; este programa exploraba tres caminos principales de investigación: a) el estudio de los aspectos ecológicos de la planta, encabezado por el Instituto Nacional de Investigación Forestal (INIF), b) la domesticación de la planta, bajo la responsabilidad del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO), c) el estudio de la industrialización, manejo y desarrollo del pro-

ducto de las poblaciones silvestres, llevado a cabo por el CICTUS. Como resultados de estos esfuerzos, varias plantaciones comerciales fueron establecidas en 1977 en el área agrícola de Hermosillo, y una planta extractora de aceite se estableció en la Universidad de Sonora (6).

En un estudio realizado por CONAZA en 1980 sobre la Evaluación Económica y Financiera del Cultivo de Jojoba se establecen las siguientes conclusiones, donde se refleja aún más el motivo de siembra de la jojoba a finales de la década de los 70's y principios de los 80's:

- Dicho estudio se encuentra dentro de los Proyectos Productivos con inversión federal y sus justificantes socio-económicas y Viabilidad financiera se citan ampliamente.

- Económicamente la rentabilidad del cultivo de jojoba, comparativamente con otros cultivos anuales actuales, es más sobresaliente principalmente en los renglones de:

* Ocupación de 30-40 jornales-hombre por hectárea por año.

* Valor de producción por hectárea de \$12,000.00 en el tercer año y hasta \$100,000.00 en el decimo año en adelante y consecuentemente mayor utilidad económica por hectárea.

* Mayor eficiencia en el uso del agua ya que mientras los cultivos anuales requieren de 8-15 riegos, en la jojoba es rentable aplicarle de 4-6 riegos por año; con el sistema convencional de riego por gravedad en surco.

* La viabilidad de un proyecto está en función de su redituabilidad y de los beneficios socio-económicos que genere. En el primer caso la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) es de 29.77%, lo cual indica que el proyecto es de amplia viabilidad.

* La disponibilidad de volúmenes de aceite de jojoba permitiría fomentar la industria nacional para la elaboración de productos que actualmente tienen gran oferta-demanda, como lubricantes, cosméticos, ceras, etc.

* La entrada de divisas al país por la venta al exterior del aceite o cera líquida de jojoba sería muy considerable, teniendo en cuenta la oferta-demanda

actual en los países como Estados Unidos de 18
Norteamérica, Japón, Inglaterra, Israel y Alemania.

En el cuadro 1 del apéndice podemos ver las utilidades que generaba el cultivo de jojoba (2).

Así el interés por la jojoba fue creciendo mundialmente y la necesidad por el aceite y la semilla se hacían sentir. La cosecha de la semilla silvestre fue intensiva, tanto en Sonora como en Baja California. La producción estimada entre 1977 y 1983 fue de 1,316 toneladas de semilla. 1978 fue el año record para la producción de semilla de poblaciones silvestres, y después de este año se declinó drásticamente debido al mal tiempo, falta de información o mala interpretación de la misma y un mercado muy pobre. Aquí se notaba de nuevo la necesidad de establecer plantaciones comerciales para asegurar producción y así poder mantener un mercado más seguro. De las plantaciones de jojoba que actualmente existen en el estado de Sonora el 62.16 por ciento (1,265 has.) pertenecen a cooperativas integradas por ejidatarios y vecindados, el resto 37.84 por ciento (770 has.), están ubicadas en propiedad particular. Esto es según datos de la Comisión Técnica para el Programa de Empleo Rural (COTEPER); Murrieta y Ayerza (9, 1).

El desarrollo de las plantaciones domesticadas a tomado lugar casi exclusivamente en el estado de Sonora, donde las instituciones gubernamentales, centros de investigación y productores prefirieron este esfuerzo que al de la cosecha de la semilla silvestre. El establecimiento de las plantaciones domesticadas empezó en 1977 con 132 hectáreas y en 1978, 423 hectáreas fueron establecidas. La cantidad plantada decreció a 112 hectáreas en 1981 debido a la falta de crédito, altas tasas de interés, y a fallas en el establecimiento de las plantaciones (Cuadro 2, del apéndice). No se han hecho nuevas plantaciones desde 1982, estimándose que actualmente existe una superficie de 2,035 hectáreas sembradas con jojoba ya sea en agricultura de irrigación o de temporal (9).

Estas plantaciones fueron establecidas con el método de siembra directa y a distancias entre surcos que varían de 2.5 a 6.0 m. y la distancia entre plantas varía de 0.40 a 2.00 metros, la mayoría de las plantaciones fueron establecidas con distancias de 3.00 metros entre surcos y aquellas plantadas con siembra directa la distancia entre plantas fue de 0.20 a 0.80 metros (8).

En los Estados Unidos de Norteamérica el in-

terés por el cultivo ha sido impresionante. La mayor parte de las plantaciones se encuentran establecidas en los estados de Arizona y California; del total de ambos estados, el primero cuenta con el 56% aproximadamente. Hasta 1982 existían aproximadamente 11,166 hectáreas únicamente en esta región (12).

Las heladas han sido la causa de pérdidas de plantaciones en ambos países. En México se perdieron tres plantaciones que sumaban 80 hectáreas en el invierno de 1978, durante el mes de diciembre (8).

Rendimientos

En las plantaciones bajo riego por bombeo se cosecharon 586 kgs., en 56 hectáreas promediando 10.46 kilos por hectárea a una edad cercana a los tres años. En 1981 cuando la edad de esas plantaciones fluctuaba entre tres y cuatro años la media de producción por hectárea fue de 37.30 kilos; en 1982 el promedio fue de 200 kilos por hectárea a una edad entre cuatro y cinco años (8).

La producción obtenida de plantaciones irrigadas ha sido muy diferente, como se muestra en el cuadro 3 del apéndice. De estos tres campos de la misma edad de plantación se puede ver que las siembras del campo

Santa Sarina del Sr. Lubbert obtuvo las mejores producciones, empezando en 1980 con 6 kilos por hectárea con plantas de tres años de edad y hasta 579 kilos en plantas de 6 años de edad en 1983 (9).

Para 1986 se obtuvo una media de producción de 200 kilos por hectárea para una superficie de 770 hectáreas en terrenos de propiedad particular.

Por otra parte en las plantaciones ejidales -la mayoría al Sur del estado- la media de producción esta entre 5-8 kilos por hectárea, con plantaciones que van de 2-5 años de edad, estos bajos rendimientos son debido en mucho al errático mantenimiento que se tiene del cultivo.

Con lo que respecta a la cosecha de la semilla de las plantaciones silvestres se puede ver la tendencia que ha seguido hasta el año de 1983 en el cuadro 4. Aquí se muestra que Baja California ha sido el abastecedor más importante de semilla silvestre, con la excepción de 1977 y 1978. Para esto Sonora estaba mejor organizada que Baja California para cosechar y comercializar la semilla, además de que ya se contaba con una planta extractora de aceite en este Estado. El cuadro también muestra el decaimiento de la importancia

del estado de Sonora como abastecedor de semilla silvestre esto debido al establecimiento de cosecha de semilla de plantaciones domesticadas desde 1981 (9).

Ayerza (1984), dice que de acuerdo con las plantaciones comerciales de la Costa de Hermosillo, sin duda las más antiguas en este rubro en el mundo, y con las plantaciones en el Campo Experimental Costa de Hermosillo (CIANO), las cifras promedio que se deben de utilizar para predecir rendimientos son:

EDAD/años	RENDIMIENTO/gramos/planta
3-4	25
4-5	175
5-6	325
6-7	380
7-8	500

IV. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

Comercialización

Los precios de la semilla silvestre, han jugado un papel muy importante, primero en lo que se refiere a la cosecha de la semilla, segundo en el establecimiento de precios para el aceite y tercero, en el establecimiento de precios para la semilla de plantaciones domesticadas. Los precios que se describen en el cuadro 5 del apéndice, han sido erráticos, pero la tendencia ha sido positiva la mayor parte del tiempo, por lo menos en pesos. Fijado en U.S. dolares, los precios han sido más estables, pero con una tendencia negativa. El precio de la semilla ha aumentado desde 30 pesos por kilo en 1976 a 300 pesos en 1984 (9). En 1986 se estuvo comprando la semilla de 1100-2000 pesos por kilo. Fijado en dolares los precios han venido bajando de \$2.40 por kilo en 1976 a \$1.50 en 1984 (9). Y más o menos se ha venido manteniendo en este precio entre \$1.00 y \$1.50 por kilo para 1986. Esto debido al incremento de las plantaciones y al aumento de la producción (Entrevista personal Xicotencatl Murrieta).

El precio del aceite ha mostrado fluctuaciones extremas desde 1978. En este año el aceite estaba fijo entre los 50-55 dolares por galón; el precio más alto

fue ofrecido en 1981 a 120-200 dolares por galón. Despues de este precio extremadamente alto, el precio empezó a decrecer hasta los 27-35 dolares por galón en 1984 (9). Actualmente en 1986 se encuentra alrededor de los 28-30 dolares por galón. En pesos está alrededor de los \$28,000.00-\$30,000.00 por galón de aceite.

Considerando las edades de las plantaciones en ambos paises (U.S.A. y México) la producción de semilla y por supuesto de aceite, se dispara significativamente a partir de 1985. Esta producción está estimada considerando las plantaciones establecidas hasta 1982 únicamente. Con el objeto de estandarizar la producción en ambos paises, se tomó como base los rendimientos que se presentan en el cuadro 6, los cuales son similares a los reportados anteriormente por Murrieta (7).

Para 1985 se estarían produciendo 330,000 galones, es decir 1,074 toneladas de aceite aproximadamente, éste volúmen resulta ser un poco más bajo que el consumo de ceras microcristalinas para abrillantadores para autos o muebles; sin embargo para que la jojoba pudiera entrar en este mercado seria necesario venderla entre 31 a 36 centavos de dolar estadounidense por libra.

Ahora bien, considerando que la jojoba pudiera sustituir totalmente el uso del aceite de ballena a un precio de 60 centavos de dolar americano por libra, se tendrían que producir 63,000 toneladas de aceite para satisfacer las necesidades de los países importadores, necesidades reportadas para la década de los 60's. Si se quisiera sustituir toda la producción total de aceite de ballena que había en esos años, se tendrían que producir 136,000 toneladas anuales. Para el primer caso sería necesaria una superficie entre 45 a 50,000 hectáreas de jojoba con una edad de 10 años; para sustituir la producción total (136,000 ton.) sería necesario constar con 95 a 100,000 hectáreas de jojoba con edad de 10 años (8).

Si consideramos las importaciones de aceite de ballena del año de 1977, las cuales fueron de 14,000 toneladas y que es muy probable que se haya mantenido a ese nivel, ya no sería necesario sembrar más jojoba, pues únicamente la producción del desierto sonorense será de 15,200 toneladas para 1990. Esta producción de aceite de ballena representa el 36 por ciento de la producción mundial de este aceite. Por lo tanto y considerando la tendencia a establecer una moratoria total a la caza de ballena, sería necesario producir cerca de 40,000 toneladas de aceite de jojoba para

sustituir al de ballena; en el corto y mediano plazo, la condición sería establecer precios competitivos y atractivos, aproximadamente de \$1.00 U.S. dolar la libra de aceite de jojoba (8).

El consumo doméstico del aceite de jojoba es tan bajo que no se recomienda hacer nuevas plantaciones del cultivo. La mayor parte del aceite se ha estado exportando en orden de importancia a Japón, Estados Unidos de Norteamérica, Europa e Israel. El mayor comprador de aceite en el mundo es la compañía KOEI Perfumery Co. del Japón que adquiere aceite de Arizona, California, Baja California y Sonora. Aquí en México los compradores más importantes son Laboratorios Orión Hermanos y Perfumes, Aromas y Joval de México (9).

En Sonora la mayoría de los productores ha preferido la venta de semilla en vez del aceite, ya que con el aceite se presta más a la especulación y han tenido problemas con el manejo. En cambio con la semilla se ha presentado ningún problema para su mercado y la venta se hace más fácil y directa. Siendo los principales compradores en la región: Molinos de Jojoba S.A. de C.V. de Cd. Obregon, Union de Ejidos LEA en Caborca, Laboratorios de Jojoba en Guadalajara, Jalisco y Productora de Productos del Desierto S.A. en Tijuana.

Industrialización

El aceite de jojoba no se ha probado ampliamente en prácticas a escala comercial, pero ofrece a la industria química una nueva materia prima que ya en el presente se está produciendo en masa. Las ceras líquidas nunca antes habían estado disponibles a la industria por medio de una planta cultivada. Parece ser que cuando las primeras cantidades disponibles significativas estén al alcance, la industria química rápidamente descubrirá un amplio rango de usos para este producto natural único (10).

El aceite de jojoba y sus derivados parecen tener usos potenciales en productos tan diversos como cosméticos, farmacéuticos, lubricantes, alimentos, aislantes eléctricos, agentes antiespumantes, lubricantes para alta presión, plásticos, entre otros. Más aun, el aceite de jojoba es también un recurso de alcoholes de cadena larga y ácidos con doble ligadura (10).

La naturaleza inherente de los compuestos orgánicos como alcoholes, ésteres, ácidos y las posibilidades de manipuleo químico en el aceite como hidrogenación, sulfurización y polimerización, estimularon el interés en el aceite y despegó la investigación de sus posibles usos (11).

En Estados Unidos de Norteamérica y México durante varios años se han venido produciendo cosméticos conteniendo aceite de jojoba, incluyendo champúes, aceites capilares y cremas faciales. Recientemente, se incorporó jojoba a varios productos farmacéuticos. Los indios Apaches de la reservación de San Carlos, Arizona (U.S.A.), fabrican y venden velas de jojoba.

Varias empresas con base en California (Aguilar Enterprises, Inc., Key Oil and Lubricants, etc.) introdujeron productos lubricantes que contienen aceite de jojoba.

Ya en 1976 los científicos de siete países asistentes a la "II Conferencia Internacional sobre Jojoba y su Aprovechamiento", celebrada en Ensenada (Baja California Norte.), llegaron a conclusiones significativas, probando que la jojoba era la base para el desarrollo de una agroindustria técnica y económicamente viable por lo siguiente:

- El aceite de jojoba es superior al de ballena como lubricante resistente a temperaturas y presiones elevadas.

- El aceite de jojoba es un magnífico agente

antiespumante en la producción de antibióticos por fermentación, y aumenta significativamente el rendimiento de producción de antibióticos. Estos resultados de la investigación podrían ahorrar a la industria farmacéutica miles de millones de pesos.

- Los ésteres de cera hidrogenada de jojoba se pueden mezclar con polietileno y son casi idénticos cristalográficamente a los polímeros, de tal manera que pueden tener un uso comercial como plásticos y, específicamente, como sustitutos de cera carnauba.

- El aceite de jojoba puede utilizarse como base de la mejor calidad para elaborar cosméticos. (1)

Murrieta, trata de describir brevemente el futuro de la industria de la jojoba en México de la siguiente manera: El crecimiento de la industria en términos del área plantada va a proceder muy lentamente. Sobre el lado del abastecimiento del aceite, la industria dependerá mayormente sobre las plantaciones ya establecidas, y si los precios no continúan declinando, las poblaciones silvestres de jojoba tenderán a ser usadas más fuertemente, principalmente en Baja California, a medida que la demanda de aceite se incrementa, ayudado por la sucesiva devaluación del peso.

30

"No pienso que productos finales manufacturados, más allá de los niveles presentes, se desarrollarán en México, ya sea para consumo doméstico o para exportación. Así la mayoría de los productores de aceite en México serán marcados como exportadores. Considerando esto, yo pienso que este país (México), con aproximadamente el 20 por ciento de la producción de aceite, a costos de producción más bajos que en U.S.A., probablemente ayudará a reducir los precios internacionales del aceite" (9).

En suma, anticipamos que la industria de jojoba mexicana mostrará un desarrollo lento, si existe apoyo financiero gubernamental y si hay claras estructuras y mecanismos de mercado internacional (9).

Para concluir, podemos decir que el recurso jojoba en el estado de Sonora, con sus 2,000 hectáreas de plantación y sacando un promedio de producción de 200 kg/ha., de semilla para el año de 1986, en las plantaciones particulares, nos da una producción total de 154 toneladas de semilla, equivalentes a 21,021 galones de aceite (79, 564.48 lt.). Fijando el precio de la tonelada de semilla a \$1,550,000.00 nos damos cuenta que la jojoba a generado divisas de alrededor de los \$238,700,000.00 para este tipo de productores.

Ahora por el lado de las plantaciones ejidales, tomando en cuenta un rendimiento de 7 kg/ha., tenemos una producción total de 8.85 toneladas de semilla que equivalen a 1,208 galones de aceite (4,572.28 lt.). Así la semilla a dado a estos productores aproximadamente la cantidad de \$13,717,500.00.

Sumando estas dos producciones, tenemos que se produjeron 162.85 toneladas de semilla (22,229 galones de aceite; 84,136.76 lt.) y se produjeron divisas por alrededor de los \$252,417,500.00. para el estado de Sonora. Empleando una mano de obra de más o menos 40-60 jornales hombre por hectárea en el año de 1986.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El potencial económico de la jojoba es promisorio, ya que tiene características que la hacen muy recomendable para su establecimiento como un cultivo de zonas áridas y semi-áridas. Estas características son las de bajos consumos de agua, tolerancia a altas concentraciones salinas, tiene un potencial de generación de empleo igual o más alto que el de la vid y el algodón, y produce una cera de gran aceptación en el mercado (6).

Después de doce años de esfuerzo, México ha alcanzado un modesto desarrollo de la jojoba como cultivo domesticado. Ha sido capaz de establecer 2,000 hectáreas de plantaciones, lo cual es alrededor del 20 por ciento de lo que ha establecido Estados Unidos en el mismo periodo de tiempo. Tiene una buena capacidad de extracción de aceite y también tiene aproximadamente 250,000 hectáreas de jojoba silvestre con un buen potencial de cosecha (9).

La producción estimada de aceite de las plantaciones en México para los próximos cuatro años será de 260,000 galones para 1987 y 846,000 para 1990, que es cuando se espera que la producción alcance el punto de estabilización. (Cuadro, 7 del apéndice). Esta produc-

ción es equivalente al 20 por ciento de la producción estimada de aceite de los Estados Unidos para 1987 y el 22 por ciento de la producción de Estados Unidos para 1990 (9).

A pesar de las ventajas que ofrece el cultivo de jojoba, no ha sido posible establecer más tierras al cultivo debido esto a varias razones: uno es el alto costo de inversión de capital, otro es que la jojoba es un proyecto a largo plazo, que actualmente no compite con cultivos de ciclo corto y que dejan utilidades más rápido. Otros cultivos de largo plazo tales como la vid y árboles frutales tienen un buen y establecido mercado, mientras que la comercialización para el aceite de jojoba esta aun incierta para los productores mexicanos. El mercado para el aceite de jojoba mexicano seria Europa, los Estados Unidos y Japón; el consumo doméstico del aceite es tan bajo que no se recomienda hacer nuevas plantaciones del cultivo.

De esta forma podemos concluir que los nuevos agricultores que quieraⁿ iniciarse en el cultivo de jojoba deberán seguir las siguientes consideraciones:

- La jojoba es un cultivo a largo plazo, por lo tanto es necesario contar con financiamiento para el

mantenimiento de la plantación por un mínimo de cuatro años.

- Los nuevos productores de jojoba deberán pensar en precios mas bajos que los actuales, tanto para semilla como para aceite.

- Será necesario la organización de los productores para reducir costos de insumos y sobre todo para la realización de un esfuerzo sólido de comercialización.

- Es necesario apoyar el desarrollo de nuevos productos y la utilización de subproductos, ejemplo la pasta residual.

- Es recomendable que la forma de organización sea la de una agroindustria organizada verticalmente en donde el agricultor es también el productor del aceite (8).

Para que la jojoba alcance su potencial de utilidad se necesita ahora aplicarle el mismo esfuerzo al desarrollo del mercado que se le fue aplicado a las prácticas agrícolas. El mayor reto consiste en lograr que un mayor número de compañías usen jojoba en sus productos. Es así como la jojoba abre un inmenso campo

a la investigación no solo de mercadeo sino también para el sector industrial, la química y la agricultura. Ya que aun es poco lo que se conoce sobre ella.

Debemos promover y realizar estudios similares sobre otras especies Nativas de nuestro desierto para que con su explotación se creen fuentes de alimentos y/o fuentes de trabajo para los habitantes de éstas áreas.

Cuadro 1. Relación egresos e ingresos en un periodo de 15 años del cultivo de jojoba a (1980). (CONAZA)

ANOS	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDAD
1	---	\$436,314.92	-\$436,314.92
2	---	\$422,783.76	-\$422,783.76
3	\$300,000.00	\$519,757.76	-\$219,757.76
4	\$450,000.00	\$541,567.76	-\$91,567.76
5	\$750,000.00	\$563,671.76	\$186,328.24
6			
7			
10	\$2,555,000.00	\$686,718.76	\$1,863,281.24
11			
12			
15	\$3,750,000.00	\$826,718.76	\$2,923,281.24
TOTAL	\$27,900,000.00	\$9,556,940.64	\$18,343,059.36

Cuadro 2. Area total de plantaciones de jojoba en el estado de Sonora.

ANO	HECTAREAS	ACUMULADO/HAS.
1977	132	132
1978	423	555
1979	197	752
1980	161	913
1981	112	1025
1982	500	1525
1983*	---	---
1984*	---	---
1985*	---	---
1986*	---	---
TOTAL		2035

*No se encontraron datos sobre el área precisa sembrada correspondiente a los años 1983-1986.

Cuadro 3. Datos de producción promedio de semilla de plantaciones domesticadas en kg/ha. Costa de Hermosillo.

ANO	SACRAMENTO	SANTA ZARINA	EL FERICO
1980	10	6	8
1981	45	145	50
1982	90	450	80
1983	300	579	200
1984	200	265	200
1985*	↓	↓	↓
1986	300	200	100

*No se encontraron datos precisos para 1985.

Cuadro 4. Producción de semilla de poblaciones silvestres cosechada en los Estados de Baja California y Sonora a 1983. -Ton.-

ANO	BAJA CALIFORNIA	SONORA	TOTAL
1976	10	100	110
1977	3	200	203
1978	160	200	360
1979	84	60	144
1980	94	40	134
1981	150	25	175
1982	150	35	185
1983	150	20	170

Cuadro 5. Oscilación de precios de la producción de semilla de jojoba en el Estado de Sonora.

ANO	PESOS/KILO
1976	30.00
1977	20.00
1978	92.00
1979	106.00
1980	150.00
1981	150.00
1982	250.00
1983	350.00
1984	300.00
1985*	†
1986	1100-2000

*No se tuvo referencia del año 1985

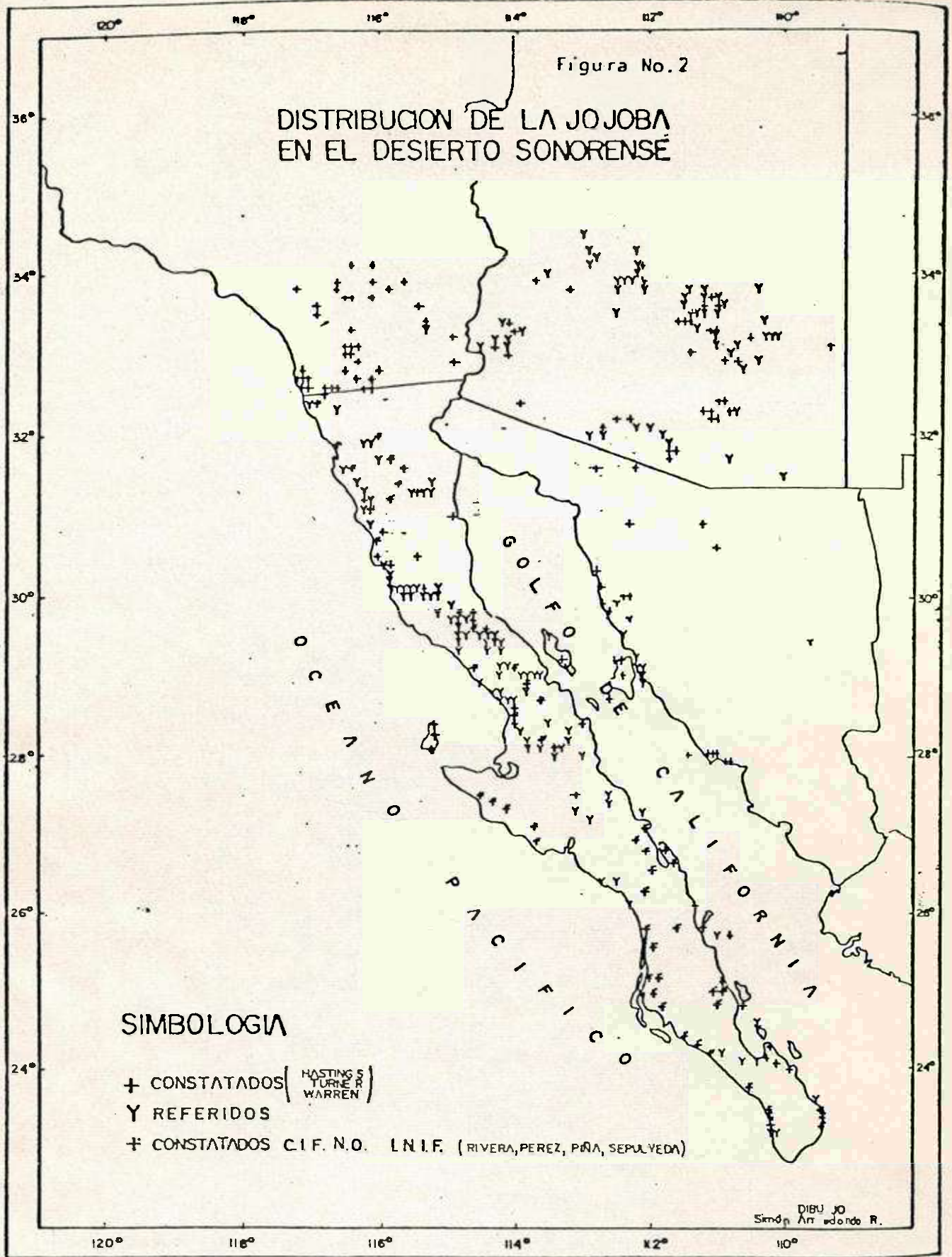
Cuadro 6. Relación de rendimientos de semilla de jojoba en plantaciones de diferentes años de antigüedad en el Estado de Sonora.*

ANO DE COSECHA	EDAD	RENDIMIENTO (KG./HA.)
1	3-4	55
2	4-5	270
3	5-6	700
4	6-7	1,300
5	7-8	1,960
6	8-9	2,600
7	9-10	3,050

*Tomado de Whittaker. (12)

Cuadro 7. Pronostico de producción esperada de semilla y aceite de jojoba en el Estado de Sonora.

ANO	TONS. DE SEMILLA	GALONES DE ACEITE	LITROS
1987	1899	260,000	984,100
1988	2874	393,000	1,487,505
1989	3964	543,000	2,055,225
1990	6176	846,000	3,202,110



VI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ayerza, R. 1984. La Jojoba. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur S.A. p.p. 21-27; 58-62; 109-120 134-143; 158-168; 182-197.
- 2.- Comisión Nacional de Zonas Áridas. 1980. CONAZA. Proyecto de Plantación de Jojoba en el Municipio de Caborca. Hermosillo, Sonora. p.p. 238-241.
- 3.- Laborin, M. 1982. Comportamiento de una Plantación Comercial de Jojoba de 4 y 5 años de Edad en La Costa de Hermosillo, Sonora. Jojoba and Its Uses Through 1982. Proceedings of of the Fifth International Conference. October 11-15, Tucson, Arizona. U.S.A. p.p. 245-247.
- 4.- Murrieta, X. 1974. Evaluación del Potencial Económico del Aceite de Jojoba. Hermosillo, Sonora. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. p.p. 38-41.
- 5.- Murrieta, X. 1976. La Jojoba en Sonora. Memorias de la II Conferencia Internacional Sobre la

42

Jojoba y su Aprovechamiento. Ensenada Baja
California Norte, México. 10-12 de Febrero.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
Comisión Nacional de las Zonas Áridas.
p.p. 31-37

6.- Murrieta, X. 1981. Panorámica General de la Jojoba
en Sonora. Hermosillo, Sonora. Centro de
Investigación científicas y Tecnológicas de la
Universidad de Sonora.

7.- Murrieta, X. 1982. Situação Mundial da Cultura da
Jojoba. En Trabalhos Apresentados no I ciclo
de Palestras Sobre Jojoba. Natal R.N. Brasil.
20-22 Julio. Empresa de Pesquisa Agropecuaria do
Rio Grande do Norte S/A. p.p. 7-23.

8.- Murrieta, X. 1983. Desarrollo y Perspectivas de la
Jojoba en el Desierto Sonorense. Primer
Encuentro Nacional de Jojoba. S.F.V.
Catamarca, Argentina. Octubre 5-7. Secretaria
de Ciencia y Tecnología. Buenos Aires. p.p. 27-
36

9.- Murrieta, X. 1984. Prospects for Jojoba in México
Twelve Years Later. Proceedings of the Sixth

International Conference on Jojoba and Its ⁴³
Uses. October 21-26. Beer-Sheva, Israel.
p.p. 33-37.

10.- National Research Council. 1985. Jojoba: New Crop
for Arid Lands, New Material for Industry.
National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A.

11.- Parra, H. 1980. La Jojoba (Simmondsia chinensis,
Link Schneider) Una Revisión Bibliográfica.
Una Contribución al Conocimiento de la
Jojoba. 25-28 de Junio. La Paz B.C. Sur.
Publicación Especial No. 20. Instituto
Nacional de Investigación Forestal.
Secretaría de Agricultura y Recursos
Hidráulicos. p.p. 339-436.

12.- Whittaker, C.A. 1983. Jojoba in America. Jojoba
Happenings. U.S.A. July-August 11 (4):10.

RS- T-1636