

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

LA JOJOBA APLICACIONES EN LA INDUSTRIA COSMETICA Y OTRAS INDUSTRIAS

T R A B A J O
MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION
GERARDO CHAVEZ TORRES
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	INTRODUCCION	1
I	GENERALIDADES	4
	1. Nomenclatura	5
	2. Taxonomía	5
	a) Familia	
	b) Género	
	3. Habitat	5
	a) En México	
	b) En el Mundo	
	4. Descripción Botánica	8
	a) Morfología de las plantas de jojoba	
	b) Las hojas	
	c) Las flores	
	d) Los frutos	
	e) La semilla	
	f) La raíz	
II	PROCESOS PARA LA EXTRACCION DEL ACEITE	22
	1. Preparación de la materia prima	22
	2. Cocción	22
	3. Extracción mecánica del aceite	23
	4. Filtrado	23
III	PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	24
IV	USOS MAS IMPORTANTES DE LA JOJOBA	33
	1. Etnobotánica	33
	2. Utilización de la planta de jojoba	34
	3. Utilización de la semilla de jojoba	35
	a) Sulfurización y sulfatación	
	b) Hidrogenación, polimerización y epoxidación	
	c) Acidos, alcoholes y ésteres	
	d) Farmacopea	

V	LA JOJOBA EN COSMETOLOGIA	40
	1. Pruebas de seguridad en el uso del aceite de jojoba	
	a) Prueba de toxicidad aguda	
	b) Prueba de irritación al ojo	
	c) Prueba de uso repetido	
	d) Prueba de irritación en la piel humana	
	2. El aceite de ballena de esperma y el aceite de jojoba	47
	3. El aceite de jojoba y otras ceras	48
	4. El aceite de jojoba como materia prima	49
	5. Productos cosméticos de jojoba	50
VI	ASPECTOS ECONOMICOS DE INTERES SOBRE LA JOJOBA	64
	1. Demanda y plantaciones comerciales	64
	2. Importación económica	66
	3. Industrialización de la jojoba	66
VII	RESULTADOS	69
VIII	CONCLUSIONES	70
	BIBLIOGRAFIA	72

INTRODUCCION

Algunos de los promotores de la jojoba la han descrito como "planta maravillosa", "la ballena del desierto", "aceite del futuro" y otros conceptos igualmente impactantes tales como "grandes esperanzas", "siembre su propio pozo petrolero". Lo cierto es que la jojoba destaca entre los recursos naturales de las zonas áridas del noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos. Es una planta silvestre, siempre verde y en extremo longeva, ya que su ciclo de vida excede, en promedio, los cien años. Tolera la sequía, la intensidad de los rayos solares y la concentración de las sales alcalinas que, por lo general, caracterizan y acompañan a las tierras de las zonas áridas.

Dada la resistencia a la sequía y la preferencia por suelos rocosos bien drenados (constituidos esencialmente por arena, grava y arcilla) se estima que su cultivo podría prosperar en tierras marginales, de las cuales no se obtiene a la fecha ningún beneficio. Debe destacarse que la jojoba muestra gran tolerancia a suelos alcalinos e inclusive a ser regada con agua salobre.

El interés expreso por la industria de la jojoba se debe principalmente al aceite que se obtiene de la semilla. Debido a sus propiedades físicas y químicas, está considerado como el principal sustituto del aceite de esperma de ballena.

Por otro lado, el aceite de jojoba es una fuente de productos derivados que, dadas sus características, encontrarían rápidamente un lugar en el mercado. Así se tiene que, bajo ciertas condiciones de sulfurización del aceite, se obtiene un material parecido al caucho, que se utiliza en la elaboración del linoleum y como componente en tintas de imprenta y se ha sugerido como un material valioso para la industria de goma de mascar.

De la doble cadena de ácidos y alcoholes no saturados que componen el aceite de jojoba se obtienen desinfectantes, detergentes, emulsificantes, capas protectoras para bases de cremas, pomadas, etc.

Bajo un proceso de hidrogenación, el aceite de jojoba se transforma en una cera blanca dura, la cual se emplea en la elaboración de ceras para pulir y en la fabricación de velas.

En Estados Unidos se estima que el 10% del petróleo que se consume es como gasolina, diesel, combustibles, lubricantes y disolventes y el 90% restante en plásticos, medicinas y otros productos. El aceite de jojoba podría reemplazar al petróleo como materia prima - en el 90% mencionado para la derivación de productos industriales; - por otra parte, en la medida que el petróleo falte como fuente de - energía y lubricantes, tomarán su lugar la energía atómica, la solar, la geotérmica y como lubricantes no se contempla otro recurso factible mas que el aceite de jojoba que, además, es renovable.

El aceite de jojoba en farmacología es un excelente agente en la producción de penicilina y aumenta significativamente el rendimiento antibiótico. Cuando se inicie la producción, se originará - una agroindustria rentable que ahorrará millones de dólares al campo farmacéutico.

El aceite de jojoba es también el lubricante mas fino conocido es el único lubricante usado en el corazón artificial humano implantable diseñado por el Westinghouse Corporation bajo contrato federal (E.U.).

En la industria automotriz se utiliza, en carros de carreras, como aditivo en diferenciales y cajas de transmisión, ya que forma menos carbón y mantiene en un 15% mas frio el motor evitando desgaste del mismo, dando más fuerza con mejor rendimiento en kilómetros por litro, con menos cambio de aceite.

Como lubricante en máquinas de alta velocidad o en cajas de cambio de velocidades o transmisiones automáticas, tiene la ventaja de requerir poca o ninguna refinación; también es bueno como agente de corte o molienda y puede ser usado como ingrediente en otros lubricantes.

Una vez manufacturada la cera sólida hidrogenada, puede mezclarse en todas proporciones con polietileno y polipropileno, siendo casi idéntico en su estructura química al polietileno, indican-

do un amplio uso comercial como ingrediente en la producción de - plásticos, cuero artificial, adhesivos, limpiadores y abrillantadores, cosméticos, fármacos, aislantes, hules y textiles.

En cosméticos es usado ampliamente como parte de shampoos, - cremas, lociones y bronceadores de la piel, productos ya en el mercado.

La semilla de jojoba, usada como alimento, en pruebas de laboratorio, ha mostrado que suprime el apetito; esto podría orientar en un futuro al posible desarrollo de la primera píldora dietética natural. La pasta de jojoba (residuo después de extraerle el aceite a la semilla) podría utilizarse como forraje, debido a su elevado contenido protéico.

Es comprensible entonces el interés despertado por la jojoba en algunos investigadores. Sin embargo, los usos potenciales de ésta son desconocidos en general.

Siendo un recurso natural propio del país, es necesario estimular el desarrollo de esta agroindustria, lo que derivaría en una importante fuente de empleos y entrada de divisas al país, tan necesarias en la situación que vivimos actualmente.

Las condiciones geográficas están dadas; falta pues, difundir la información y dilucidar la científica y real, de atribuciones fantosmas.

Es necesario tener una base científica, un punto de partida para iniciar investigaciones específicas y quizá sean el comienzo de lo que sería una muy importante industria.

Contar con la información general, características botánicas, fisicoquímicas, farmacológicas, etc. es solo el primer paso en el desarrollo de la jojoba en la industria. Y dentro de ésta, es precisamente la cosmetología la puerta de entrada.

Es debido a lo anterior, que se está realizando el presente trabajo.

I GENERALIDADES

La jojoba es un arbusto de ramazón intrincado, usualmente con muchos tallos que parten cerca de la base de la planta, dándole una apariencia redondeada y truncada; alcanza una altura de 60 a 90 cms.; sin embargo, las hay hasta de cinco metros. Produce, además, un fruto seco que, al alcanzar la madurez plena, es arrojado fuera de sí en forma de semilla.

Al prensar la semilla de jojoba, se obtiene un líquido en una proporción que varía del 45 al 60% del peso de la semilla al analizarlo se encontró que se trataba de ésteres no glicéridos de cadena recta, cada uno de ellos de 20 a 22 átomos de carbono y una doble ligadura; por ello se le considera como una cera, siendo la única fuente vegetal conocida hasta hoy de esta clase de compuestos. La fuente tradicional de producción de este tipo de compuestos es la ballena de esperma y otras especies marinas en peligro de extinción.

Las ceras de este tipo son difíciles de sintetizar comercialmente.

El cultivo de la jojoba ahorra agua, pues requiere solo 15 litros de agua por planta al año, previene la erosión de suelos por su estructura de raíz pivotante (10 a 14 mts.), sobrevive a temperaturas extremas de -6°C de 5 a 7 días de duración y su rendimiento es mayor en temperaturas elevadas del medio ambiente. La semilla puede ser almacenada por años, sin que pierda ninguno de los valores de su contenido de cera.

El follaje de jojoba ha sido conocido como un excelente alimento forrajero y de ramoneo para diferentes tipos de ganado.

La planta está considerada como una valiosa herramienta para la estabilización de los suelos del desierto y como arbusto ornamental, debido a sus bajos rendimientos de agua.

La cáscara de la semilla puede ser un excelente compost mejorador de suelo.

1. NOMENCLATURA

El nombre de jojoba proviene de una distorsión del español de la colonia, ya que era denominada jojowi por los indios pápagos de Arizona. Es conocida también como nuez de cabra, - nuez de borrego, nuez de cochino, planta de quina y avellana-silvestre.

2. TAXONOMIA

a) Familia

La jojoba pertenece a la familia de las Buxaceae, cuyos - miembros presentan una distribución bastante diferente.

b) Géneros

La posición taxonómica de la jojoba, conocida propiamente - como Simmondsia chinensis (Link) Schneider, ha sido tema - de muchos debates y confusiones.

Link en 1822 la describió originalmente como Buxus chinensis, al haberla confundido con unas muestras traídas de - China. En 1844, Nuttall describió algunos ejemplares en San Diego, California, dándoles el nombre de Simmondsia cali - fornica; sin embargo Schneider (1907) apeándose a las reglas de prioridad de la nomenclatura botánica internacio - nal, retuvo el nombre original de Simmondsia chinensis, - perpetuándose en el nombre un error en la ubicación geográ - fica de la especie.

Actualmente ambos nombres aparecen en las publicaciones y - se consideran como sinónimos.

3. HABITAT

Las poblaciones naturales de jojoba se encuentran entre - los 23° y 35° de latitud Norte y 109° y 117° longitud Oeste.

Mapas recientes, donde se señala la distribución de la jo - joba muestran que la superficie que ocupa la especie incluye

la mayor parte del denominado Desierto Sonorense (mapa 1), - el cual comprende la porción Suroeste de Arizona y California en los Estados Unidos y el Noroeste de México en los estados de Sonora, Baja California Norte y Baja California Sur así como en las islas adyacentes.

Las poblaciones que son erráticas, pueden constar de una o varias hectáreas, aunque hay superficies extensas con millones de individuos, en el Valle de Trinidad en Baja California.

La jojoba se presenta en elevaciones que van desde 0 a 1,500 mts. sobre el nivel del mar.

Las poblaciones mas grandes se localizan entre los 750 y 1,500 mts. sobre el nivel del mar, como en el estado de Arizona y la parte más al Norte de la Península; en el resto de ésta se localiza por las costas, a elevaciones cercanas al nivel del mar.

La jojoba indica ser selectiva respecto a las condiciones ambientales donde se desarrolla, prefiere suelos arenosos y profundos o donde hay aluviones y mezclas de granito y arcilla, terrenos que facilitan la aereación y el drenaje de agua.

Los suelos de jojoba van de neutros a alcalinos, son abundantes en fósforo y están sujetos a sequías anuales, lo cual parece ser prerequisite.

Aunque la jojoba crece en desiertos donde la precipitación es menor de 12 mm. los mejores crecimientos se observan en lugares con 288 a 456 mm. de precipitación anual, como en los márgenes Norte y Oeste del Desierto Sonorense, Arizona Central y Norte de Baja California.

Esta planta se caracteriza porque crece mejor en climas con lluvias menudas de invierno-primavera, que penetran bien en los suelos, que en aquéllos con lluvias torrenciales pero efímeras,

La jojoba es una planta heliofita, requiere de 250 días-

de sol y responde vigorosamente al brillante sol del desierto; similarmente está bien adaptada a las fluctuaciones de temperatura del desierto. Las plantas adultas no exhiben sin tomas de daño en heladas aunque las temperaturas bajen a -9°C . Así mismo, altas temperaturas no tienen efectos adversos a menos que excedan de 50°C . Sin embargo, las flores son susceptibles de quemarse en tales condiciones.

Las plántulas son mas delicadas y pueden resultar dañadas a menos de 1°C .

Debido a que la jojoba es una planta forrajera nutritiva, Gentry (1973) propone que las poblaciones actuales podrían ser el resultado de necesidades o presiones de la fauna ru - miante del Pleistoceno. Por otra parte Fleger (1966) ha indi cado que la influencia del ganado ha limitado la distribu - ción de la jojoba a las áreas del Desierto de Sonora con ve - getación propia de matorrales espinosos.

a) Habitat en México

Como ya se ha dicho, en forma natural crece en los esta - dos de Baja California Norte y Sur, y el estado de Sonora. En cuanto a su posible domesticación en el país, compren - de una amplia área de dispersión de su probable adapta - ción, en latitudes cercanas que abarcan los estados de - Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Sina loa, San Luis Potosi, Zacatecas y Aguascalientes (mapa 2).

b) Habitat en el mundo

A pesar de que la jojoba solo crece en forma natural en - el desierto sonorense, muchos son los países que están - probando su adaptación y realizando investigaciones en di ferentes partes del mundo, entre ellos se pueden mencio - nar: Israel, Australia, Sudán, India, Egipto, Libia, Tai - landia, Kuwait, Suroeste de Africa, Venezuela, Costa Rica, Hawaii, Japón, Alemania Occidental, Irak, Irán y Dinamarca, (mapa 3).

4. DESCRIPCION BOTANICA

a) Morfología de las plantas de jojoba

La jojoba es un arbusto leñoso, de hoja perenne, que comunmente crece de 60 cms. a 20 mts. de altura, con numerosas ramas que parten de la corona de la raíz. Pueden encontrarse individuos de 3 a 4 y hasta 5 mts. en condiciones especiales.

En condiciones normales, las plantas expuestas a plena luz presentan numerosas ramas laterales que brotan de la base, dando el aspecto, cuando adultas, de una copa de follaje simétrico que parte desde el suelo.

También se han notado variaciones en las plantas masculinas y las femeninas; las masculinas son mas altas y con menos poda natural, por no sufrir el esfuerzo de la producción de semillas.

Las hembras, especialmente las buenas productoras de semillas, pueden tener una pobre conformación vegetativa. Sin embargo, se han encontrado pocas plantas monoicas. La jojoba es dioica, aunque rara vez se fertilizan ellas mismas, dando como resultado una germinación normal. La polinización se efectúa por el viento; por esto, las plantas macho deben ser plantadas del lado donde soplan los vientos dominantes para facilitar que el polen se desparrame sobre las plantas femeninas. Se han comprobado polinizaciones a media milla de distancia pero lográndose así pocas semillas. Se han descrito diferentes conformaciones en las plantas de jojoba que corresponde a "formas" y no a diferentes especies genéticas, ya que en las poblaciones silvestres las líneas genéticas se han recombinado a causa de su inherente polinización cruzada.

Se citan cuatro formas que representan diferentes potenciales para el cultivo de esta especie:

1.- Planta baja y postrada

2.- Arbusto alto y denso (esférico)

3.- De varias ramas altas decumbentes, con una corona -
abierta e irregular

4.- Conformación arbórea con una corona variable

Los factores ambientales como fuego, viento, arena, ramoneo del ganado o disponibilidad de agua, pueden también haber contribuido sustancialmente en la apariencia individual de estas plantas.

La Jojoba presenta una gran longevidad. El Dr. Yermanos encontró un tronco de mas de 6 pulgadas de diámetro que tenía 240 anillos de crecimiento anual en el nivel del suelo.

Las ramas tiernas que se quiebran fácilmente y los troncos son fácil de desgajar.

La madera es de color amarillo claro, dura, pesada de textura fina de grano cerrado, inodora, insípida y de poca durabilidad cuando está en contacto con el suelo; ocasionalmente se utiliza como leña.

b) Las hojas

Las hojas son gruesas, coriáceas, oblongas, opuestas, encruz pubescentes y perennes. La hoja aparentemente vive de 2 a 3 estaciones, dependiendo de las condiciones de humedad y sombra. El espesor, tamaño, forma, color y pubescencia varían de un individuo a otro como resultado de patrones ambientales, principalmente de la disponibilidad de agua en largos períodos y pueden estar correlacionados con otros caracteres como la combinación de hojas pequeñas y cápsulas chicas.

Las hojas viejas son notoriamente mas grandes que las del año, indicando que el crecimiento continua durante la segunda estación, eventualmente se desarrolla una abscisión en el muy corto peciolo y se desprende.

Las hojas mas viejas pierden mucha de su fina pubescencia

y se cubren de cera. El verde azulado o cenizo del primer año, se convierte en un verde mas pálido en el segundo año; cuando han madurado frecuentemente se jaspean en el márgen de un color café rojizo.

Algunos arbustos parecen defoliarse mas fácilmente que otros y durante la fructificación aparecen aun mas defoliados.

La caída de la hoja está relacionada con la edad y la sequía del verano.

c) Las flores

La jojoba es una planta dioica cuyas flores masculinas y femeninas o pistiladas son pequeñas o incospicuas de color verde pálido y brotan de las yemas axilares de las hojas.

Normalmente, solo una yema opuesta permanece latente, pueden permanecer latentes ambas yemas florales en nudos alternados durante la primer estación, resultando floración en cada tercer nudo.

Este es un patrón de las poblaciones de Arizona, en California presentan floración en cada nudo.

Las flores masculinas o estaminadas, difieren marcadamente de las femeninas, también brotan las yemas axilares pero son mas pequeñas y en racimos de color amarillo pálido tienen el mismo régimen que las femeninas.

La sequía es de los factores que mas influyen en la inhibición de las yemas florales. Cuando una temporada de buenas lluvias precede a una de sequía, estas se activan al igual que las nuevas. El frío invernal también inhibe el desarrollo de las flores.

La sequía del verano y el frío del invierno tienden a concentrar la floración de primavera.

En las poblaciones naturales de jojoba, las plantas de ambos sexos parecen estar bien sincronizadas con la húme-

dad y la temperatura, presentándose abundante polen para los pistilos receptivos en la primavera. El polen es trasladado fácilmente por el viento, habiéndose observado plantas femeninas fecundadas a mas de 1 km. de distancia. La relación de plantas macho-hembra en las poblaciones naturales es variable, aunque en general es de 50% y 50%; - en algunos casos, el porcentaje de plantas masculinas es ligeramente mayor, como en Arizona.

En casos excepcionales se localizan plantas monoicas de - jojoba; sin embargo su producción es escasa y la semilla muy pequeña para pensar en la posibilidad comercial.

d) Los frutos

El fruto es una cápsula normalmente dehiscente, conteniendo de 1 a 3 óvulos adheridos a la placenta en el ápice de la cápsula.

El óvulo crece del ápice hacia la base de la cápsula en una posición invertida.

La cápsula alcanza su desarrollo total en aproximadamente 3 meses, crece mas rápidamente que el óvulo u óvulos que irán a ocuparla completamente.

El tiempo que requiere para su maduración es de 6 a 7 meses a partir de la fertilización (Figura 1).

Si las condiciones de la estación son desfavorables para su desarrollo, estos óvulos pueden abortarse antes de llenar la cápsula.

Las cápsulas varían notablemente de tamaño, forma y color estas pueden ser relativamente cortas y redondas, largas y agudas, grandes o chicas, ovales o elípticas y el número de semillas suelen ser mas llenas y cortas que las de una semilla.

Parece ser que existe una correlación entre el tamaño de las hojas y el de las cápsulas, a hojas pequeñas, cápsulas pequeñas y viceversa.

Las plantas con tendencia a producir frutos en fascículos o racimos representan interés por sus potencialmente altas cosechas y por facilitar la pizca de la semilla.

El muy bajo porcentaje de arbustos que presentan frutos fasciculares brotan de un pedúnculo único y producen 1 ó 2% de cápsulas dobles o triples.

Notablemente en Santo Tomás, Baja California el 10 ó 15% de la población femenina presenta frutos fasciculares; - una parte de este porcentaje de arbustos está compuesto - de 25 a 40% de pedúnculos con 2 a 6 cápsulas cada una.

e) La semilla

Al madurar los frutos, la cápsula se revienta, quedando la semilla expuesta, desprendiéndose por sí sola. Durante la maduración de la semilla, la humedad de la cápsula disminuye considerablemente, la semilla verde e inmadura tiene 40% de humedad, las maduras 10%.

La semilla de jobo es de color café oscuro, variando en tamaño, forma y pubescencia. Presenta muy poco o nada de endospermo y está formada prácticamente de los cotiledones, que al entrar en contacto con la humedad del suelo se hinchan y proporcionan energía en la germinación de la nueva plántula.

Durante la maduración de la semilla se va incrementando el contenido de aceite; aunque la semilla madura varía en tamaño, esto no afecta en el contenido del aceite que varía de 45 a 60% por peso de la semilla (Tabla 1), con un promedio de 50% del mismo. Este aceite es empleado por el embrión en la germinación y el contenido disminuye de 48- a 10% en 30 días. El tiempo de germinación de la semilla varía entre 18 y 21 días.

La época de maduración de la semilla está determinada por los factores ambientales y genéticos.

La temporada de producción puede ser tardía y prolongada,

dependiendo de la humedad y el frío de la primavera y verano, o bien temprana si se presenta la sequía y calor de esas estaciones.

Generalmente el desprendimiento de la semilla dura de 6 a 7 semanas en algunas localidades, aunque puede haber arbutos que desprenden toda la semilla en un mes.

Normalmente, en las poblaciones de Baja California, las semillas maduran de 1 a 2 meses mas temprano que las de Arizona y California.

Un kilogramo de semilla de tamaño promedio consta de 1,600 a 2,000 semillas aproximadamente. Su tamaño puede ser de 0.2 gramos hasta 2.2 gramos.

f) La raíz

La raíz es pivotante con pocas raicillas laterales cuando es joven, después aparece bifurcada.

Según experimentos, al germinar la semilla a 2 cms. de profundidad en buen suelo, la raíz carnosa y delgada crece a razón de 2.5 cms. promedio por día y para cuando la plántula emerge, alcanza una profundidad de 50 a 60 cms (Figura 2) en óptimas condiciones de humedad, temperatura y con semillas buenas; esto sucede en alrededor de 20 días.

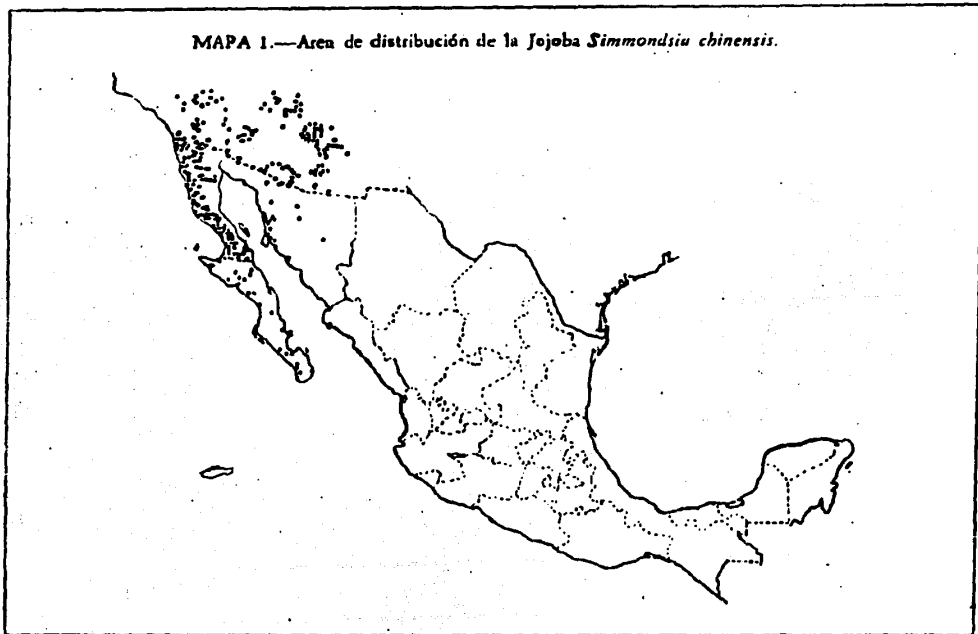
La raíz de plantas de un año de edad proveniente de semillas alcanza hasta siete veces la altura de la planta, 2.10 a 2.30 mts. con pocas raicillas laterales. Este hábito de crecimiento a plomo y de construcción de un gran aparato radicular profundo buscando la humedad y nutrientes donde otras plantas no llegan, la presencia de una delgada cutícula de cera, una gran resistencia de las estomas y un bajo potencial osmótico, aseguran su supervivencia siendo probablemente la planta de zonas áridas mas resistente a la sequía (Figura 3).

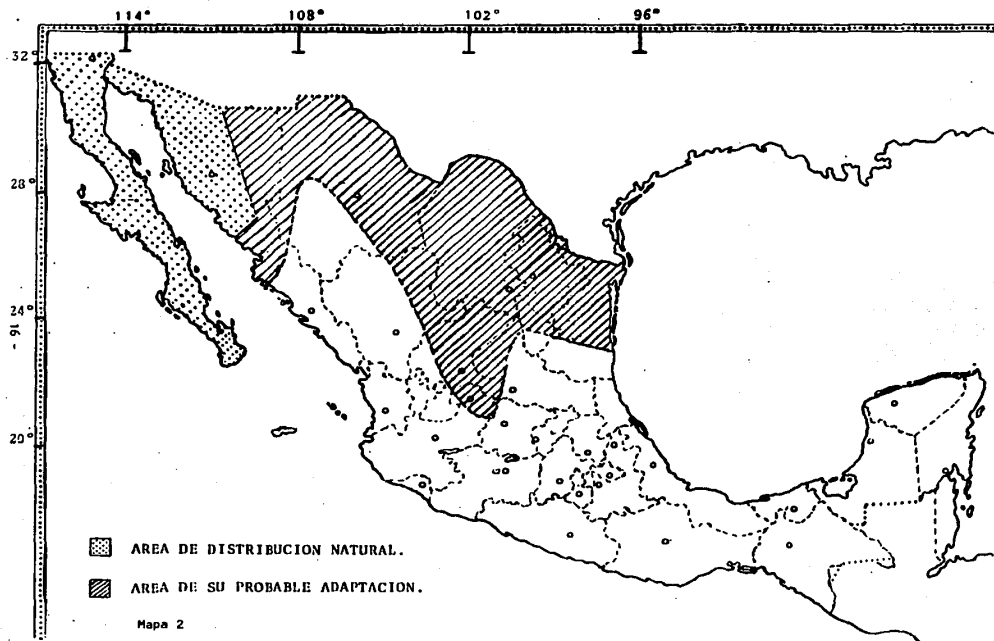
La raíz no tiene crecimientos horizontales significativos, a menos que encuentre un estrato del suelo muy compactado;

aquí sigue la superficie del mismo hasta encontrar paso en una fisura por donde penetra y sigue su crecimiento hacia abajo.

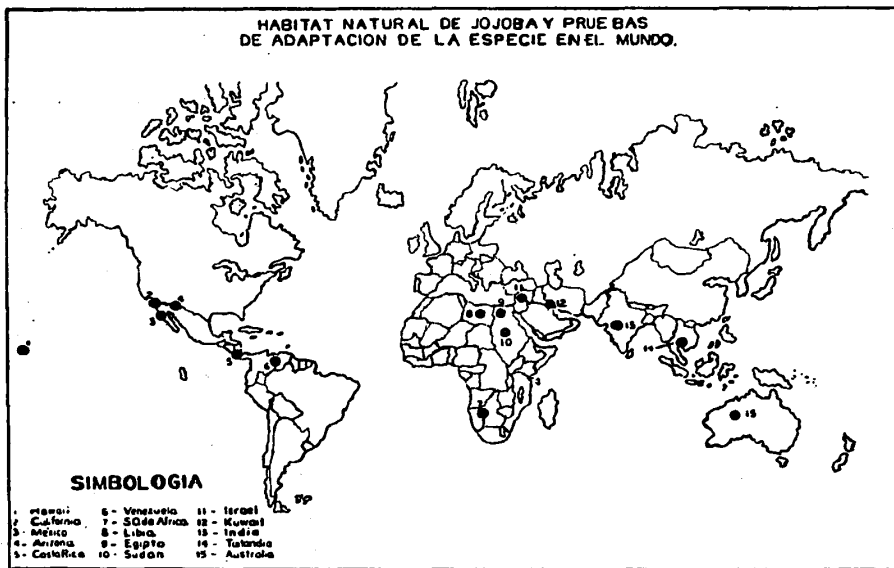
La raíz alcanza 10 a 14 mts. de profundidad, aunque éste hábito de crecimiento puede verse afectado negativamente al humedecer demasiado las capas superiores del suelo con riegos excesivos.

MAPA 1.—Area de distribución de la *Jojoba Simmondsiu chinensis*.



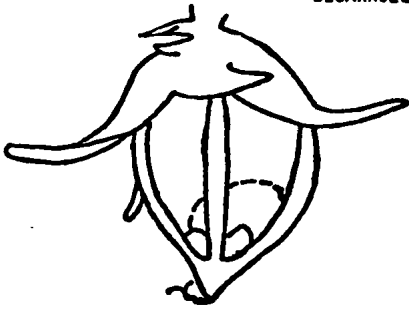


HABITAT NATURAL DE JOJOBAY Y PRUEBAS
DE ADAPTACION DE LA ESPECIE EN EL MUNDO.

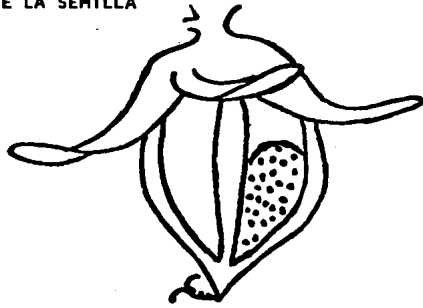


Mapa 3

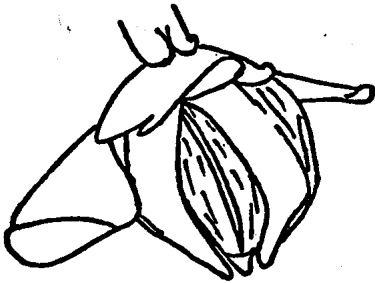
DESARROLLO DE LA SEMILLA



a).- tres semanas



b).- ocho semanas



c).- siete meses



d).- Semilla.

Figura No. 1

CRECIMIENTO DE LA RAIZ Y DE LA PLANTULA

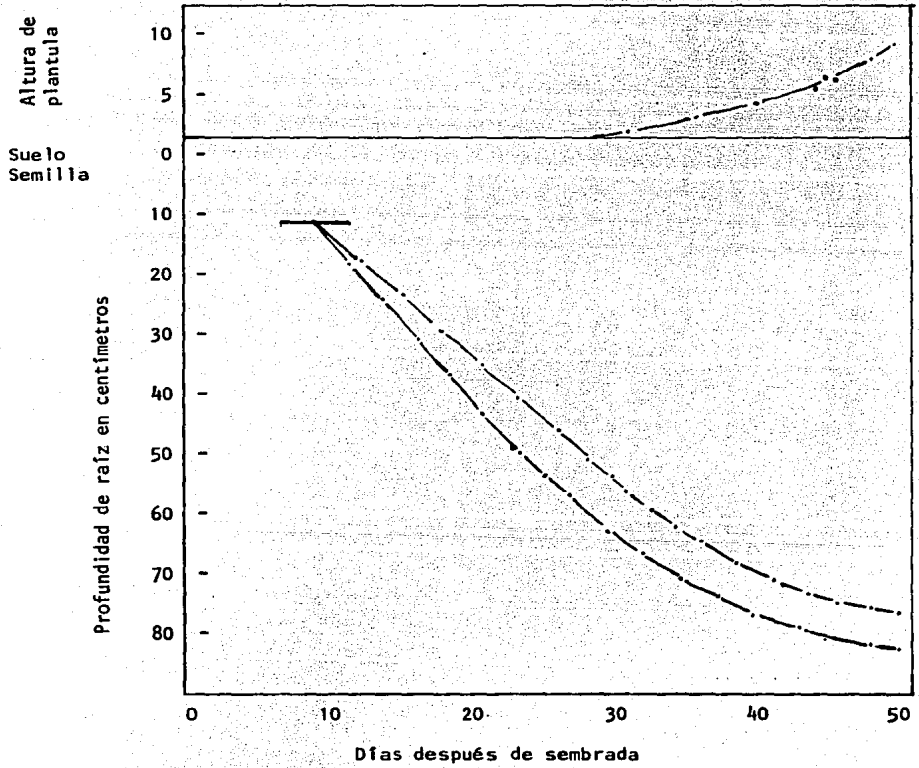


Figura No. 2

RESISTENCIA A LA SEQUIA

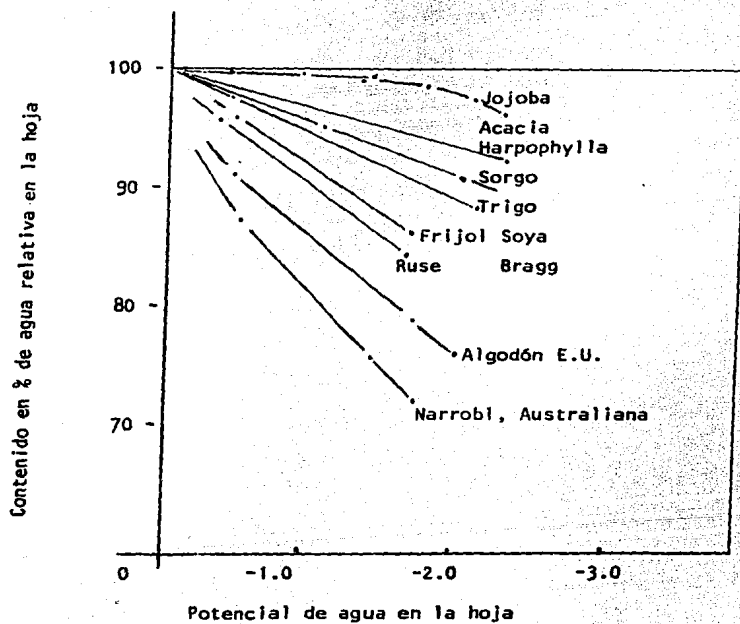


Figura No. 3

CONTENIDO INDIVIDUAL DE PROTEINAS Y CERA
EN SEMILLAS DE PLANTAS DE JOJOBA

Muestra de Semillas (Alto % de cera)	% Cera	% Protefna	Muestra de Semillas (Bajo % de cera)	% Cera	% Protefna
1	56.9	27.7	11	49.1	27.7
2	56.4	26.6	12	45.8	31.2
3	56.4	27.3	13	45.4	29.7
4	57.9	26.3	14	48.6	32.0
5	56.9	27.5	15	46.8	29.8
6	58.6	32.0	16	43.2	33.4
7	56.9	28.7	17	45.4	30.8
8	56.8	28.4	18	47.5	29.6
9	56.5	30.5	19	47.7	30.8
10	56.7	30.3	20	47.5	29.6
Media	57.0	28.5	Media	46.7	30.7

Tabla No. I

II PROCESOS PARA EXTRACCION DEL ACEITE

Como ya se ha dicho, la semilla de jojoba contiene entre 45 y 60% de cera líquida.

Hay reportes de tres tipos de extracción: mecánica, por solventes y por filtración.

Mucho se ha insistido en que la extracción puede adaptarse a prensas existentes en el mercado; mediante disolventes, empleando principalmente hexanol y heptanol para la extracción del aceite de la pasta residual.

En 1977 Ruiz, et. al., describieron la metodología más eficaz a la fecha para lograr una eficiente recuperación del aceite de la semilla de jojoba por el proceso de extracción-filtración (Figura 4), sin embargo, pocos son los estudios realizados sobre las condiciones de preparación de semillas.

1. PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA

A fin de facilitar el descascarillado de la semilla y evitar el pudrimiento se somete a un proceso de secado, el cual se realiza en el presente caso al sol, distribuyendo la semilla a una densidad de 8 kg/m², con un espesor aproximado de dos pulgadas removiéndola por lo menos, una vez al día. En estas condiciones el secado se efectúa en un período de tres a cuatro días.

La semilla se criba para eliminar cascarilla y basura.

2. COCCION

La cocción se realiza en un cocedor cilíndrico, abierto en la parte superior de 0.65 mts. de altura y 0.60 mts. de diámetro. Este cocedor está provisto de una chaqueta de vapor y consta de dos cámaras, una para el cocido y otra para el secado, ambas provistas de un agitador mecánico.

Una vez cocida la semilla, se seca.

3. EXTRACCION MECANICA DEL ACEITE

Se lleva a cabo en un Expeller EX-100 marca Hander de 1.33 mts. de largo, 0.72 de ancho y 0.72 de altura.

El Expeller tiene capacidad para procesar 100-130 kgs./h.- de semilla.

Cuando la semilla tiene la humedad adecuada, se recibe en el Expeller por medio de una tolva y se inicia el proceso de prensado. El sistema se estabiliza cuando se ha procesado aproximadamente 10 kg. de semilla; en este momento, la temperatura del cuerpo del Expeller alcanza aproximadamente 50°C. Una vez estabilizado el sistema, la extracción se lleva a cabo normalmente, obteniéndose por un lado aceite crudo y por otro pasta residual.

4. FILTRADO

El filtrado se lleva a cabo en un filtro prensa marca Hander de 1.276 mts. de largo y 0.363 mts. de ancho. El filtro está equipado con una motobomba de H.P. La capacidad del filtro es de 150 L/h y puede trabajar a una presión máxima de 8 kg./cm².

El aceite se recoge en el Expeller y pasa a un tanque de sedimentación en donde, por decantación, se separan los lodos del aceite crudo, el cual se filtra en el equipo antes mencionado, para finalmente almacenarse en recipientes, previo muestreo para análisis de acidez.

Esta metodología permite lograr, en condiciones favorables, una eficiencia en la extracción de 80% o mas.

III PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

El líquido extraído de la semilla de jojoba no es aceite o grasa, sino que se trata en realidad de una cera líquida.

Está compuesta enteramente de ésteres de alto peso molecular, así como de ácidos y alcoholes de cadenas largas no saturadas. Los ácidos fueron identificados como una mezcla de ácido eicosanoico (C_{20}) y ácido heicosanoico (C_{22}), con pequeñas cantidades de ácido palmitoléico (C_{18}) y ácido oléico (C_{16}).

Los alcoholes insaturados son una mezcla de eicosanol y heicosanol, con pequeñas cantidades de hexacosanol y alcoholes de peso molecular más bajo.

El aceite es químicamente más puro que muchas sustancias naturales; después de una refinación simple (filtración a través de tierras de infusorios) no contiene resinas, alquitrán, alcaloides o glicéridos y solamente se encuentran trazas de cera saturada, esteroides, tocoferoles e hidrocarburos.

El pigmento amarillo vegetal puede removerse o eliminarse con carbón blanqueador (activado).

El aceite presenta una mezcla desusadamente reducida de ésteres de cadena recta; más el 85% de los ésteres que presenta son combinaciones de ácidos y alcoholes con veinte y veintidós átomos de carbono (Tabla II).

Las dobles ligaduras en el aceite de jojoba natural tienen estereoquímica "cis".

La isomerización con óxido nítrico produce una mezcla en equilibrio con 80% del isómero trans y 20% del doble enlace cis. En contraste con el aceite natural líquido, este producto isómero es más denso y opaco, parecido a una crema facial.

Faltan de explorar usos para este producto.

La posición convencional para el doble enlace en el acei

te o la grasa es Δ^9 (entre el carbón 9 y el carbón 10 de cada ácido graso), pero en el aceite de jojoba el doble enlace se presenta principalmente en Δ^{11} y Δ^{13} en ácidos y alcoholes (Tabla III).

Propiedades físicas

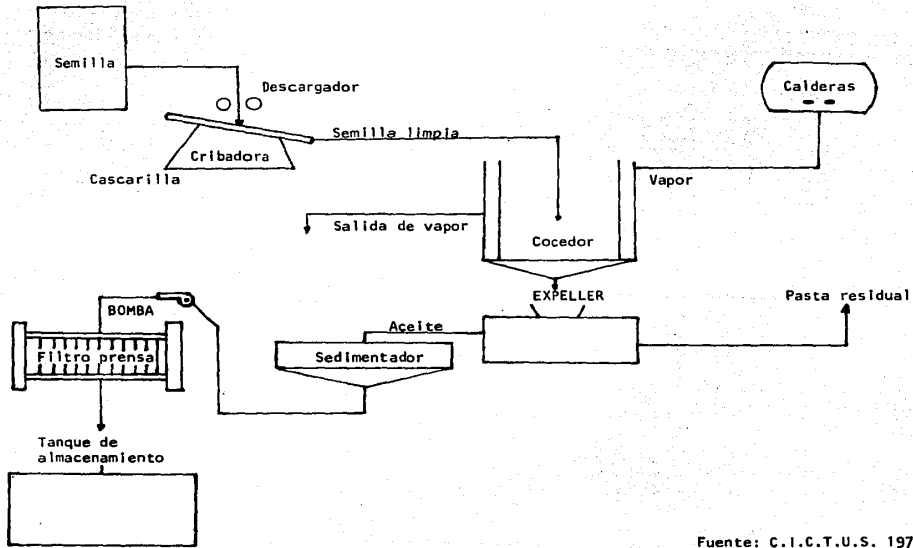
El aceite de jojoba es soluble en disolventes orgánicos comunes, tales como en benceno, éter de petróleo, cloroformo, tetracloruro de carbono y disulfuro de carbono, pero es inmisible con alcohol y acetona.

Algunos detalles de las propiedades del aceite de jojoba se muestran en la Tabla IV.

El aceite tiene alto índice de viscosidad altos puntos de inflamación e ignición, alta constante dieléctrica, y su alta pureza son la clave de sus propiedades favorables, para selectos usos industriales. Además es sumamente estable, soporta calentamientos repetidos a mas de 285°C.

En cuanto a la composición de la pasta residual (residuo de la semilla después de extraerle el aceite) al análisis mostró lo siguiente: Tabla V.

PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA DE JOJOBA
PARA LA EXTRACCION DE LA CERA LIQUIDA



COMPOSICION DEL ACEITE DE JOJOBA DETERMINADA POR CROMATOGRAFIA
DE GASES EXPPELLER-PRESEED

ESTERES EN LA CERA	%	ALCOHOLES LIBRES	%		%
C-33	0.02	C-16	0.01	Campesterol	0.05
C-34	0.08	C-28	0.04	Estigmasterol	0.08
C-35	0.04	C-20	0.49	Sitosterol	0.21
C-36	1.16	C-22	0.49	Otros	0.52
C-37	0.02	C-24	0.07		
C-38	6.23	C-26	<u>0.01</u>		
C-39	0.04		1.11		
C-40	30.56				
C-41	0.10	ACIDOS LIBRES	%		
C-42	49.50	C-16	0.08		
C-43	0.06	C-18	0.23		
C-44	8.12	C-19	0.01		
C-45	0.03	C-20	0.60		
C-46	0.86	C-21	0.03		
C-48	0.16	C-22	0.03		
C-50	<u>0.06</u>	C-24	<u>0.02</u>		
	97.05		1.00		

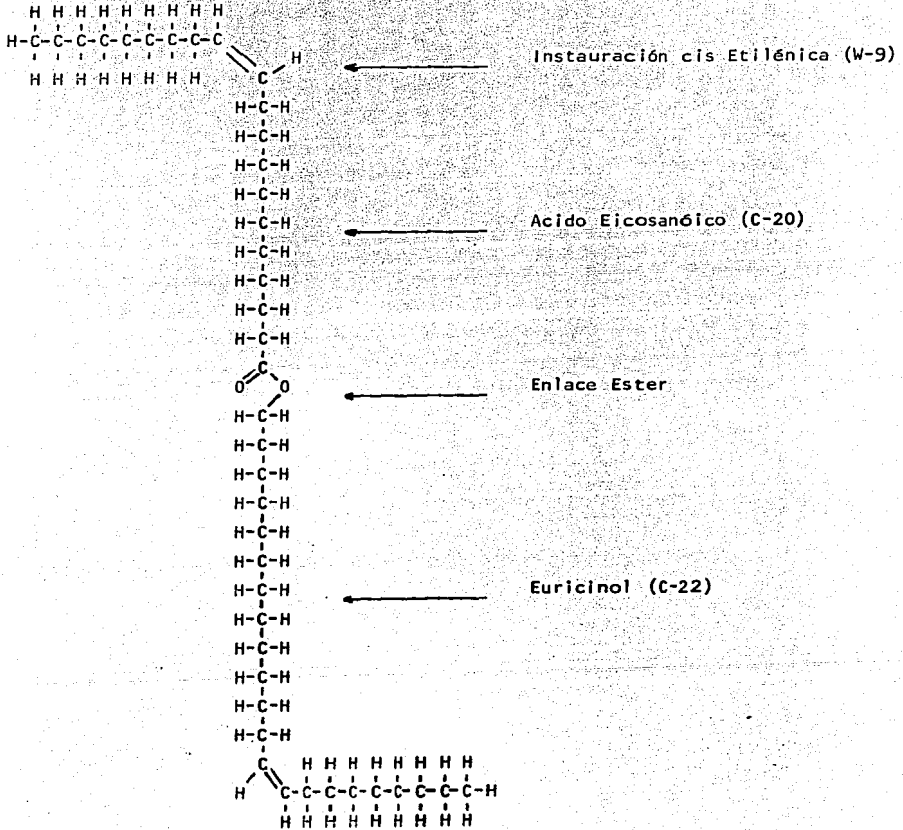
Tabla No. 11

ESTRUCTURAS DE ALCOHOLES Y ACIDOS DEL ACEITE DE JOJOBA DETERMINADA
POR CROMATOGRAFIA DE GASES Y ESPECTOMETRIA DE MASAS

CARBONOS Y ENLACES DOBLES	ALCOHOL	PORCENTAJE	CARBONOS Y ENLACES DOBLES	ACIDO	PORCENTAJE
14:0	Tetradecanol	Trazas	12:0	Dodecanoico	Trazas
16:0	Hexadecanol	0.1	14:0	Tetradecanoico	Trazas
17:1	Heptadec-8-enol	Trazas	15:0	Pentacecanoico	Trazas
18:0	Octadecanol	0.2	16:0	Hexadecanoico	1.2
18:1	Octadec-9-enol	0.7	16:1	Hexadec-9-enicoico	0.2
18:1	Octadec-11-enol	0.4	16:1	Hexadec-7-enicoico	0.1
20:0	Eicosanol	Trazas	17:1	Heptadecenoico	Trazas
20:1	Eicos-11-enol	43.8	18:0	Octadecanoico	0.1
21:1	Hencos-12-enol	Trazas	18:1	Octadec-9-enicoico	10.1
22:0	Docosanol	1.0	18:1	Octadec-11-enicoico	1.1
22:1	Docos-13-enol	44.9	18:2	Octadecadienoico	0.1
24:1	Tetracos-15-enol	8.9	18:3	Octadecatrilenoico	Trazas
			19:1	Nonadecenoico	Trazas
			20:0	Eicosanoico	0.1
			20:1	Eicos-11-enicoico	71.3
			20:2	Eicosadienoico	Trazas
			22:0	Docosanoico	0.2
			22:1	Docos-13-enicoico	13.6
			23:1	Tricosenoico	Trazas
			24:0	Tetracosanoico	Trazas
			24:1	Tetracos-15-enicoico	1.3

Tabla No. III

ESTRUCTURA QUIMICA DEL EURICIL II cis EICOSENATO, EL PRINCIPAL
ESTER EN LA CERA DE JOJOBA



CARACTERISTICAS DE LA CERA LIQUIDA
DE JOJOBA

ANALISIS	VALORES PUBLICADOS
Acidos Oléico	0.66 %
Palmitoléico	0.24 %
Eicosenóico (C 20)	30.3 %
Decosenóico (C 22)	14.2 %
Alcoholes Eicosenol (C 20)	14.6 %
Decosenol (C 22)	33.7 %
Hexacosenol (C 26)	2.0 %
Punto de fusión	11.2-11.8°C
Punto de solidificación	6.7- 7.0°C
Punto de ebullición	398°C
Punto de ignición	290°C
Punto de incendio	338°C
Viscosidad, Centistokes a 25°C	58.4
Viscosidad, Centistokes a 100°C	27.0
Viscosidad, S.U. a 100°F	127
Viscosidad, S.U. a 210°F	48
Índice de viscosidad (Dean & Davis)	173
Número de color (A.S.T.M.)	2
Corrosión a 212°F cinta de cobre	—
Punto de fluidos	10°C
Carbón residual	1.4648, 1.4650
Densidad a 25°C	0.8642, 0.8990
Gravedad específica 25°C	0.8635, 0.8640
Número de saponificación	92.2, 92.6, 95.0
Número de ácido	0.23, 0.32, 0.57
Número de yodo (Hanus)	81.7, 82.1, 88.4
Número de acetyl	6.8
Número de yodo insaponificable	77.2, 79.3-80.2
Materia insaponificable	37.62, 48.3, 51.1%
Número de acetyl insaponificable	171.8, 172
Acidos totales	51.9%, 53.5%
Acidos solubles (como butírico)	2.43%
Acidos saturados	1.54-1.64%
Acidos insolubles	59.43%
Número de yodo de ácidos grasos totales	76.1
Valor de neutralización de ácidos grasos	172.0
Promedio del peso molecular de ésteres de cera	606, 610
Punto de fusión de la cera hidrogenada	65-68°C, 73-74°C

Tabla No. IV

COMPOSICION DE LA PASTA DE SEMILLA DE JOJOBA

	%
Proteína	31.5
Carbohidratos	
- Azúcares reductores	8.9
- Azúcares no reductores	3.7
- Almidón	16.0
Miñerales (S, Ca, P)	1.26
Fibra	30.0
Cenizas	3.08

Tomado de Rufz, et.al. 1977 - CICTUS

Tabla No. V

La cera de jobo presenta una toxina, la simmondsina, cuya estructura se muestra enseguida:

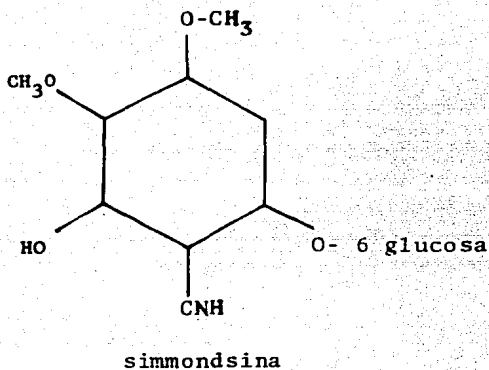


Figura No. 5

Esta toxina es capaz de provocar indigestión y/o náusea. Su mecanismo de acción a la fecha es desconocido, pero por ser sumamente termoábil, sus efectos se eliminan con un ligero calentamiento. (50-60°C).

IV USOS MAS IMPORTANTES DE LA JOJOBA

1. ETNOBOTANICA

Miguel del Barco (1744-1768) hace una amplia descripción de la planta y de los usos de la semilla.

Los nativos de la región la utilizaban con fines medicinales para curar la supresión de la orina, para facilitar el alumbramiento y para sanar heridas; el aceite derivado de la semilla lo consideraban como un excelente remedio para el cáncer.

La jojoba fué usada ampliamente antes de la llegada de los españoles coincidiendo lo reportado por del Barco con autores posteriores que referían que los apaches la usaban para curar ardores, lo cual era conocido también por los indios Pápagos.

Se reporta así mismo, para problemas estomacales y como restaurador capilar. Probablemente las semillas hayan sido comidas, crudas o tostadas por todos los nativos de su área de distribución, que incluyen los apaches, Paí Paí, Pápagos Kiliwas, Cochimies, Pimas, Yavapáis, Coras y Yaquis.

Varios autores han reportado dos cosas; o que la semilla difícilmente se digiere, o que deja un sentido de náusea después de comerla que puede purgar.

Recientemente, la semilla ha sido utilizada tostada y molida para preparar bebidas con agua o leche y azúcar, con el apoyo de harina de maíz, que denominan champurrado y jolote, una variante de la anterior. También se elaboran pan y galletas.

Tostadas al carbón, las semillas fueron utilizadas para pintarse las cejas; hacían una pomada para las pestañas de las mujeres y los bigotes de los hombres.

Los indios Seris la utilizaban para hacer collares.

Debido a su cualidad de inhibir el hambre, algunos in -

dios comían la semilla cruda o tostada en sus expediciones y cacerías para mitigar el apetito.

Otros indígenas maceraban la semilla, la hervían en agua y separaban el aceite que utilizaban con fines culinarios - para freír o añadir en ensaladas.

2. UTILIZACION DE LA PLANTA DE JOJOBA

Como se ha mencionado, la jojoba fué utilizada tradicionalmente por los indígenas y colonos del Noroeste de México y el Suroeste de los Estados Unidos, principalmente como recurso medicinal y en menor proporción como alimento secundario.

Desde 1930 se supo de la cera líquida de jojoba y de sus propiedades físicas y químicas similares a las del aceite - de ballena de esperma. A partir de esto, comenzó a crear un interés creciente en Norteamérica, el cual se ha hecho extensivo al resto del mundo.

Después de la segunda guerra mundial, se hicieron los primeros intentos formales de investigación y establecimiento de plantaciones en los Estados Unidos. A partir de entonces, con altas y bajas, se ha continuado con el propósito - de conocerla y domesticarla.

En 1970 este interés aumentó al decretarse, en el acta - de protección a los marinos mamíferos, que la ballena queda incluida en la lista de especies en peligro de extinción.

Así, el aceite de jojoba salva de la extinción a las ballenas de esperma.

El arbusto de la jojoba tiene los siguientes usos potenciales:

- 1) El follaje ha sido conocido tradicionalmente como un excelente alimento forrajero y de ramoneo para diferentes tipos de ganado.
- 2) La planta es una valiosa herramienta para la estabiliza-

ción de tierras del desierto y como arbusto ornamental.

- 3) La pasta resultante, después de la extracción del aceite de la semilla, se puede utilizar en la elaboración de alimentos para el ganado debido a que contiene del 30 al 35% de proteína.
- 4) La cáscara de la semilla es un excelente compost o mejorador del suelo.

3. UTILIZACION DE LA SEMILLA DE JOJOBA

Indiscutiblemente, la parte más valiosa de la planta de jojoba es la semilla y la cera líquida que de ella se obtiene.

Algunas de las reacciones generales y productos principales obtenidos del aceite de jojoba son los siguientes:

- a) Poco después de que se conoció la similitud entre el aceite de ballena de esperma y el de jojoba, se patentó un proceso de sulfurización del aceite. El aceite sulfurizado de jojoba tiene aplicaciones en los lubricantes de las transmisiones y otros lubricantes de presiones extremas; varios autores han realizado estudios exhaustivos al respecto.

El uso del aceite de jojoba tiene la ventaja de aceptar cantidades de azufre relativamente altas.

El aceite de jojoba también puede ser sulfurado por adición de ácido sulfúrico de 98%. Los productos sulfatados se han derivado de la mayoría de los más importantes aceites grasos, algunos de los cuales han encontrado amplia aplicación en la industria textil donde se usan como surfactantes, agentes suavizadores de textiles y como lubricantes en operaciones de rotación.

Se han realizado estudios sobre fosfonación e investigan la posibilidad de producir fosfonatos del aceite de jojoba

ba. Los dialil-alquil fosfonatos, son un grupo de ésteres de fósforo orgánico estable, que poseen propiedades únicas y ofrecen un potencial considerable para explotación-comercial de plastificantes, lubricantes sintéticos, aditivos, insecticidas, vehículo de insecticidas y fertilizantes, inhibidores de corrosión, extracción de metales, retardadores de combustión, suavizadores, agentes de tratamientos textiles, etc.

b) Hidrogenación, polimerización y epoxidación

La hidrogenación es uno de los varios procesos por los cuales el aceite crudo de jojoba puede alterarse para usarse en otra forma. Este proceso es similar al de hidrogenación de maíz y otras semillas oleaginosas en la preparación de margarinas y la hidrogenación del aceite de algodón en las preparaciones de las modernas mantecas hidrogenadas.

Cuando se añade hidrógeno usando un catalizador de níquel y cobre a temperaturas y presiones ligeras, se forma una cera blanca, cristalina y dura. Cuando se hidrogena íntegramente, la cera resultante es muy dura, tiene un punto de fusión de 70°C y una dureza que se asemeja a la de carnauba, lo cual la hace deseable para gran número de usos posibles, tales como ceras de pulir, papel carbón, encera do de frutas, impregnación de recipientes al calor, velas sin humo de larga duración y con flama brillante.

Hace algunos años se desarrolló un programa para la industria de velas y posteriormente se reportaron los avances del mismo.

Se ha discutido la posibilidad económica de sustituir o extender el uso de la cera hidrogenada de jojoba por el de otros establecidos en el mercado, como carnauba, candelilla y curicuri.

El aceite de jojoba reacciona con cloruro de azufre, for-

mando un compuesto parecido al hule y que se conoce como fáctice; de estas preparaciones se pueden elaborar barnices, hule, adhesivos y linóleos. Existe una patente que cubre el fáctice de jojoba en la manufactura de tinta de imprenta.

Se han estudiado las reacciones de polimerización de los ésteres de alcohol de acrilato y metacrilato del aceite de jojoba, realizando estudios de isomerización con aceite de jojoba.

Se encontró también que el éster de cera de jojoba hidrogenada es totalmente miscible con polietileno y cristalógraficamente es casi idéntico al polímero.

La epoxidación de la jojoba podría originar formación de un producto único: epóxidos de glicéridos no saturados y de ácidos grasos, que se usan como plastificantes y estabilizadores de cloruro de vinilo, los cuales contienen plásticos.

También se ha encontrado que el aceite de jojoba epoxidado es un buen estabilizador térmico para ciertos plásticos.

c) Ácidos, alcoholes y ésteres

El aceite de jojoba es una excelente fuente de ácidos y alcoholes de cadena larga.

Estos compuestos pueden utilizarse como productos intermedios en la preparación de otros numerosos compuestos que incluyen desinfectantes, surfactantes, detergentes, lubricantes, desecantes, emulsificadores, plastificantes, capas protectoras, fibras inhibidoras de corrosión, bases de cremas y pomadas, antiespumantes y otros productos.

Actualmente se realizan estudios sobre la formación de ésteres de fósforo orgánico estable.

d) Farmacopea

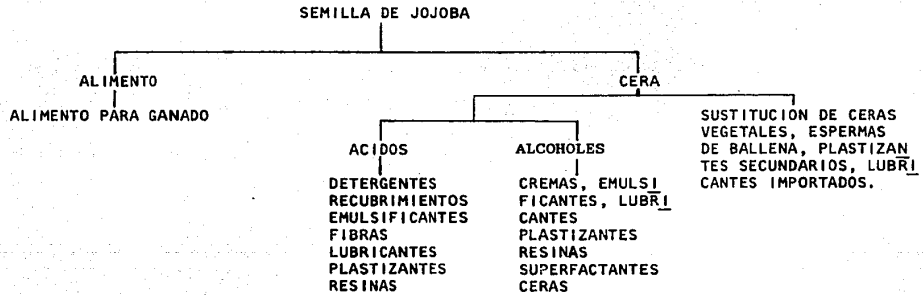
Dentro de los usos farmacéuticos modernos, es importante mencionar que la naturaleza química del aceite hace que sea indigerible para la mayoría de los animales, esta cualidad tiene valor potencial, ya que puede ser utilizado como transportador de preparaciones medicinales que deben pasar a través del estómago hasta el intestino delgado antes de ser asimiladas.

También se ha investigado para utilizarlo como transportador de vitamina "A" en ratas.

Existen reportes de que la cera líquida de jojoba tiene una intensa acción inhibitoria del bacilo tuberculoso y que es un excelente agente en el control de las fermentaciones espumosas de la penicilina y de la cefalosporina. También se evaluó el aceite como agente antiespumante en la fermentación de la celulosa.

Esquemáticamente se tendría un diagrama de productos derivados de la jojoba, como se muestra enseguida.

DIAGRAMA DE PRODUCTOS DE LA JOJOBA



V. LA JOJOBA EN LA COSMETOLOGIA

En 1939, el señor Javier a. Gómez anuncia la idea de industrializar la jojoba, recomendándola primeramente como tónico para el cabello, siguiendo sugerencias de los lugareños.

Para ello, extrajo el primer galón de aceite de jojoba - utilizando técnicas mas bien domésticas que industriales. El aceite que logró extraer lo obsequió a personas que presentaban calvicie. Obtuvo una respuesta tal que contempló - un excelente futuro para el aceite dentro de la industria - de cosmetología.

Desde entonces, el señor Gómez, dedicó parte de su tiempo a investigaciones y observaciones de carácter sistemático y fué el primero que compró semillas con fines de estudio, como previa etapa a una industrialización para fundar la compañía Nuevos Laboratorios Jojoba, S.A.

Fué en 1952 cuando patentó la marca de Jojoba, comercializando por primera vez en el mundo el aceite de jojoba y - posteriormente, el primer shampoo con aceite de jojoba.

En estudios realizados por él sobre los efectos que produce el aceite de jojoba en personas con problemas de caída del cabello, encontró un bajo porcentaje de personas beneficiadas con la acción regeneradora del aceite. La razón es - que normalmente existe una capa ceborreica en el cuero cabelludo que causa caída del cabello y que solamente disuelta - la capa puede actuar el aceite de jojoba y regularizan el - exceso de grasa.

Combinando saponinas con el aceite de jojoba en un shampoo, se combinan dos cualidades: la de la planta, cuyo jabón es lo suficientemente fino y a la vez enérgico que puede disolver las capas ceborreicas, y la del aceite, que entonces puede actuar como tonificante del cuero cabelludo.

La jojoba ayuda a normalizar algún problema de resequeadad, de nutrición o de suavidad en el cuero cabelludo.

Cuando se observó que el aceite de jojoba tenfa caracterís-
ticas muy similares a la cera de ballena de esperma, inmedia-
tamente se pensó en la sustitución de esta última en todos -
los campos donde se utilizaba, esto incluía naturalmente la -
cosmetología.

La cera es muy estable al calor y bajo la acción de los ra-
yos ultravioleta; la cera no se oxida fácilmente, por lo que-
tarda mucho tiempo en empezar a enranciarse. Es compatible -
con otros ingredientes dentro de una formulación, etc.

La cera hidrogenada muestra un alto punto de fusión (70°C)
y las mismas ventajas antes mencionadas para la cera.

Son fuertes las razones que hacen pensar que la cera de jo-
joba podría llegar a ser uno de los materiales mas usados en-
cosméticos.

Desde 1973 Miwa, sugirió el uso del aceite de jojoba como-
un agente terapéutico para la excesiva excreción de las glán-
dulas sebáceas en el tratamiento del acné vulgaris.

También se indica que derivados oxidados del aceite de jo-
joba, tienen un efecto curativo sobre queratodermatitis de la
planta del pie.

En el periodo 1975-1977, varios autores evaluaron y estu-
diaron varios productos cosméticos sin haber encontrado incom-
patibilidades con otros ingredientes, o bien, algún efecto -
contrario de otro tipo cualquiera.

Muchos autores reportan que el aceite de jojoba, tiene pro-
piedades como restaurador y embellecedor del cabello. En 1957
se comenzó a vender el aceite puro para el cabello. El famoso
shampoo salió a la venta en 1963 y en la actualidad se produ-
cen diferentes tipos y presentaciones. Nuevos Laboratorios Jo-
joba, S.A., que es la empresa a la que se hace referencia, ac-
tualmente tiene en el mercado, además del aceite, shampoo y -
crema. Esta empresa fué la primera en el mundo en producir -

productos comerciales terminados de jojoba. Esta empresa realiza diversas investigaciones enfocadas a sus productos, sobre problemas capilares.

En 1973 otros autores (Mc'Kell y Coodin) señalaron que el aceite de jojoba puede ser uno de los principales competidores del aceite de almendra y aguacate en la industria de los cosméticos.

En 1977, se elaboraron formulaciones para el baño de tina. También se elaboró una receta casera para hacer jabón de aceite de jojoba.

A pesar de lo que se ha mencionado, no fué sino hasta 1978 cuando Taguchi, a fin de poder utilizar con seguridad el aceite de jojoba en la elaboración de cosméticos, después de descubierta su utilidad como material oleaginoso, realizó varios experimentos: la prueba de toxicidad aguda, la prueba de irritación de los ojos, la prueba de uso repetido y la prueba de irritación de la piel humana.

Los puntos sobresalientes de dichas pruebas son los siguientes:

1. Pruebas de seguridad en el uso de aceite de jojoba.

Material usado:

El material sujeto a prueba fué aceite de jojoba crudo obtenido por el Dr. Haase en la Universidad de Arizona. El aceite fué deodorizado y deodorizado-decolorizado. Así se tiene para la prueba aceite de jojoba crudo; el primero, al que se llamará jojoba "0" y el segundo jojoba "0C".

a) Prueba de toxicidad aguda.

Para la prueba se utilizaron ratones de cinco semanas de nacidos.

Se sometieron a la prueba cuarenta ratones de cada sexo, ochenta ratones en total, separados en cuatro grupos.

A todos los ratones se les suprimió el alimento 6 horas-

antes de la prueba, misma que consistió en introducir a través de la boca, el aceite de jojoba, usando el tubo estomacal.

Al primer grupo se adicionó la cantidad de 0.5 ml/10g al segundo grupo 1.5 veces la cantidad anterior (0.75 ml/10g.), el tercer grupo recibió un incremento igual (1.125); para finalmente dar la cantidad de 1.69 ml/10g.

Desde que se les introdujo el aceite de jojoba, se hicieron mediciones de peso y observaciones de cambio farmacológico cada día durante una semana. Un ratón murió durante el examen, pero en el análisis anatómico se descubrió que fué causa de la mala administración a través de la boca.

Se observó anatómicamente a todos los ratones durante una semana.

De los resultados de la prueba de toxicidad del aceite de jojoba crudo en ratones se obtienen las siguientes conclusiones.

- Se observó la $DL_{50} = 1.69 \text{ ml./10 g.}$ y de ahí se desprende que la toxicidad es mínima. Esta cantidad actualmente sobrepasa con mucho, el límite fisiológico en el ratón.
- El aceite usado para la prueba fué excretado rápidamente por el ano sin absorción corporal.
- En la examinación anatómica no se observó cambio alguno. Se puede concluir que el aceite de jojoba crudo no tiene toxicidad de ninguna manera.

b) Prueba de irritación del ojo

Para estudiar el problema de irritación del aceite de jojoba se empleó aceite de jojoba "O" y aceite de jojoba "O-C". Como referencia se utilizó aceite de oliva.

- Método de prueba

Se utilizaron nueve conejos machos que pesaban de 2.5 a 2.8 kg. Se dividieron en tres grupos.

El material de prueba se aplicó en el ojo derecho en cantidad de 0.1 ml. y no se aplicó ningún tratamiento en el ojo izquierdo.

- Observaciones y resultado de la prueba

Después de la aplicación del aceite, todos los conejos permanecieron tranquilos y el aceite no pareció tener ningún efecto de irritación instantánea, aunque el ojo derecho mostró una ligera "ar-teblefaria" cuando se comparó con los ojos izquierdos.

En una hora, se presentan síntomas de una ligera-secreción de lágrimas y una ligera hiperemia en conjuntiva, pero estos síntomas no se aceleraron y desaparecieron o tendieron a desaparecer en seis horas, y en veinticuatro horas todos los síntomas desaparecieron completamente y no se observó ningún cambio posterior.

En la Tabla VI, se muestra el promedio de irritación de los ojos en la prueba con conejos.

De los resultados de la prueba con aceite de j^ojoba y aceite de oliva, se puede concluir lo siguiente:

Donde se aplicó aceite de j^ojoba hay una pequeña irritación en los ojos de los conejos, si se compara con los ojos de los conejos donde se aplicó aceite de oliva. Sin embargo, esta diferencia fue muy pequeña y se puede concluir que el aceite de j^ojoba probado, es apenas irritante.

c) Prueba de uso repetido

Para la prueba se utilizaron marmotas albinas, para

el control se empleó aceite de oliva y parafina líquida.

- Método de prueba

Se usaron diez marmotas albinas machos, pesando cerca de 350 grs. Veinticuatro horas antes de la prueba se rasuró la parte a parchar, se lavó la zona afectada, se untaron alrededor de 0.5 ml. del aceite en cuestión con una brocha. Para parchar se usó el aceite y parche separado del mismo día. Las marmotas se dividieron en dos grupos:

El grupo A (No. 1-5) se parchó durante quince días, y el grupo B (No. 6-10) se parchó durante treinta días consecutivos, y cuando terminó el experimento se mató a todas las marmotas, examinándolas visualmente en la parte desnuda sin encontrar ningún cambio.

También se separó el tejido de la parte parchada para buscar patologías anatómicas.

- Resultados y observaciones:

Observación visual. Entre los grupos tratados con aceite de oliva, no hay cambio reconocido entre los grupos A y B.

En el lugar donde fué colocado el parche con la parafina líquida, la reacción al calor apareció en tres días después de iniciada la prueba.

Después de siete días la reacción al calor, se observó alrededor del parche. Sin embargo, no se presentaron reacciones mas severas al calor como hemorragia interna, gangrena, etc.

Patologías anatómicas. No se observaron inflamaciones, edemas, etc. en ningún grupo de aceite de jòjoba "O" y aceite de Jojoba "O-C", tampoco en el grupo con aceite de oliva y ligeramente en los sitios con parafina líquida. Sin embargo, en todos los ca-

sos hay una tendencia a inflamarse en el lugar de aplicación después de quince días y sobre todo al final de los treinta días.

Esto se podría considerar como una irritación crónica que se puede relacionar al efecto de una larga irritación mecánica por rasurar el pelo.

d) Prueba de irritación en la piel humana

Para esta prueba se utilizó aceite crudo de jojoba y aceite de jojoba "O-C" en la piel humana, usando como control petrolato blanco, aceite de oliva y aceite floral.

El material experimental (testigo y prueba) se esparció directamente en la espalda de las personas durante cuarenta y ocho horas. Diez de los parches se retiraron de la parte aplicada después de treinta minutos y veinticuatro horas y después de una semana se suspendieron las reacciones positivas.

- Resultados.

Las personas sometidas a prueba fueron veintiséis. Entre los veintiséis ejemplos no se observó cambio en veinticinco, excepto en un sujeto de cincuenta y nueve años, el cual mostró reacción positiva como un edema después de 30 minutos y se suspendió la prueba.

De las demás personas se usaron como control las tres, cuatro y cinco, usando aceite que comúnmente se emplea en cosméticos: aceite de oliva, aceite floral y petrolato blanco.

Se presentaron cuatro personas con reacción positiva pero muy ligera, pero se les puede considerar como personas hiperalérgicas.

- Conclusiones

Se puede pensar que el aceite de jojoba tiene una

pobre capacidad de irritación en la piel, ya sea como aceite de jojoba crudo o como aceite de jojoba "O-C".

No es muy claro el punto de sensibilización, pero como material para cosméticos, el mencionado aceite es considerado de calidad y seguridad superiores, aunque presentó una ligera reacción positiva en unos pocos casos.

Los resultados de estas pruebas muestran que el aceite de jojoba puede usarse en cosméticos como materia prima de la mejor calidad y además segura.

2. El aceite de ballena de esperma y el aceite de jojoba. El aceite de ballena de esperma en cosmetología, es importante como intermediario químico debido a que pueden dar productos que son usados como agentes humectantes. Con este fin, forma parte de muchas formulaciones cosméticas; en cremas emolientes humectantes, nutritivas, etc., como base de la mejor calidad. También se utiliza en shampoos, lociones, ejuagues, etc. La jojoba podría sustituir parcial o totalmente el empleo del aceite de ballena de esperma con iguales e incluso mejores resultados. El aceite de jojoba posee características mas ventajosas que las del aceite de ballena:
 - a) No huele a pescado
 - b) El aceite crudo no contiene estearinas y requiere poco o ningún tratamiento para la mayoría de los propósitos industriales.
 - c) Es un producto vegetal nativo de Norteamérica, y no está sujeto a escasez.
 - d) Acepta grandes cantidades de azufre
 - e) No se oscurece en la sulfurización
 - f) El aceite de jojoba altamente sulfurado es líquido, -

mientras que el de ballena al estar altamente sulfurado, es necesario agregarle aceite mineral para que se conserve líquido.

Algunos autores en 1978, han reafirmado las propiedades similares que presentan el aceite de ballena de esperma y el de jojoba, así como también sus derivados. En la Tabla VII se muestran algunas propiedades de ambos aceites sulfurados. También se puede apreciar en las gráficas la similitud en el comportamiento del aceite de ballena y el de jojoba.

Como resultado de estos estudios, se ha encontrado coincidentemente que el aceite de jojoba da los mismos o mejores resultados.

Por mucho tiempo, la producción de semilla de jojoba en forma silvestre fué suficiente para satisfacer las necesidades de antiguos pobladores del desierto-sonorense. Actualmente, considerando la demanda que se prevé solamente como sustituto del aceite de ballena y de la industria farmacéutica, la producción total de las poblaciones silvestres de jojoba no alcanza a cubrir ni en un 25% dicha demanda, calculada en unas 20,000 toneladas.

3. El aceite de jojoba y otras ceras

El aceite de jojoba en forma de cera hidrogenada tiene mercado como sustituto de la cera de carnauba (4,560 tons. anuales en potencia).

En cambio, si en lugar de ser carnauba sólo fuera extensor de la cera de carnauba, entonces el mercado potencial de cera de jojoba sería 20% de la cera de carnauba anualmente.

A pesar de la gran diversidad de usos potenciales del aceite de jojoba, la Academia de Ciencias de los Estados Unidos, predice "que el desarrollo de la jojoba de-

pendará de que ésta vaya sustituyendo los aceites y ceras utilizados actualmente, como el aceite de esperma de ballena, la cera de carnauba, la cera de abeja y el espermaceti y en la elaboración de cosméticos especializados, candelilla y curicuri"

En 1979 se estimaba que la demanda del aceite de jojoba para uso como sustituto de ceras sintéticas y del aceite de esperma de ballena sería de 130,000 toneladas - anualmente, cifra que aumentaría gradualmente de acuerdo a la demanda.

4. El aceite de jojoba como materia prima

El aceite de jojoba como materia prima para cosméticos requiere de poca refinación. Las especificaciones requeridas para su empleo en cosméticos se muestran en la Tabla VIII. Al mismo tiempo, se muestran las características del aceite de jojoba sin procesar, el cual no está autorizado para su empleo cosmetológico en Estados Unidos y Japón.

El aceite de jojoba, debido a su relativamente bajo peso molecular tiene alto grado de penetración en la piel es emoliente y presenta un efecto hidratante.

Otra propiedad valiosa en algunas ceras, es la habilidad de formar emulsiones estables. Aproximadamente un 30% de la cera hidrogenada de jojoba en agua, usando 4% de ácido esteárico y 2% de trietanolamina como agentes emulsificantes, producen fácilmente una emulsión y ésta una vez formada no muestra, después de un mes, ningún signo de separación del agua, lo cual es un índice de buena estabilidad. Esta buena estabilidad, combinada con una excelente dureza del producto hidrogenado, es muy deseable en emulsiones para gran variedad de aplicaciones.

Se debe hacer notar que la calidad del aceite de jojoba

baja cuando la semilla es verde, debido a su alto contenido de humedad. El valor del ácido del aceite de jojoba es nulo cuando el aceite es extraído de semillas maduras, pero tiende a incrementarse al aumentar la cantidad de semillas inmaduras empleadas en la extracción. Para fines cosméticos, el valor ácido debe ser menor de 1.0, de otro modo, puede desarrollarse la sensibilización de la piel, especialmente en los lóbulos de las orejas y en los párpados.

También hay que considerar que la calidad del aceite está en razón directa al cuidado y nutrientes de las plantas. Por lo tanto, además de los cuidados a la planta, es necesario emplear solamente semillas maduras al extraer el aceite.

Cabe aclarar, que cuando se piensa emplear el aceite de jojoba, o bien la cera hidrogenada como sustituto, obviamente se deben hacer ajustes menores.

Por ejemplo: el espermaceti; punto de fusión 52°C, densidad de 0.955 g/ml y dureza de 0.34 kg/mm, se podría reemplazar con aceite de jojoba hidrogenado, incrementando el grado de insaturación para ablandar la cera.

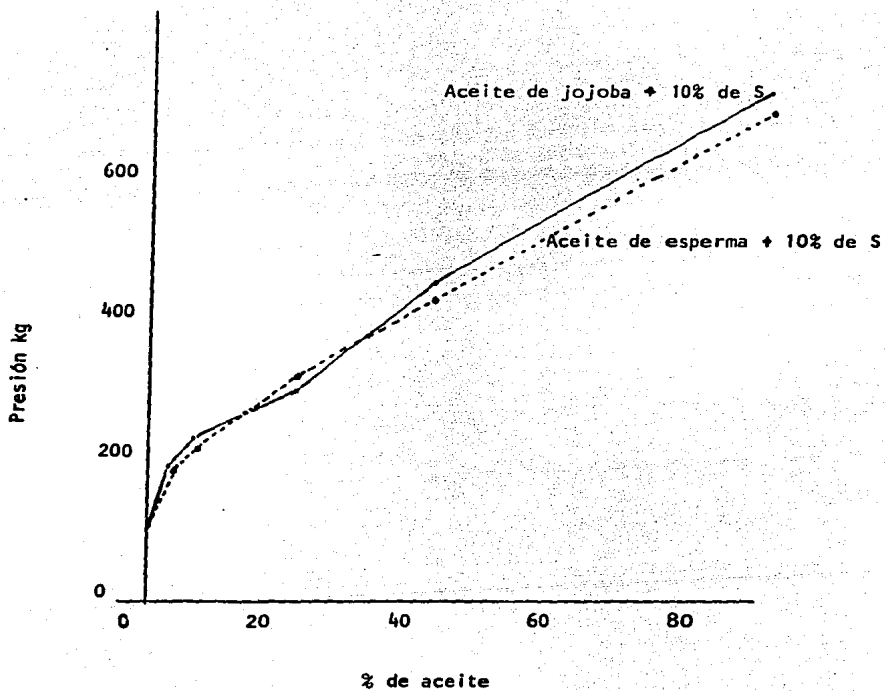
5. Productos cosméticos de jojoba

En la actualidad, la adición del aceite de jojoba a los productos de belleza se utiliza para dar calidad y prestigio al producto terminado.

En los Estados Unidos existen productos para la piel y el cabello con aceite de jojoba como acondicionador.

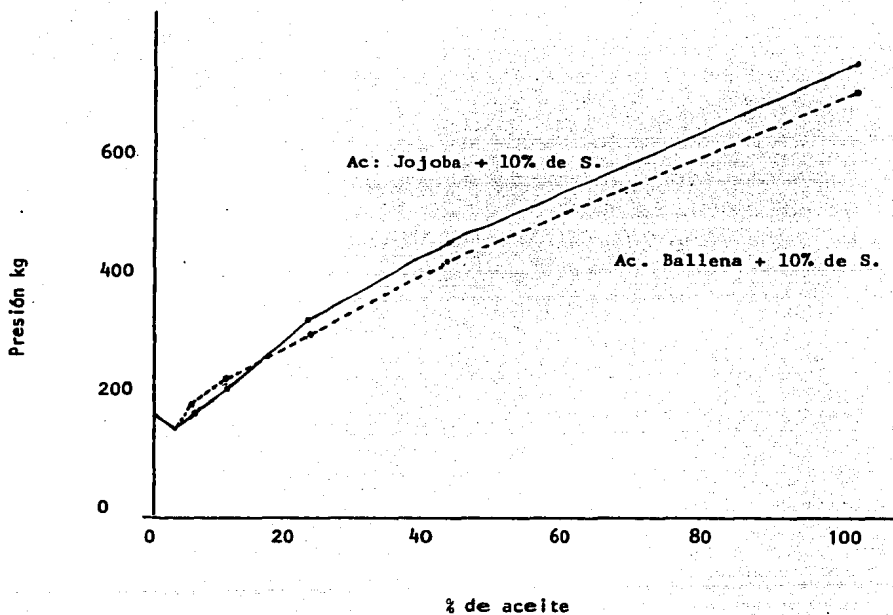
Irónicamente, el efecto supresor de la espuma propio del aceite de jojoba ha limitado la cantidad de su uso en formulaciones de shampoos. Sin embargo, un sin número de nuevos productos de jojoba continúan apareciendo en el mercado.

EFFECTO LUBRICANTE DEL ACEITE DE JOJOBA Y SIMILITUD DE COMPORTAMIENTO
CON EL ACEITE DE BALLENA DE ESPERMA BAJO PRESIONES EXTREMAS



Aceite sulfurado en aceite nafténico

COMPORTAMIENTO DEL ACEITE DE JOJOBA CON LUBRICANTES COMERCIALES



Acete sulfurado con aceite brillante

Algunos de los productos cosméticos son los siguientes:

- shampoo	champú
- hair conditioner	acondicionador de cabello
- hair spray	rociador para cabello
- soap	jabón
- hair oil	aceite para el pelo
- facial oil	aceite facial
- body oil	aceite corporal
- hand lotion	loción para manos
- facial nourishing cream	crema facial nutritiva
- vanishing cream	crema evanescente
- cleansing cream	crema limpiadora
- sun tan lotion	lociones bronceadoras
- make-up remover	removedor de maquillaje
- shaving cream	cremas de afeitar
- lipsticks	lápiz labial
- lip gloss	brillo labial
- hair and scalp energizer	estimulador del cabello y cuero cabelludo
- dark tanning oil	bronceadores para piel morena
- swimmers hair shampoo : conditioner	champú acondicionador para nadadores
- skin cleanser	limpiadores de la piel
- skin refreshener	refrescantes de la piel
- moisturizer	humectantes
- bath oil	aceite de baño
- cleasing scrub	cepillo limpiador
- cleasing pads	almohadillas limpiadoras

Como ya se ha dicho, es necesario hacer ajustes menores a la cera antes de usarla. El empleo de la cera hidrogenada, líquida o ambas, depende de la materia prima que se vaya a sustituir.

Así mismo, usando la misma concentración de la cera de jojoba, que de la materia sustituida, los resultados son - excelentes. Sin embargo, debido al tipo de comercializa - ción y al costo elevado de la cera su empleo se ha conver - tido en un lujo. En la actualidad, en productos comercia - les, la concentración es muy baja, siendo en productos con siderados de alta calidad del 3% en la mayoría de las for - mulaciones.

En shampoo, donde podría verse afectado el producto por el efecto antiespumante de la cera de jojoba, no obstante pue de emplearse en una concentración que llega al 5% de la ce ra sin tener problema con la formulación. Sin embargo, en productos comerciales con cera de jojoba, la concentra - ción fluctúa entre 0.5 y 1.0%.

Algunas formulaciones sugeridas conteniendo cera de jojoba son las siguientes:

Formulación tipo de shampoo

Aceite de jojoba	3%
Dietanolamida de ácido graso de coco	4%
Lauril éster sulfato de sodio	30%
Acido cítrico	0.1%
Conservador	0.2%
Aromatizante	q.s.
Agua c.b.p.	100.0%

Pomada para el cabello

No es grasosa debido al lactolato de estearilo, para bri llo adicional, se le añadieron aceite de lanolina y de jo joba.

Aceite mineral	5
Aceite de jojoba	2
Aceite de lanolina	3
Pantenol	0.5

Lactolato estearilo de sodio (Pantionic ISL) 2.5

Petrolato q.s.100.

Fragancia, color, preservante

Combinar de 1 a 6, calentar a 65°C, mezclar bien, enfriar a 40°C y añadir el resto.

Jabón

Comúnmente se forman por saponificación de ácidos grasos técnicamente puros; pero también se pueden usar ácidos grasos de peso molecular medio relativamente bajo; entre los más notables están los jabones de aceite de coco y los de aceite de palma.

Conviene usar mezclas de varios ácidos grasos y diversas sustancias saponificantes.

Suavizantes o emolientes especiales se agregan después de la saponificación. El aceite de jojoba se agrega comúnmente de 1 a 3%, aunque podría emplearse de 5 a 6% sin problema.

Loción engrosadora para el cabello

Hace que el cabello luzca muy grueso por el uso de los poliquat, pero manteniendo un brillo saludable por el aceite de jojoba.

El sistema se mantiene unido por el estearato de sacarosa, laurato de sacarosa, el alcohol cetearílico y el cetearete 20.

Estearato de sacarosa	4.0
Laurato de sacarosa	2.0
Alcohol cetearílico y cetearete 20	3.0
Aceite de jojoba	4.0
Policuatenuene 11	2.5
Policuatenuene 7	1.5
Glicerina	3.5

Agua	q.s. 100
Acido láctico	0.7
Fragancia, olor, preservante	q.s.

Combinar 1 a 6 y calentar a 70°C. Combinar ambas fases y mezclar bien. Enfriar a 40°C y agregar los otros ingredientes.

Gel extra humectante

Tiene buena compatibilidad en seco y húmedo.
El cabello queda con brillo debido a la jojoba.

Ritachol 1000	3.0
Lactato de isoestearilo	2.0
Olett 5 (Riolette 5)	0.5
Aceite de jojoba	1.0
Cloruro de cetiltrimetilamonio	0.5
Glicerina	5.0
Agua	q.s. 100
Fragancia, olor preservante	q.s.

Combinar y calentar 1 a 4 a 70°C, combinar 5 a 7 calentar a 70°C, combinar las dos fases y agitar bien, enfriar a 40°C y añadir el resto.

Lápiz labial

Hexadecil alcohol	26%
Aceite de castor	16%
Aceite de jojoba	4%
Propilenglicol monolaurato	15%
Lanolina anhidra	2%
Ceraphyl 28	5%
Cera de candelilla	32%

Brillo labial

Poliamida resina (promedio MW 8000)	20%
Poliamida resina (promedio MW 600-800)	5%
Propilenglicol monolaurato	28%
Aceite de ricino	18.6%
Aceite de jojoba	4%
Alcoholes de lanolina	8.3%
Glicol de dipropilenmetil eter	10%
Alcoholes etoxilados de lanolina (5 mols Et. 0)	10.1%
Isopropanol anhídrido	5%
Perfume	1%

Estimulador del cabello y cuero cabelludo

En el caso de la jojoba se obtiene por efecto antiséptico apto para producir un efecto benéfico en el complejo funcional que regula la vida de los cabellos. Desgraciadamente esto solo se logra cuando las alteraciones son leves, siendo ingenuo esperar efectos milagrosos donde los medicamentos específicos demuestran su insuficiencia.

Formulación tipo:

Beta-naftol	0.5-1%
Alcohol	50%
Aceite de jojoba	4%
Agua	48%
Glicerina	q.s.
Perfume	q.s.

Aceite para el pelo

El aceite de jojoba se comercializó inicialmente como aceite puro para el pelo. Sin embargo, en la actualidad, se sulfonan los aceites con el fin de lograr un efecto surfactante.

Aceite de oliva	14%
Aceite de castor	14%
Aceite de jojoba	4%
Agua	
Color y perfume	q.s.

Acondicionador para el cabello

Generalmente constan de detergentes catiónicos combinados con materiales grasos y alcoholes de cadena larga.

Formulación tipo:

Aceite de jojoba	0.6%
Gliceril monoestearato	0.2%
NaCl	0.2%
Cloruro de benzalconio	1.5%
H ₂ O	97.5%
Color y perfume	q.s.

Rociador para cabello

Se emplean polímeros y resinas con el fin de formar una capa al secarse, se adicionan acondicionadores y perfume.

PVP/VA (60/40)	2.4%
Lanolina	0.06%
Aceite de jojoba	0.06%
Miristato de isopropilo	0.06%
Perfume	0.21%
Alcohol	27.21%
Propelente	70.00%

Aceite de baño

Estas preparaciones se emplean para dar fragancia e impartir suavidad a la piel.

Aceite mineral blanco	65%
Miristato de isopropilo	16%
Aceite de jojoba	4%
Brij 93 emulsificante	10%
Perfume	5%

Cremas faciales nutritivas

Estearato de isopropil palmitato	5%
Lanolina	5%
Aceite mineral	2%
Jalea de petróleo	2%
Alcohol cetílico	2.5%
Aceite de jojoba	4.0%
Empilan A Q 100	10.0%
Abraco 1 PGS	2.5%
Alcohol oléico	2.5%
Isopropil linoleato	0.5%
Hexacloropropano	0.5%
Propilenglicol	2.0%
Agua, conservador, perfume, etc.	100%

Cremas evanescentes

La fórmula tradicional de este tipo de cremas está basada en cantidades relativamente grandes de ácido esteárico.

Acido esteárico	15.0%
KOH	0.7%
Aceite de jojoba	3.0%
Glicerina	5.0%
Agua	76.0%
Conservador y perfume	q.s.

Crema limpiadora

Fórmula:

Glicerol monoestearato	15%
Aceite mineral	18%
Aceite de jojoba hidrogenado	5%
Alcohol cetílico	2%
Agua	25%
Glicerina	5%
Conservador y perfume	q.s.

Sin embargo la fabricación de todos estos productos representa una revolución económica y son una contribución a la - comercialización mas que a la industrialización de la jojoba.

RESULTADOS DE LA PRUEBA CON CONEJOS

PROMEDIOS DE IRRITACION EN OJOS

A C E I T E	H O R A S					
	1	3	6	24	72	91
Jojoba 0	4.0	2.8	1.3	0	0	0
Jojoba 0-C	4.0	3.3	2.0	0	0	0
Olliva	0	2.0	0	0	0	0

- 19 -

Tabla No. VI

CARACTERISTICAS DEL ACEITE DE JOJOBA Y DE BALLENA
DE ESPERMA AZUFRADOS

PRUEBA	ACEITE DE JOJOBA AZUFRADO	ACEITE DE ESPERMA AZUFRADO
% Azufre	9.88	9.98
Viscosidad a 37°C	3,518 SUS ^a	1,961 SUS ^a
Viscosidad a 99°C	491 SUS ^a	201 SUS ^a
Gravedad específica a 15.6°C	0.9476	0.9613
Punto de inflamación	250°C	243°C
Punto de ignición	282°C	280°C
Acidos grasos libres (Oleico)	1.55	2.35
Indice de saponificación	162	195
Punto fluido	16.1°C	15.6°C

Tabla No. VII

ESPECIFICACIONES IDEALES PARA EL ACEITE DE JOJOBA

(Crudo)

	Normal
Olor	
Valor de ácido	Max. 1
Valor de peróxido	Max. 5
Gravedad específica (d 25)	0.863-0.865
Índice de refracción (n 20)	1.466-1.467
Índice de saponificación	82-102
Valor de hidróxido	Max. 5
Viscosidad (C.P.S.25°C)	35-36.5
Punto de congelación (C)	10-12
Pérdida al secado	Min. 99.5%
Cenizas	Max. 0.01%

ESPECIFICACIONES PARA EL ACEITE DE JOJOBA DE EMPLEO COSMETICO

(Refinado)

Gravedad específica a 25°C	0.859-0.869
Índice de refracción	1.464-1.469
Valor del Iodo	77-87
Valor de ácido	Max. 1
Número de saponificación	82-102
Valor de hidroxilo	Max. 5
Valor de peróxido	Max. 1
Viscosidad a 25°C cps	32-42
Punto de congelación	8-13
Color (A.P.H.A.)	Max. 70
Pérdida al secado	Min. 99.8%
Cenizas	Max. 0.01%
Metales pesados	Max. 20 ppm

Tabla No. VIII

VI. ASPECTOS ECONOMICOS DE INTERES SOBRE LA JOJOBA

1. DEMANDA Y PLANTACIONES COMERCIALES

La jojoba en la actualidad resulta ya una fuente importante de ingresos económicos para los habitantes de las regiones donde se desarrolla; sin embargo, dichas plantaciones se ven diezmadas por diversos factores, tales como la apertura-sistemática de tierras dedicadas al cultivo, el ramoneo intensivo por el ganado, el ataque de roedores, etc., los cuales ponen en peligro la existencia de este importante recurso natural.

Por ello, pero principalmente por la gran demanda, es necesario el establecimiento de plantaciones comerciales de jojoba.

Como ya se ha dicho, la demanda se calcula en aproximadamente 130,000 toneladas de aceite de jojoba anual. Para satisfacer dicha demanda del mercado, sería necesario establecer entre 37,000 y 75,000 hectáreas de jojoba cultivada, dependiendo de la producción por hectárea.

Entre otras, cuatro son las instituciones que más han investigado sobre la jojoba. El Instituto Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C.T.U.S.); el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (I.N.I.A.), y la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA).

Se han hecho intentos aislados por establecer jojoba en otros estados diferentes a su distribución natural. Se tiene noticia de dichos intentos en Coahuila, Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Yucatán.

En la mayoría de los casos no se ha obtenido éxito, debido tal vez al casi nulo conocimiento de los requerimientos de la especie para la selección del terreno; principalmente: tipo de suelo, temperatura y precipitación.

No obstante algunas plantaciones que sobrevivieron resultan prometedoras.

La demanda para el aceite de Jojoba aumenta a medida que se extiende el conocimiento de sus cualidades únicas, al aumentar el suministro de este aceite se incrementará ampliamente la base del mercado para su uso. Por lo tanto, se debe insistir en la transformación de una agricultura de subsistencia, en una actividad mas remunerativa. Ello depende básicamente de la aplicación de nuevas técnicas de la producción en las que normalmente participan una mayor inversión de capital y un trabajo con mas recursos y mayor eficiencia.

La experiencia obtenida en países como Israel y Estados Unidos, los cuales mantienen plantaciones experimentales de jojoba en plena producción, establece que la especie bajo cultivo llega a un rendimiento del orden de 400% en comparación con la planta silvestre.

2. IMPORTANCIA ECONOMICA

Ya se ha dicho que el cultivo de la jojoba resulta una fuente de ingresos importante para los habitantes de la región donde se desarrolla. Pero más aún se debe consignar lo siguiente:

- a) La utilización de la Jojoba fortalece la economía agrícola nacional incorporando esta planta como un cultivo altamente redituable.
- b) En cuanto al aprovechamiento de la producción silvestre, daría valor a tierras que han permanecido ociosas, transformándose en una fuente remunerativa.
- c) La gran cantidad de aplicaciones del aceite de Jojoba abre varios horizontes en el mercado exterior, canalizando una fuerte entrada de divisas para el país.

- d) Los beneficios que se derivan de intensificar su cultivo y aumentar su producción harán partícipe de sus logros - tanto al comercio como a la industria nacional.
- e) Como ya se ha dicho, crea fuentes de trabajo debido a la mano de obra que se emplea para la recolección de la semilla.

3. INDUSTRIALIZACION DE LA JOJOBA

Aunque ya desde hace mucho tiempo, la jojoba ha tenido - importancia por sus usos como se vió al hablar de etnobotánica, y por ello, seguramente estaba sujeta a ciertos fenómenos de comercialización, es hasta fechas recientes que ad quiere gran importancia como producto comercializable (só - bre todo en cosméticos).

A pesar de este movimiento comercial, se observa un estancamiento en la industrialización de la jojoba. Se pueden distinguir dos posibles explicaciones a este fenómeno:

En primer lugar, una falta de información general y en - segundo lugar, los altos costos de la semilla.

En este sentido, la emergente industria de la jojoba ha visto afectada su imagen negativamente, ya que los precios de la semilla y aceite se han disparado. Los aumentos del - precio de la jojoba han excedido en los últimos años, los - incrementos de los costos de vida en las zonas semidesérticas.

El motivo de los precios excesivos y poco realistas se - deben a las siguientes razones:

- 1.- La enorme creencia, aunque errónea, de que los métodos - culturales y tecnológicos de este nuevo cultivo han alcanzado el punto de desarrollo de plantas a escala agro industrial.
- 2.- La falsa idea de que si la inversión en terrenos y aba tecimiento de plantaciones no se hace pronto, no se ten

drá oportunidad de convertirse en 'millionario del desier to'.

Estos factores, aunados a la creciente demanda (que sólo en 1977 aumentó en 700%) contribuyen a precios exagerados.

Japón, uno de los países mas interesados en la industrialización de la jojoba y que emplea la cera en productos cosméticos, ha resentido esta alza.

Esto representa obviamente problemas para los cosmetólogos-japoneses, ya que incrementa costos de manufactura y hace íntable el costo de sus productos.

Algunos cosmetólogos japoneses describen a la jojoba como - 'material peligroso' ya que no pueden cambiar sus fomulacio - nes sin autorización, misma que tarda de tres a seis meses.

Bajo estas circunstancias, prefieren evitar su uso hasta - que el precio de la jojoba se estabilice. Mientras tanto, los - químicos cosmetólogos japoneses han comenzado a investigar so - bre "aceite de jojoba sintético", y con el "orange roughy oil" extraído de un pez habitante de los profundidades marinas cer - ca de Nueva Zelanda, con características muy similares y que - podrían producir a sólo el 5% del costo del aceite de jojoba. Algunas características de estos aceites y del de jojoba se - muestran en la Tabla No. IX.

SIMILITUD DE CARACTERISTICAS ENTRE EL ACEITE DE JOJOBA
Y SUS PRINCIPALES SUSTITUTOS POTENCIALES

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>ACEITE D E JOJOBA</u>		<u>ACEITE ORANGE ROUGHY</u>
	<u>NATURAL</u>	<u>SINTETICO</u>	
Gravedad especifica	0.8630	25°C 0.845-0.865	a 20°C 0.870
Indice refracción	1.465	25°C 1.455-1.465	a 20°C 1.466
Valor de ácido	2.0 max.	2.0 max.	0.08
Valor de iodo	81-88	37-45	93
Valor de saponificación	92-97	83-93	107
Viscosidad 25°C	37 cps	46 cps	33 cps
Punto de flama	295°C	265°C	285°C
Punto de ignición	338°C	310°C	-
Punto de fusión	7-10.6°C	-20°C	-
Valor de peróxido	-	-	6
A 25°C	líquido claro	líquido claro	-
Color	a m a r i l l o		-
Olor	característica nota de grasas		fuerte olor a pescado

Tabla No. IX

VII. RESULTADOS

De acuerdo a la investigación realizada, se encontró que la jojoba es una de las plantas más resistentes a las condiciones extremas del desierto. Su cultivo requiere de cuidados mínimos. Evita la erosión del suelo y se desarrolla en tierras improductivas a la fecha.

Con respecto a los procesos de extracción, son relativamente sencillos y se logran obtener eficiencias muy altas en la extracción. Además, la pasta resultante después de extraer la cera, se puede emplear como forraje debido a su elevado contenido proteico; o bien, como compost mejorador del suelo.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas de la cera y sus derivados, se encontró que tiene características únicas, pudiendo intervenir en una serie de reacciones, cuyos productos resultan de sumo interés a nivel industrial.

Altos puntos de inflamación e ignición, alta constante dieléctrica, viscosidad elevada y grado de pureza mayor que muchos productos naturales, hacen que la cera de jojoba y sus derivados tengan muchos usos industriales en potencia.

Como materia prima, la cera es una fuente de ácidos y alcoholes (difíciles de sintetizar), que a su vez dan origen a muchos productos comerciales.

En cosméticos, la cera de jojoba requiere de poca refinación. Se puede pensar que tiene una pobre capacidad de irritación a la piel, ya sea como aceite de jojoba crudo o refinado.

No es muy claro el punto de sensibilización, pero como material para cosméticos, el mencionado "aceite" puede ser usado como materia prima de la mejor calidad y además segura.

Entre los principales problemas para el desarrollo de la industria de jojoba, el económico es quizá el más importante. Los precios se han elevado exageradamente y esto ha motivado que los principales usuarios de la jojoba se desilusionen y futuros compradores, al igual que los primeros, la eviten.

VIII. CONCLUSIONES

Existe todavía en México un desconocimiento generalizado sobre los usos industriales de la jojoba, y en parte la comercialización en los productos de belleza contribuye a desvirtualizar las potencialidades de la jojoba. Sin embargo, es necesario enfatizar que su empleo en cosmetología constituye sólo la puerta de entrada de la jojoba en muy diversas ramas de la industria.

En cosméticos, se ha comprobado que puede emplearse como materia prima de la más alta calidad. Siendo su empleo muy seguro, puede sustituir con creces a la cera de ballena de esperma, cera de abeja, carnauba y curicuri. Es estable al calor y a la acción de rayos ultravioleta, por lo que se emplea en bronceadores. No se oxida fácilmente, es emoliente y es compatible con ingredientes comunes en formulaciones cosméticas. En shampoo se emplea como regulador de las secreciones sebáceas, suavizante y como tónico para el cabello, aunque no se conoce su modo de acción.

Su efecto antiespumante limita el empleo en shampoo y acondicionador a un porcentaje bajo.

Pero en otras formulaciones cosméticas se puede emplear a mayor concentración.

Sin embargo, su porcentaje también se ve limitado por "costos de producción en productos comerciales".

A lo largo de este trabajo se han discutido algunas de las aplicaciones potenciales de la jojoba y sus derivados.

El desarrollo de la agroindustria de la jojoba significaría una importante fuente de divisas para el país y derivaría en la creación de fuentes de trabajo.

Para lograr lo anterior, es necesario que se apoye financieramente a individuos, empresas y entidades gubernamentales a través de créditos, patrocinios e incentivos especiales.

También se hace sentir la falta de investigación en universidades y centros de estudio, sobre las aplicaciones del aceite de jojoba, orientadas a que la industria de la jojoba pueda desarrollarse sistemáticamente, aprovechando tanto la semilla de poblaciones silvestres, como la de plantaciones comerciales.

Por otro lado existen problemas para el desarrollo de la industria de la jojoba: entre otros; política, burocracia, pero sobre todo, precios poco reales de la planta y la semilla.

La inversión original, para establecer la infraestructura necesaria para la agroindustria de la jojoba es muy grande; además, el cultivo de la jojoba en plantaciones comerciales no es recuperable ni redituable, hasta el quinto o sexto año de su establecimiento, con aumento gradual de su costeabilidad a medida que la planta aumente su producción en años subsiguientes. De este modo se estima que la jojoba con sus primeras cosechas entrará, primeramente, a la industria cosmética, en pequeñas cantidades y a alto costo; después a la producción de fármacos; a la producción de plásticos, ceras y otros productos; y por último a grandes volúmenes y a precios bajos, en el mercado de los lubricantes.

Establecer un precio más realista a la planta, semilla y aceite, es una necesidad, ya que con precios tan altos, no podría competir con los precios de otros productos que inicialmente iba a sustituir.

Si bien es cierto que el aceite de jojoba tiene asegurado su futuro en los productos de belleza, también es cierto que se debe incrementar y optimizar la producción para abatir costos.

Esperemos que en el futuro se establezca el equilibrio real entre la oferta y demanda y que el precio de la semilla descienda, ya que la industria no puede responder a los precios que la comercialización de los cosméticos demanda.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agriculture College
Arizona University, U. S. A.
Jojoba, Guide of the Literature
Tucson Arizona, 1982.
- 2.- College of Agriculture
Office of Arid Land Studies and Division of Continuing
Education
Conference Department
University of Arizona, 1978.
- 3.- Anaya, G.
La Desertificación en México. (La Tecnología como
Instrumento para combatir la Desertificación)
Instituto de Investigación de Zonas Desérticas
U.S.A.L.P. 1978, México.
- 4.- Burrus, E. J.
Reports to Head Quarters
Institutum Hesiloricum Societatis
Rome, Italy.
- 5.- Castillo Javier del, Tito Ing.
La Industrialización de la Jojoba
II Reunión Nacional sobre la Jojoba y sus Usos
Hermosillo, Son. 1980.
- 6.- Committee on Jojoba Utilization
Office of Chemistry and Chemical Technology
Assembly of Mathematical and Physical Sciences
National Research Council, Dpt. Health, Education and
Welfare, Dpt. Commerce U.S.
Washington D.C. 1975.
- 7.- Comisión Nacional de Fruticultura
El Cultivo de la Jojoba
Edición de la S.A.R.H. 1980.
- 8.- CONAFRUT. Jojoba
El Cultivo de la Jojoba
Edición de la S.A.R.H. 1979.
- 9.- Conferencia Internacional sobre la Jojoba y su
aprovechamiento (a: 1976 B.C.S.) Memorias.
Consejo Nacional de Zonas Áridas
Consejo Internacional sobre Jojoba, 1981.

- 10.- Conferencia Internacional sobre la Jojoba y su Aprovechamiento II
Ensenada, B.C., 1976.
- 11.- Dr. D.M. Yermanos
A Bibliography of Jojoba
A Crop whose time has come including literature Citations up to December, 1977.
- 12.- Dr. D.M. Yermanos
Department of Plant Sciences
University of California Riverside, Cal.
92521, U.S., 1978.
- 13.- Dr. D.M. Yermanos
Proceedings of the 3ed.
International Conference on Jojoba
University of California Riverside, Cal. 1978.
- 14.- Dr. D.M. Yermanos
New Crops for Desert
Agriculture and Opportunities
University of California
Cooperative extension, August, 1983.
- 15.- Empresa Brasileira do Pesquisas Agropecuaria
Bibliografia Internacional de Jojoba
Rio de Janeiro, 1982.
- 16.- Empresa Brasileira do Pesquisas Agropecuaria
do Rio Grande do Norte
Jojoba: Trabalhos Apresentados No. 1
Ciclo do Palestras sobre Jojoba, 1982.
- 17.- Escobar, Rómulo
Jojoba, San Jacinto
Departamento de Enseñanza y Divulgación Agrícola
1939.
- 18.- Felger, Rich S. Nabham, Gary, P.
Una Aridez Engañadora
Cires Vol. 9 No. 1, 1976
- 19.- Gentry, Howard S.
The Natural History of Jojoba (*simmondsia Chinensis*)
an its Cultural Aspects.
Economic Botany, Vol. 12 No. 3, 1958.

- 20.- Gentry, Howards S.
Supplement to the Natural History of Jojoba
Jojoba and its Uses; an International Conference
June, 1972.
- 21.- Gore, Rick, An Age
The Desert Old Challenge Grows
National Geographic
Vol. 156, No. 5, 1979.
- 22.- Haase Edward, F.
Jojoba and its Use; an International Conference
Ed. by E.F.H. and William G. Mc. Ginnies
Tucson, University of Arizona, U.S.A., 1983.
- 23.- Ing. Tito Javier del Castillo
I Tesis Recepcional
Estudio sobre la jojoba
Facultad de Química
Universidad de Guadalajara, 1976.
- 24.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Una Contribución al Conocimiento de la Jojoba
Simmondsia Chinensis (Lind) Shneider
Edición de S.F.F.-S.A.R.H.
Publicación Especial No. 20, Junio 1980.
- 25.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
La Paz, B.C.S. del 25 al 28 de Junio, 1980
Publicación Especial
Noviembre, 1981
- 26.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Reunión Nacional sobre Jojoba I
Publicación Especial No. 30
La Paz, B.C., 1980.
- 27.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Reunión Nacional sobre Jojoba II
Ensenada, B.C., 1982.
- 28.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Memoria por el Instituto
Publicación Especial 43, 1983.
- 29.- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Una Contribución al Conocimiento de la Jojoba
Simmondsia Chinensis, Schneider
Publicación Especial
La Paz, B.C.S., 1980

- 30.- Jauregui Asomoza, Adrian
Ventajas del Cultivo Comercial de Jojoba en Zonas
Aridas y la Economía de su Producción
Guadalajara, Jal. 1980.
- 31.- Jauregui Asomoza, Adrian (2)
Ventajas del Cultivo Comercial de Jojoba en Zonas
Aridas, Administración, Contabilidad y Economía
1982.
- 32.- Jojoba and its Uses
University of Arizona
Tucson Arizona, 1982.
- 33.- Jojoba Happenings
International Commite on Jojoba Research and
Development (en) Number 13, U.S.A.
November, 1975.
- 34.- Jojoba Happenings
Office of Arid Lans Studies
University of Arizona (en)
Number 21, U.S.A.
December, 1977.
- 35.- Jojoba Happenings
Office of Arid Lans Studies
University of Arizona (en)
Number 22, U.S.A.
March, 1978.
- 36.- Jojoba World Trade Association
Year Book, San Diego, Calif., U.S.A.
1980.
- 37.- Juan Nentvín
Descripción Geográfica, Natural y Curiosa de la
Provincia de Sonora.
1972.
- 38.- Martínez M. Lorenzo y Maldonado A. Lorenzo J.
Importancia de las Zonas Aridas en el Desarrollo
General del País
PRONASE, México
Trabajo presentado en la Reunión Continental sobre la
Ciencia y el Hombre
CONACYT, 1973.

- 39.- Maximino Martfnez
Plantas útiles de México
1965.
- 40.- Miwa
Jojoba by
Tucson, Arizona, 1980.
- 41.- Miwa. La Jojoba
University of California
1973.
- 42.- Nuevos Laboratorios Jojoba, Gómez, A.J.
Comunicación Personal
La Primavera, Kilómetro 17
Carretera Guadalajara, Nogales
Guadalajara, Jal. Noviembre, 1986.
- 43.- Moreno Aguilar, Francisco
Prueba de Germinación y Principios del Desarrollo de
la Jojoba
Schneider, Tesis recepcional
Esc. Agronomfa, U.A.N.L.
Monterrey, N.L., 1980.
- 44.- Jojoba: An Annotated Bibliographic Update
Office of Arid Lans Studies
University of Arizona
Tucson Arizona, 1979.
- 45.- An Annotated Bibliographic Update
Office of Arid Lans Studies
Supplement to Arid Lands Resource Information
Paper No. 5
Tucson, Arizona
July, 1979.
- 46.- Parra, H. Heriberto
Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación
Ciencia Forestal, Vol. 3
México, 1978.
- 47.- Parra Hake Heriberto
Descripción y Usos de la Jojoba
INIF, Edición S.A.R.H.
México, 1981.

- 39.- Maximino Martínez
Plantas Útiles de México
1965.
- 40.- Miwa
Jojoba by
Tucson, Arizona, 1980.
- 41.- Miwa. La Jojoba
University of California
1973.
- 42.- Nuevos Laboratorios Jojoba, Gómez, A.J.
Comunicación Personal
La Primavera, Kilómetro 17
Carretera Guadalajara, Nogales
Guadalajara, Jal. Noviembre, 1986.
- 43.- Moreno Aguilar, Francisco
Prueba de Germinación y Principios del Desarrollo de
la Jojoba
Schneider, Tesis recepcional
Esc. Agronomía, U.A.N.L.
Monterrey, N.L., 1980.
- 44.- Jojoba: An Annotated Bibliographic Update
Office of Arid Lands Studies
University of Arizona
Tucson Arizona, 1979.
- 45.- An Annotated Bibliographic Update
Office of Arid Lands Studies
Supplement to Arid Lands Resource Information
Paper No. 5
Tucson, Arizona
July, 1979.
- 46.- Parra, H. Heriberto
Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación
Ciencia Forestal, Vol. 3
México, 1978.
- 47.- Parra Hake Heriberto
Descripción y Usos de la Jojoba
INIF, Edición S.A.R.H.
México, 1981.

- 48.- Proceedings Tucson Arizona University
International Conference on Jojoba and its Uses
Tucson Arizona, 1983.
- 49.- Química Henkell, S.A. de C.V.
Ing. Antonio Pérez Olan
Comunicación Personal
Av. La Barca, Guadalajara, Jal.
Noviembre, 1986.
- 50.- Quintanar Arellano Francisco
Almendro, Algarrobo, Cañagria, Dátil, Esparto, Higuera,
Jojoba
Tesis recepcional, Esc. de Biología
Universidad de Querétaro
1951.
- 51.- Quintero Lizaola Roberto, Raúl I Villalobos Sánchez
Jojoba
Universidad de Agricultura, Chapingo
México, 1977.
- 52.- IV Reunión Internacional de la Jojoba
Hermosillo, Son.
México, 1980.
- 53.- Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación
de Plantas útiles del Desierto II
Gómez Palacio, Dgo.
México, 1982.
- 54.- Resumen, Plan de Acción y Resoluciones de la Conferencia
de las Naciones Unidas sobre la Desertificación, O.N.U.
Agosto, Septiembre, 1977.
- 55.- Robles Basurto, Celia
Estudio Analítico de la Semilla de la Simmondsia
Californica, Jojoba
México, 1960.
- 56.- Sepúlveda B. Jorge Biol.
La Jojoba, Endémica en Zonas Áridas
Cinco, INIF Ed. S.A.R.H.
México, 1980.
- 57.- Stebbins, G.L. y Major J.
Endemism and Speciation in the California Flora
Ecological Monographs, 35 (1), 1-35
1965.

- 58.- Sherbrooke, Wade, C.
Jojoba a Wax Producing Scrub of the Sonoran Desert
Literature Review and Annotated Bibliography
University of Arizona
Tucson Arizona, U.S.A.
1974.
- 59.- Taguchi Masayuki, Mc
Test Results on Safety on Jojoba Oil to be used for
Cosmetics
1978.
- 60.- University of Arizona in Cooperation with the
International Jojoba Council
Jojoba Happenings
Published by the Office of Arid Lands Studies
No. 29, December, 1979.
- 61.- Zacatecas Arrollo Antonio
Jojoba
Tesis recepcional Esc. de Biología
U.A.CH.
Ciudad Juárez, Chihuahua, 1963.