EL POTENCIAL QUIMICO E INDUSTRIAL DEL ACEITE DE JOJOBA

II Fórum Internacional de la Jojoba

Primera edición, abril de 1995

Cuidado de edición:
Ing. Bertha Díaz Garay
Ing. María Teresa Noriega

Diseño y Diagramación:
Carmen Lorena Vara Frías

75688

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

EL POTENCIAL QUIMICO E INDUSTRIAL DEL ACEITE DE JOJOBA
II FORUM INTERNACIONAL DE LA JOJOBA

Copyright © 1995 por Universidad de Lima.
Av. Javier Prado este s/n Monterrico
Apartado 852 Tef. 376767 Fax: 378066
Lima 100 Perú.

Derechos Reservados
ISBN 84-89358-43-5

Impreso en el Perú. Printed in Perú

INDICE

INTRODUCCIÓN: 7
II FÓRUM INTERNACIONAL SOBRE LA JOJOBA

EL POTENCIAL QUÍMICO E INDUSTRIAL DEL ACEITE DE JOJOBA 13
DR. JAIME WISNIAK

QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL ACEITE DE JOJOBA: 23
ESTADO DE LA CIENCIA
DR. JAIME WISNIAK

PROGRAMA 29

DISCURSO DE INAUGURACIÓN: 31
INVERSIÓN PRIVADA Y TECNOLOGÍA
PARA EL DESARROLLO DE ZONAS ARIDAS
SR. EDUARDO RONALDS DOGNY

PALABRAS DE INAUGURACIÓN: 33
II FÓRUM INTERNACIONAL DE LA JOJOBA
ING. JUAN CONSIGLIERI

LAS POSIBILIDADES ECONÓMICAS DEL DESARROLLO 35
DE LA AGRICULTURA EN EL PERÚ
SR. JAMES MC DONALD CHECA

DESARROLLO GENÉTICO DE LA JOJOBA EN LAS ZONAS DE ORIGEN 41
SR. RON KADISH

DESARROLLO AGRÍCOLA EN ICA 55
PH.D. DAVID L. BAYER

ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE MERCADO PARA EL 59
USO DE ACEITE DE JOJOBA COMO ADITIVO
PARA ACEITES LUBRICANTES
ING. RAÚL VERA TUDELA G.

Estudio de Investigación de Mercado para el Uso de Aceite de Jojoba como Aditivo para Aceites Lubricantes 73
Resumen
Ing. Raúl Vera Tudela G.

Experiencia en el Cultivo de la Jojoba 79
Sr. César Barriga Ruíz

Fundación Pro-Ica 91

Costo de Instalación de una Hectárea del Cultivo de Jojoba 93
Ing. Luis Solís Bartra

Documentos Complementarios:
- *Reparto de Mercado* 99
Sr. William C. Watson
- *Redescubra la Jojoba* 105
- *La Jojoba: Fisiología y Cultivo* 107
Sr. Edmundo Acevedo H.

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

PROLOGO

El presente documento tiene por objeto divulgar las conclusiones a las que se llegó en el II Fórum Internacional de la Jojoba realizado del 3 al 6 de setiembre de 1992 en la ciudad de Ica, Perú. Así mismo se incluye un resumen de la exposición del Dr. Jaime Wisniak presentada en la *"Conferencia sobre la Jojoba"*, desarrollada en la Universidad de Lima (Agosto 1993). Estos eventos se llevaron a cabo con el objetivo de difundir los conocimientos de expertos en el tema de Industrialización de la Jojoba y sus posibilidades comerciales.

La mayoría del trabajo inicial desarrollado sobre jojoba, estuvo basado en la premisa de que su aplicación principal era como un sustituto directo del aceite de esperma de ballena, esta etapa ha sido superada; ya que el potencial industrial del aceite de jojoba es mucho mayor que el del aceite de esperma de ballena.

El aceite de jojoba tiene una serie de aplicaciones en productos farmacéuticos, cosméticos, lubricantes, industriales y otros, lo que nos da un horizonte muy amplio para su desarrollo e industrialización.

Para nuestro país y nuestra realidad es una muy buena alternativa para el desarrollo de las zonas áridas, pues este cultivo requiere de mínimas cantidades de agua de regadío, hecho que inclusive puede superarse con las nuevas técnicas de colección de agua.

La Asociación Peruana de la Jojoba, ASPEJO, ha venido incentivando el cultivo de esta planta y se tienen ya en el país áreas experimentales en lugares como Arequipa, Ica, Lima, donde se muestra la gran productividad que se logra, tanto en el aspecto de calidad como de cantidad. Es por ello que ASPEJO, conjuntamente con la Universidad de Lima y la Universidad Agraria, estuvieron presentes en este Fórum con el objetivo de continuar con la tarea de difusión y poder concretar proyectos para la viabilidad de la industrialización.

El presente trabajo fué desarrollado siendo Jefe de la Unidad de Investigación del CIPI el Ing. José Márquez Robles; siendo revisado por la Ing. Bertha Díaz Garay, Asesora del Círculo de Estudios de la Jojoba, con la participación de los siguientes alumnos: Rosario Má Cárdenas, Alfonso Sarmiento Vásquez y Julio Serrano García. Teniendo como Presidente de ASPEJO al Sr. Eduardo Ronalds Dogny.

Ponemos, pues, a disponibilidad del lector un aporte que quisiéramos se tradujera en una posibilidad de inversión.

Ing. Bertha Díaz Garay

II FORUM INTERNACIONAL SOBRE LA JOJOBA

INTRODUCCION

En abril del presente año, la Asociación Peruana de la Jojoba (ASPEJO) decidió realizar el II Fórum Internacional de la Jojoba con el fin de impulsar las actividades que sobre este cultivo se realizan en el Perú. La Asociación ya cuenta con la experiencia necesaria de haber realizado 10 (diez) Seminarios Nacionales y un Primer Fórum Internacional. Con tal motivo se iniciaron los contactos especialmente con los probables expositores internacionales y los nacionales, así como, de los detalles de la organización del evento.

Las mayores preocupaciones que atentaban contra el éxito del evento se centraban en la situación económica interna que el país atraviesa, incluyendo el efecto de las relaciones internacionales y el turismo receptivo, y por otra parte, el financiamiento del Fórum. Sin embargo, se decidió llevarlo a cabo con la esperanza de superar tales tropiezos.

Durante los meses previos fue necesario realizar ajustes al programa preparado debido a las confirmaciones que se iban obteniendo y a tratar de salvar con optimismo los problemas. La fecha fijada del Fórum no fue modificada, realizándose entre el 3 y el 6 de setiembre del presente año. Se adjuntan aparte los dos temarios confeccionados al respecto.

Básicamente, deseamos contar con la presencia de por lo menos dos expertos de renombre internacional en la Jojoba, por lo que, decidimos invitar al Dr. Jaime Wisniak, quien actualmente labora en la Universidad de Negeb en Israel y del Dr. Ron Kadish de California EE. UU. ambos en aspectos de la industrialización de la Jojoba y en técnicas de cultivo y propagación. Si bien el Dr. Wisniak por razones de falta de tiempo no podía presentarse en el Fórum, logramos aceptar su venida al Perú tres días antes para sustentar una charla en la Universidad de Lima bajo los auspicios del Convenio que tiene nuestra Asociación y dicha Universidad.

El Dr. Wisniak arribó el día 30 de agosto y dictó su charla en el Auditorium el martes 1º de setiembre entre las 5 y 8 p.m. La Conferencia cumplió su propósito con un auditorio de más de 120 personas la misma que fue grabada y filmada y sirviendo para nuestro propósito de pasarla luego en el Fórum. Entre los asistentes se pudo comprobar el interés de industriales, agricultores, catedráticos y alumnos; charla que fue complementada con un debate y en el que el Dr. Wisniak

dejó claras muestras de su capacidad en el tema.

También en nuestro propósito de contar con otros expertos se dirigieron cartas a México, Paraguay y Argentina de conocidos expositores, pero lamentablemente, por distintas razones ya explicadas anteriormente no se lograron respuestas positivas: incluso dentro de los nacionales se tuvieron que cambiar nombres. Ello no impidió seguir adelante en nuestro deseo de concretar el certamen.

FINANCIAMIENTO DEL FORUM

En el mes de junio se logró una entrevista con el Dr. Dante Chiari, administrador del Convenio ADEX/AID con participación del suscrito y del Presidente de la Asociación, el Sr. Eduardo Ronalds D.; en la que se explicaron los motivos y la necesidad de un apoyo financiero para la realización del Fórum, habiendo recibido un total apoyo y disposición para ayudarnos, de lo cual nuestra Asociación deja expresa constancia de ello.

El Convenio ADEX/AID ha prestado el apoyo económico para la contratación del Dr. Jaime Wisniak , así como, en los gastos de publicidad e impresión necesarios para el evento.

TEMARIO Y EXPOSITORES

Entre los temas en que más se incidió, están: el de la tecnología de la producción, posibilidades de inversión, sub-productos y transformación y mercadeo. La participación del Dr. Kadish fue decisiva, habiendo intervenido en tres exposiciones que fueron sumamente didácticas y prácticas a los asistentes; aunque no domina el idioma, no fue difícil lograr el apoyo del Sr. Ronalds e Ing. Vera Tudela en actuar de intérpretes. Incluso en las clases prácticas de campo como complemento al final del Fórum, permitió conocer los métodos de podas, población, riego, abonamiento y otros en forma clara y precisa.

Otro de los temas abarcados por el Dr. Kadish fue sobre el desarrollo genético de la Jojoba en las zonas de origen. Abarcó el tema de la importancia de la diseminación de la Jojoba y en la preocupación de la adaptabilidad en estrecha relación con las latitudes en que se siembra. Este punto es de suma importancia para lograr mejores resultados de adaptabilidad y asegurar éxito en las plantaciones.

Un tercer tema se centró en los aspectos climatológicos y morfológicos de la planta y en general al tratamiento que se le debe dar al cultivo con nuevos conceptos como podas y requerimientos de agua, que aclaran conceptos nuevos que son de necesidad ir cambiándolos.

El Dr. Kadish en todo momento estuvo acompañado en sus exposiciones con "slides", transparencias y muestras recogidas del propio campo que hicieron muy claras sus intervenciones.

Otro tema que concitó la atención del auditorium, fue la exposición del Sr. James Mc Donald, Presidente del Directorio de Invertur y Ex-presidente de ADEX sobre "Posibilidades Económicas y Desarrollo de Inversiones en el Perú". El debate fue interesante y se analizaron las alternativas y posibilidades en relación al momento actual y coyuntura económica.

El Ing. César Barriga, Catedrático de la Universidad Agraria de La Molina y especialista en zonas áridas, disertó sobre "Experiencias en el Cultivo de la Jojoba" en la que tocó aspectos concretos de producción, multiplicación por esquejes enraizados, abonamientos y otros.

El Dr. Davis Bayer, sociólogo y asesor de empresas expuso el tema sobre el *"Desarrollo Agrícola en Ica"* haciendo un recuento de los factores positivos y negativos de la situacion agrícola regional. Aspecto importante fue el reconocer el descenso de la napa freática de agua en Ica en la que es necesario buscar fuentes de abastecimiento o de reservorios de agua en el futuro cercano.

Un tema que agradó a los asistentes al Fórum se relacionó con las *"Perspectivas en el uso de aditivo con aceite de la Jojoba"* expuesta por el Ing. Raúl Vera Tudela. Este tema es de suma importancia por cuanto implica una vía para justificar aumentos considerables de áreas de producción de la Jojoba y en la que se demostró que el Perú es un país importador del 90% de los aditivos para lubricantes solo en el campo del consumo automotriz sin considerar otros usos y necesidades de las industrias. Así mismo se abrió las posibilidades de la regeneración de los aceites usados en el Perú como complemento a un mayor uso de aditivos y mejorar la ecología y deterioro por efecto de polución. Se demostró que existe un potencial de no menos de 5 000 Has. para la Jojoba y de unas 15 000 Has. con un proyecto de largo alcance que podría cubrir las necesidades dentro del ámbito del Grupo Andino.

Posteriormente, se dió una charla sobre la Fundación Pro-Ica por el presidente de la Fundación el Ing. Raúl Vera Tudela a fin de dar a conocer la importancia de esta institución dentro del ámbito del Departamento de Ica y de los alcances como empresa privada al iniciar trabajos de investigación aplicada en agricultura a través de las instalaciones de la Estación Experimental de los Pobres que les serán adjudicadas mediante Convenio en sesión de uso por el INIAA.

Desde el primer día se concretó la formación de Grupos de Trabajo con el fin de ir asimilando en forma ordenada los alcances de las exposiciones y lograr emitir finalmente conclusiones y recomendaciones, las mismas que son tratadas en capítulo aparte. Todas las exposi-

ciones fueron grabadas de tal manera que se espera poder realizar un documento en calidad de resumen y que sirva para publicarlo y difundirlo tanto a nivel nacional como en el extranjero.

La mañana del último día se centró en visitas a plantaciones de agricultores como clase práctica de lo explicado e intercambiar impresiones de lo que se ve y aprecia en el campo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL FORUM.

La labor de los Grupos de Trabajo se realizaron sin tropiezo y con mucha disposición a lograr interpretar las prioridades más importantes. Se dividieron en 3 grupos sobre diferentes temas a saber:

Grupo 1 - Desarrollo Agrícola y Tecnologías.
Grupo 2 - Desarrollo Industrial.
Grupo 3 - Mercados para el Aceite.

Estos grupos tuvieron como coordinador al Ing. Luis Solís Bartra quien colaboró con la presentación de los expositores y las relaciones públicas en atención a los visitantes concurrentes al Fórum.

Las conclusiones y recomendaciones se reseñan como las más importantes a las siguientes:

A) Desarrollo Agrícola y Tecnológico

- Adoptar el método de la propagación de esquejes enraizados como la forma más técnica y segura para lograr poblaciones con caracteres genéticos estables.
- Es necesario contemplar la necesidad de realizar cultivos intercalados de ciclo corto durante los tres primero años con el fin de ayudar a financiar los costos de mantenimiento de la Jojoba.
- Producir un paquete tecnológico que permita realizar la difusión y fomento del cultivo de la Jojoba.
- Realizar estudios de costos de producción para las distintas formas (gravedad, goteo, secado, etc.) y poder informar eficientemente a las personas interesadas en conocer montos de inversión.
- Que la fundación Pro-Ica apoye y promueva también el cultivo y apoye con su infraestructura a la instalación de viveros de estacas enraizadas para beneficio de los productores.

☞

B) Desarrollo Industrial

- El estudio intensivo de las propiedades y características químicas del aceite de la Jojoba, ha demostrado que posee un potencial industrial que es varias veces superior al del aceite de ballena.
- Los dobles enlaces y el grupo éster presentes en la molécula son la fuente de un gran número de reacciones que permiten transformarlo en valiosos productos industriales.
- La torta residual obtenida en la extracción del aceite se puede emplear para elaborar alimentos balanceados para consumo animal en proporciones del 10% hasta un máximo de 20%.
- Las perspectivas del uso del aceite de la Jojoba en aditivos en el Perú abre grandes expectativas que son necesarias que éstas sean consideradas por las empresas públicas y privadas como fuente de inversión atractiva de gran futuro que permitirán desarrollar grandes áreas de la Jojoba y constituírse en fuente de trabajo y desarrollo industrial.

C) Mercados para el Aceite

- Es necesario definir las especificaciones técnicas del Aceite de la Jojoba para su comercialización tanto interna como de exportación. El INDECOPI debe actuar como agente oficial de esta normalización.
- Es necesario contar e iniciar prontamente con información estadística confiable de las áreas de producción, rendimientos, consumo y comercialización de los granos y aceite de la Jojoba con el fin de facilitar a los productores y servir como instrumento útil en el desarrollo.
- Es importante encontrar posibilidades de comercialización de las producciones de la Jojoba de las distintas áreas para evitar decepciones en los productores.
- Es necesario contemplar la posibilidad de contar con una planta extractora de Aceite de la Jojoba al más corto tiempo posible para evitar vender en grano las cosechas. Este punto podría ser canalizado a través de ASPEJO y coordinarse con apoyo de la Fundación Pro-Ica a fin de contar con facilidades de su infraestructura.
- Que la Universidad de Lima gestione la venida al Perú de un experto para un asesoramiento en la instalación de una planta piloto y aspectos de calidad, ésto bajo el programa de jubilados que existe en los EE. UU..

NOTAS FINALES

Nuestra apreciación final sobre el II Fórum Internacional de la Jojoba es positivo. Si bien el número de concurrentes no ha sido alto, se ha percibido un interés cada vez mayor en éste cultivo a pesar de la situación económica nacional y la recesión. La Jojoba como cultivo

económico y de capitalización en el agro es indudable, paralelamente con sus cualidades de planta poco exigente en agua y resistentes a la salinidad de los suelos; también su capacidad al estrés permite ganar tierras cultivables y amplir la frontera agrícola del país.

Las experiencias, ideas y conceptos aportados por los Dres. Jaime Wisniak y Ron Kadish han sido muy apreciados por todos, lo que nos obliga a meditar y realizar correcciones en algunos casos y en otros adoptar las enseñanzas. La Jojoba en el Perú por boca de los propios expertos tiene un gran futuro, pues, las condiciones climatológicas son excepcionales y mejores aún que en el país de origen, y el progreso y desarrollo que alcancemos está simplemente en nuestras manos. Esto nos llena de optimismo y pensamos que si bien el camino será duro creemos no defraudar en persistir.

Un aspecto importante remarcado por el Dr. Kadish, es iniciar trabajos de investigación y buscar los medios y el apoyo necesario posible pues de ello dependerá los logros futuros. Así mismo insistió en la necesidad de entender que es necesaria la participación unida de todos los productores e interesados como la única vía segura de éxito.

Finalmente, la Asociación procederá a transcribir todas las Conferencias grabadas y a la publicación de las mismas, así como, de las conclusiones y recomendaciones del Fórum.

Lima 9 de setiembre de 1992

Ing. Raúl Vera Tudela

Presidente del Comité Organizador
II Fórum Internacional sobre Jojoba

EL POTENCIAL QUIMICO E INDUSTRIAL DEL ACEITE DE JOJOBA

Por: Dr. Jaime Wisniak

Una de las cosas que se conocía a partir de la conquista de México, a través del cura Clavijero, era que los indígenas usaban especialmente el aceite de jojoba para el tratamiento del cabello.

Ahora se va a dar una pequeña visión, de que es lo que hace el aceite de jojoba diferente o distinto de todos los otros aceites vegetales que comunmente conocemos.

En primer lugar, los aceites comestibles tales como el aceite de algodón, aceite de soya, de girasol etc., son aceites que contienen el alcohol de nombre glicerina.

Un aceite comestible esta constituído por una gran cantidad de compuestos químicos diferentes, esto es lo que nos va a llevar a ver una diferencia importante con el aceite de jojoba. El aceite de jojoba esta formado principalmente por ésteres de alto peso molecular con una cadena lineal de ácidos monoetilénicos y de alcoholes monoetilénicos.

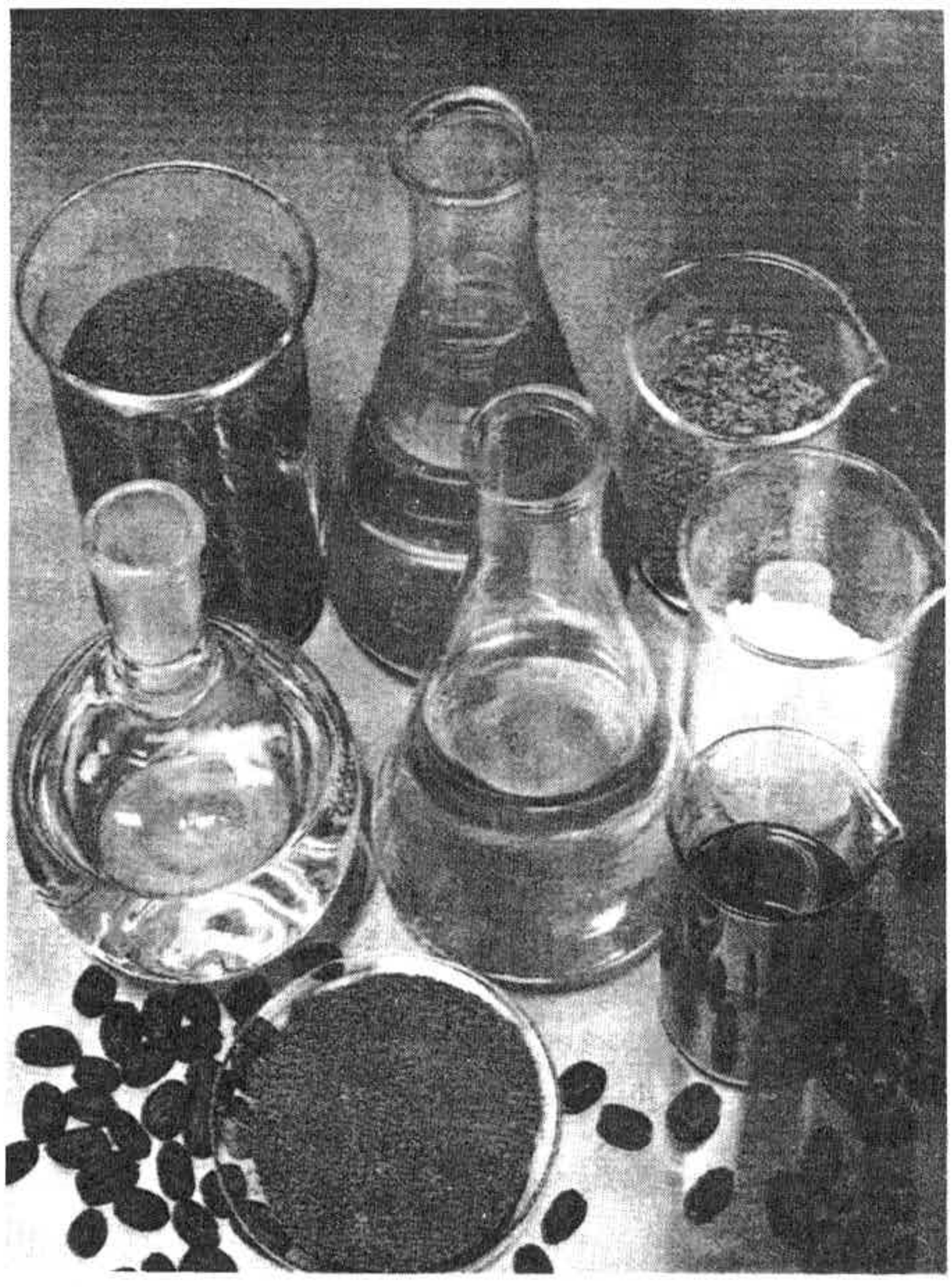
Lo que hace al aceite de jojoba fundamentalmente diferente de un aceite comestible vegetal corriente, es que es homogéneamente interno. El aceite de jojoba esta formado por una o dos moléculas que representan casi el 90% del aceite, es decir tiene una composición casi de compuesto puro.

La mayor parte de los aceites vegetales que consumimos hoy en día son extraídos con hexano . El nivel de hexano permitido en los aceites comestibles ha ido bajando en forma drástica. Es muy fácil esperar de que en el futuro el hexano sea un compuesto prohibido para extraer aceite, entonces ésta es la oportunidad para estudiar alternativas.

Uno de los métodos que esta cobrando mucha importancia como método de extracción, es el que se llama extracción por medio de gases supercríticos. Sin entrar en detalles técnicos, la idea es utilizar el anhidrido carbónico como el medio por el cual se extrae cualquier material. Por ejemplo en Europa el café descafeinado, es decir, la cafeína se saca no con un solvente sino con anhidrido carbónico. El anhidrido carbónico tiene la importancia de que deja cero residuos en lo que vamos a comer y por lo tanto, desde el punto de vista de seguridad de salud, es más adecuado que el hexano.

Conferencia del Dr. Jaime Wisniak, realizada en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima.

Otra cosa que es importante señalar, es que mucha gente cree que basta sacar el aceite, tal vez hacerle un blanqueo y tenemos un aceite excelente como materia prima. Cualquier aceite vegetal en forma natural, la planta lo utiliza no sólo como una fuente de almacenar energía, sino que también le otorga ciertos elementos de defensa para que el aceite no se descomponga en contacto con el aire. Y para eso la planta produce lo que se llaman antioxidantes. Al comienzo, el error que se cometía era no investigar cuales eran los antioxidantes presentes en el aceite. Se hacía un proceso de blanqueo, quedando un aceite muy bonito, blanco, transparente como el agua. Sin embargo en contacto con el aire se transformaba en rancio rápidamente, porque habíamos eliminado los antioxidantes naturales. El aceite, tal cual lo extraemos, lo podemos calentar casi 45 horas sin que pase nada, si le sacamos lo que la planta produjo para defenderlo, el tiempo de protección cae a 2 horas. Al aceite que no ha sido blanqueado bajo malas condiciones, se le agregan ciertos derivados y podemos retornar y aún superar lo que la madre naturaleza ha hecho, o sea darle mas estabilidad térmica de la que tenía originalmente.



MICRO-ENCAPSULADO

Dentro de las posibilidades industriales una de las cosas que se han hecho es fabricar el llamado aceite de jojoba en polvo. Hoy en dia no es ningún problema transformar o micro-encapsular el

aceite de jojoba en un talco que puede ser usado como tal para bebes.

El aceite de jojoba tiene una estructura muy especial que es muy parecida a la estructura del polietileno. Entonces una de las primeras pruebas que se hizo ya hace muchos años atrás era tomar polietileno, fundirlo, mezclarlo con aceite de jojoba y después solidificarlo. El polietileno se cristalizaba como esferitas o bolitas que dentro de ellas contenían el aceite.

De manera que si uno espolvoreara un material estaría lubricando la superficie que hemos espolvoreado.

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

REFRIGERACIÓN

Otra de las cosas que se han hecho es medir la solubilidad de una serie de gases en el aceite de jojoba.

Se ha encontrado que la mayor parte de los gases como hidróge-no y los freones, etc que se utilizaban en ciclos de refrigeración presentan una muy alta solubilidad en aceite de jojoba.

Una de las cosas que se ha pensado es de que eventualmente se podría diseñar un sistema de refrigeración por absorción basado en los nuevos freones y utilizando el aceite de jojoba como el vehículo de gas refrigerante.

Se hicieron estudios con el freón 22, sin embargo, estos van a tener un sentido histórico porque el freón 22 es un gas que ataca la capa de ozono. Se lo ha estudiado también en otro tipo de freones como el freon 114 y la consencuencia general es la alta, muy alta solubilidad de los freones en el aceite de jojoba. El decir muy alta se refiere a muy alta comparada con la solubilidad de los otros vehículos que normalmente se utilizan en refrigeración por absorción.

ANTIESPUMANTE

En la fabricación de la penicilina hay un problema muy serio y es que durante la producción del antibiótico se produce una gran cantidad de espuma, lo cual trae como resultado que el nivel efectivo del fermentador sea muy pequeño.

Un ejemplo clásico es un vaso con cocacola, la cocacola en sí es muy poca en el fondo y el resto es espuma.

Desde el punto de vista industrial hay que usar lo que se llaman

antiespumantes, que lo que hacen es disminuir en forma notable la cantidad de espuma.

Hace 15 o 20 años atrás, se estudió la posibilidad de utilizar el aceite de jojoba como reemplazo de los aceites que normalmente se utilizaban en la industria de fermentación.

Se pudo observar que a igualdad de condiciones el aceite de jojoba produce, sino mayores, por lo menos las mismas condiciones antiespumantes que los aceites usados en forma tradicional en la industria.

Y otra cosa más importante es que se produce un aumento significativo en el rendimiento del antibiótico.

Si tomamos como control a modo de comparación el aceite de ballena, se puede ver que el aceite de jojoba, bajo niveles especiales, puede llegar casi a un 25% más efectivo para la producción de penicilina.

ACEITE DIETÉTICO

Otra posibildad, fue la de utilizar el aceite de jojoba como aceite dietético.

La razón muy sencilla era que el aceite de jojoba no contiene glicerina, al no contener glicerina, no es asimilado por el cuerpo, ya que toda la asimilación de grasas y aceites por cualquier ser viviente es a través de glicéridos, triglicéridos.

La compañía Nestlé en su época invirtió muchísimo dinero, varios millones de dólares, en investigación con el fin de obtener la posibilidad de utilizar el aceite de jojoba como una alternativa grasa a la gente que quiere mantener la figura.

Por lo tanto el aceite de jojoba no puede ser utilizado en forma directa como aceite dietético y esto fue un duro golpe para la industria, porque aquí el mercado era muchísimo mayor que el mercado industrial señalado antes de 70 mil toneladas por año. Aquí el mercado podrían haber sido fácilmente otras 100 mil toneladas por año.

HIDROGENACIÓN PARCIAL EN JOJOBA

Trasformar el aceite de líquido a sólido sin cambiarle su composición química es una ventaja que se obtiene por la hidrogenación.

El aceite, que es líquido y que tiene un punto de fusión determinado de alrededor de 10 grados celcius, se convierte en una cera plástica que puede llegar a tener una temperatura de fusión de hasta 50-60 grados, que es lo máximo que se puede alcanzar.

Se puede realizar el proceso que se utiliza en la industria de fabricación de margarinas, por medio del cual tomamos el doble enlace de la jojoba (que tiene la forma de una C mirando al revés) y simplemente le damos vuelta. Los químicos lo pueden hacer sin ningún problema.

Todas las grasas naturales poseen la forma TRANS y para los aceites como el aceite de ballena, de jojoba, de algodón, la forma clásica es la forma CIS. Esta última tenemos que transformarla en forma artificial a la forma TRANS.

Todo el estudio de los procesos ya ha sido realizado y utilizado industrialmente.

En EEUU se vende lo que se llama JOJOBA BUTTER, es decir la mantequilla de jojoba.

En cosmetología, la cera de jojoba podemos utilizarla por ejemplo en la fabricación de lápices labiales. Esto se puede hacer sin ningún problema y es extremadamente barato.

La ventaja de la cera de jojoba usada como lápiz labial consiste en la facilidad de pasar del estado sólido al líquido en contacto con la temperatura del cuerpo, cosa que no sucede con otras grasas vegetales o animales empleadas para el mismo fin.

HIDROGENACIÓN TOTAL DEL ACEITE DE JOJOBA

Otro mercado extremadamente importante de la jojoba resulta la hidrogenación. Este proceso transforma el aceite en una cera extremadamente dura con un punto de fusión muy alto, 68 grados.

Consiste en tomar el aceite y tratarlo con hidrógeno en presencia de un catalizador (níquel) con hidrógeno y transformar el enlace simple en enlace doble o saturado. El costo del proceso es extremadamente barato y no requiere ningún equipo especial que no exista hoy en día en la industria. La mayor parte de las industrias que hoy en dia trabajan las oleaginosas, normalmente tienen un equipo hidrogenador para fabricar margarinas, el aceite de jojoba se utiliza en la misma forma, no hay que hacerle ningún cambio especial al equipo.

El aceite hidrogenado de jojoba presenta un aspecto similar a escamas de naftalina, es extremadamente cristalino y brillante.

Este aceite hidrogenado sirve para producir barnices o ceras de automóviles. Algunas sumamente duras y con mejores rendimientos por su solidez para su uso en protección para pisos.

Un ejemplo clásico es la marca que deja el taco cuando éste resbala un poco sobre un piso encerado. La cera de carnauba (que proviene de la palma de carnauba del Brazil) es excelente para este tipo de aplicaciones, pero la jojoba resulta más resistente a la fricción.

El aceite de jojoba es posible utilizarlo como reemplazo de la cera de carnauba, con un potencial de 5 mil tal vez a 10 mil toneladas por año.

En una prueba, se envió a fabricantes de ceras que hicieran comparaciones entre la cera de carnauba, la cera de abeja y la cera de jojoba hidrogenada, de acuerdo a las especificaciones con las cuales se compra normalmente la cera. Para medir la dureza del material se presiona una aguja bajo ciertas condiciones y se ve cuanto penetra dentro del material (índice de penetración).

Todo el que conoce la cera de abeja sabe que es muy blanda, tiene numero 20 o 41, contra la jojoba-carnauba que son casi la mitad o tercera parte de la cera de abeja. Con esto se demuestra que el aceite de jojoba hidrogenado es un excelente sustituto de la cera de carnauba.

ANTILLAMA-CALEFACCIÓN

Otras investigaciones realizadas se basan en la aplicaci[on de aditivos de cloro y/o bromo.

Se eligió el bromo, porque hay una gran cantidad de materiales extremadamente importantes basados en el bromo. Desde el punto de vista industrial, estos materiales son importantes porque se les puede utilizar como: materiales antillama (ANTI-FOAMING).- Sirven para proteger las telas u otros materiales de manera que no prendan fuego o que no propagen la llama.

Tambien en aceites de calefacción.- Como reemplazo del vapor, ya que cuando queremos calentar con vapor a muy altas temperaturas, tenemos necesariamente que hacerlo a muy altas presiones.

Una de las propiedades interesantes, fué una total sorpresa, es de que el aceite de jojoba bromado, con aproximadamente un 34% en peso de bromo, es líquido. Se pensó obtener un sólido y

resultó un líquido, el cual es menos viscoso que el aceite original, otra sorpresa inesperada que está siendo motivo de investigación.

ACEITE DE JOJOBA COMO REEMPLAZO DE LA ESPERMA DE BALLENA EN LUBRICANTES

El mercado mas importante, es utilizar el aceite de jojoba para lo que originalmente se pensó, un reemplazo del aceite de ballena.

El gran mercado, de casi un 80 o 90%, del aceite de ballena era fabricar lubricantes o más que lubricantes, aditivos para lubricantes.

La idea es tomar un aceite como el de ballena o el de jojoba y agregarle los elementos clásicos que contienen los aditivos. Los más importantes son azufre, un halógeno normalmente cloro, fósforo o una combinación de estos y sobre todo a los múltiples fines que se quiere utilizar.

Un trabajo clásico que se hizo a comienzos del año 70, en los laboratorios de la Armada de los EEUU en Filadelfia, fue sulfurizar el aceite de jojoba. Hay dos curvas clásicas que son de comienzos del año 70 y las cuales muestran que el aceite de jojoba sulfurizado es exactamente igual o mejor, desde el punto de vista de lubricación, que el aceite de ballena.

Dentro de los mercados de la jojoba es sin duda el de más posibilidades en el futuro y del cual se puede llegar fácilmente a las 50 mil toneladas por año. Esto requiere obviamente una estructura de precios adecuada.

Experimentos más detallados consistieron en introducir simultáneamente aceite de jojoba, azufre y cloro.

Una manera de probar este tipo de lubricantes es utilizando el sistema que se llama de 4 bolas. En el cual hay 3 que están montadas sobre una mesa que gira y hay una cuarta que viene de arriba y lo que hace es que se va cargando cada vez más. Obviamente llega un momento en que la mesa ya no puede girar, pero mucho antes, en la línea de contacto se va produciendo un desgaste. Este desgaste es lo que se mide a través de lo que se llama la cicatriz.

Un aceite base sin los aditivos produce una cicatriz de aproximadamente 0,9 mm. Utilizando jojoba sulfoclorinada en condiciones apropiadas, bajamos la cicatriz aproximadamente a la mitad, mostrando de nuevo la bondad del derivado de la jojoba.

En otro ensayo mecánico, en el cual ahora las mesas y las bolas estan girando, se carga hasta que, debido a la alta fricción, se produce la fusión entre las 4 bolas y el aparato se detiene.

Un ejemplo clásico sería cuando al automóvil le falta aceite y si no le agregamos este, simplemente el motor se funde.

En este ensayo vemos que el aceite base es posible cargarlo hasta 170 kilos, bajo las condiciones establecidas por la CTM. Con el aceite derivado de la jojoba podemos llegar casi 3 veces más.

Otra cosa que se hizo y que tiene una importancia industrial extremadamente grande, fue introducirle el grupo fosforo-butano utilizando lo que se llama un difosfito. En vez de utilizar un difosfito se usó el pentasulfuro de azufre y se le introdujo simultáneamente azufre y fosforo, estos son elementos importantes en todo lo que son aditivos de carga mecánica. Y nuevamente se puede apreciar, que el aceite básico cumple con lo mínimo requerido por la parte comercial, mientras que el aceite de jojoba excede este mínimo.

RESIDUOS NUCLEARES

Un problema importante en la industria nuclear, no es sólo el hecho de que pueda haber una explosión, de que por sí es terrible. El problema es que aún cuando se hicieran las centrales 100% seguras, queda el problema; qué hacer con los residuos.

Ciertos derivados, especialmente del plutonio, tienen una vida media de 10 mil años, es decir, la cantidad que esta presente en el residuo en 10 mil años mas bajará a la mitad.

Lo que se hace hoy en día es guardar los residuos bajo tierra, pero quien puede saber que le puede a la tierra como elemento geológico.

Entonces hay muchísima resistencia a almacenar todo este tipo de materiales por el volumen enorme que ocupan. Ya que aunque los compuestos nucleicos estan en porcentaje muy pequeño es muy difícil separarlos del volumen total, cuya cantidad si es extremadamente alta.

Para extraerlos lo que se hace normalmente es utilizar un compuesto clásico llamado tributilfosfato.

Se encontró con sorpresa que el derivado de la jojoba llamado difosfonato tiene coeficientes de extracción casi mil veces mayor que el de los compuestos que normalmente se utilizaban en la industria. Por lo tanto si pensamos en los residuos nucleares, vemos que existe un potencial enorme para usar la jojoba en el futuro.

☞

MEDIO EXTRACTIVO DE LOS METALES BLANDOS

El aceite de jojoba sulfurizado permite limpiar muy bien aguas que contienen mercurio en forma disuelta. Aún cuando lo tenga en forma metálica. Una de las alternativas que se usa en la industria es oxidar el metal de manera que pueda disolverse en el agua. Por lo tanto hay dos maneras de tratar hoy en dia los residuos mercuriales, ya sea juntando las microgotitas o transformándolos en material soluble.

Si partimos de un material que tiene 146 partes por millón, lo podemos bajar hasta 5 partes por billón, el cual es el estándard en EEUU e Israel. Las aguas de las industrias que utilizan el mercurio no pueden tener más de 5 partes por billón. Utilizando el aceite sulfurizado de jojoba ese nivel es fácilmente alcanzable.

ALIMENTO PARA GANADO

Por cada 100 kilos de semilla de jojoba que ingresan en la industria, se producen 50 kilos de aceite, el uso general de este último es el que hemos descrito anteriormente. Por otro lado quedan 50 kilos de residuo, que es la mitad de lo que entró a la planta y se le conoce como torta o harina de jojoba.

A esta torta se le puede utilizar como alimento para ganado, ya que tiene la mayor parte de los aminoácidos esenciales y posee un alto contenido de proteínas, alrededor del 30%.

Se han hecho múltiples estudios al respecto. El problema que se encontró al comienzo, cuando se hacían los experimentos con ratones de laboratorio, era de que estos se ponían a dieta, dejaban de comer y simplemente se morían de hambre.

Obviamente nadie que es ganadero querría que esto le pasara a sus vacas o animales.

Lo que se encontró es que la jojoba tiene un cierto producto llamado "simondsina", el cual es un elemento de defensa que la planta desarrolla y que evita que vengan los roedores y se coman la semilla. Los roedores aprenden que no conviene comerla porque se mueren de hambre.

El departamento de agricultura de EEUU. ha encontrado que hay procesos microbiales que pueden reducir suficientemente el conteni-

do de la simondsina a niveles que el animal pueda comerlo sin perder el apetito.

Un mercado enorme para la jojoba se obtendría de aislar la simondsina y utilizarla para el consumo humano como un controlador del apetito. El problema es que resulta extremadamente caro hacer este tipo de investigaciones por ahora, pero estos estudios se continuan con el objetivo de encontrar formas más económicas.

QUIMICA Y TECNOLOGIA DEL ACEITE DE JOJOBA: ESTADO DE LA CIENCIA

POR: JAIME WISNIAK

Durante los pasados 20 años ha habido gran actividad en el análisis y la química del aceite de jojoba. La mayoría de las bien conocidas reacciones de dobles enlaces y grupos ésteres han sido probadas en el aceite de jojoba y divulgadas en la literatura. No han sido reportadas dificultades especiales y algunas de las reacciones intermedias han sido probadas como posibles productos industriales. Una visión general del estado de la ciencia será presentada con especial énfasis en los derivados que prometen ser de interés industrial en el futuro cercano (isómeros, aceite hidrogenado, aditivos para lubricantes, etc.). El futuro trabajo de investigación para el desarrollo de los mercados del aceite de jojoba debe estar basado en la investigación para las aplicaciones industriales del gran número de derivados fáciles de preparar.

INTRODUCCION

En un esfuerzo por proteger la extinción de la población mundial de ballenas y otras especies, a finales de 1970, el gobierno de los EE.UU. las incluyó en la lista de especies en peligro, y prohibió las importaciones de aceite, carne y otros productos derivados. En ese tiempo el consumo del aceite de esperma de ballena en los EE.UU. era alrededor de 40-50 millones de libras por año y la mitad de esa cifra era utilizada en aplicaciones lubricantes. Ningún remplazo natural o sintético, con las cualidades únicas del aceite de esperma de ballena, ha sido todavía encontrado pero hay suficiente evidencia experimental que el aceite de jojoba es un excelente sustituto. La mayoría del trabajo inicial desarrollado sobre jojoba estuvo basado en la premisa que su aplicación principal es como un sustituto directo del aceite de esperma de ballena. Esta etapa ha sido superada: el potencial industrial del aceite de jojoba es mucho mayor que el del aceite de esperma de ballena.

El aceite obtenido de la nuez de jojoba tiene normalmente una baja acidez (< 2%), es un fluído claro, amarillento que requiere poca o ninguna refinación. No es volátil y está libre de rancidez. Aún después de calentar repetidas veces a temperaturas sobre 285°C o después de calentar a 370°C por 4 días no ha cambiado esencialmente. Su

Universidad de Ben Gurion de el Negev. Beer-Sheva, Israel

punto de ebullición a 757 mmHg bajo nitrógeno sube a 418°C pero desciende uniformemente hasta 398°C, manteniéndose constante. El descenso en el punto de ebullición es acompañado por la inter-esterificación del docosenil eicosenato predominante en la mezcla esteárica de una composición parcialmente aleatoria. Normalmente no es requerida la neutralización del aceite y el blanqueo a un fluido transparente como el agua puede ser realizado usando las técnicas comerciales normales. La sustancia blanqueadora debe ser una que no quite los antioxidantes naturales presentes en el aceite.

La composición química del aceite de jojoba es única en lo que respecta a que contiene poco o nada de glicerina y la mayoría de los ésteres que lo componen caen en el rango del largo de cadena de C40-C42. La linealidad y la composición del rango cerrado son probablemente dos propiedades que le dan al aceite de jojoba sus características únicas.

Las moléculas del aceite de jojoba contienen 2 enlaces dobles, y un grupo ester, estas 2 ubicaciones activas pueden dar lugar a un gran número de productos intermedios o finales. La mayoría de las reacciones químicas clásicas en estos centros químicos ya han sido estudiadas y están bien documentadas en la literatura. La tabla 1 presenta un resumen de estas posibilidades.

Tabla 1 **El Potencial del Aceite de Jojoba**

A. Uso del aceite como tal	1. Cosméticos 2. Aplicaciones dietéticas y médicas 3. Isomeración geométrica de los enlaces dobles 4. Lubricantes 5. Aislantes eléctricos 6. Control de espuma (antiespumantes)	
B. Después de un cambio en su naturaleza química.	**B.1. Atacando el enlace doble**	1. Hidrogenación 2. Halogenación 3. Sulfurización 4. Halosulfurización 5. Oxigenación 6. Fosfonación 7. Sulfo-fosforilación 8. Alkilación 9. Maleinización
	B.2. Atacando el enlace esteárico	1. Hidrólisis 2. Amonólisis, sales de amonio cuaternario

Los siguientes párrafos resumirán la información sobre esas reacciones las cuales parecen tener el más grande potencial económico.

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

IZOMERIZACION CIS-TRANS

Es un hecho bien conocido de la química de los materiales grasos insaturados, que ellos pueden ser convertidos en materiales sólidos por izomerización geométrica de los enlaces dobles. El isómero-trans es termodinámicamente más estable que la forma CIS, tiene sustancialmente un punto más alto de fusión y sus jabones tienen propiedades superiores humectantes y detergentes. Las inusuales propiedades del aceite de jojoba han sugerido que este fenómeno puede ser usado para mejorar los usos de este material. Las características farmaceúticas del aceite podrían ser usadas ventajosamente si la cera tuviera una estructura cremosa natural.

Wisniak y Alfandary fueron los primeros en reportar sobre la isomerización geométrica del aceite de jojoba con catalizadores de Selenio y NO_2 bajo un amplio rango de condiciones. Los puntos de fusión del producto de la reacción variaba entre 36° y 40°C con catalizador de Selenio y entre 38° y 42°C con catalizador de NO_2. Un ajuste apropiado de las condiciones operantes podría, si fuera necesario, permitir la preparación de un material con un punto de fusión cercano a la temperatura del cuerpo humano.

Galum y colaboradores han descrito recientemente la isomerización térmica y fotosensitizada del aceite de jojoba mientras que Brown y Olenberg han reportado que el proceso puede también ser realizado por calentamiento del aceite de jojoba a temperaturas sobre los 150°C, en la presencia de silicatos o arcillas. Estos catalizadores pueden producir isomerización con puntos de fusión en el rango 25-44°C. Un ejemplo de una patente por Brown y Olenberg describía la preparación y usos de las composiciones isomorphous basadas en las pruebas de isómeros de jojoba con aceite de jojoba hidrogenada. Las mezclas pueden encontrar aplicación en cosméticos, lubricantes para la industria alimentaria y cera para velas.

Una palabra de precaución es necesaria. Muchas afirmaciones son reportadas en la literatura universal sobre los méritos médicos y cosméticos del aceite de jojoba, el cual esta compuesto esencialmente de el isomero CIS. No hay estudios sobre los posibles efectos biológicos del isómero TRANS, y todos los isómeros deberían ser usados cautelosamente, particularmente si es considerado un uso interno. Es muy posible que los usos principales de los isómeros complementarán a los del aceite de jojoba en cosméticos, el cual se convertirá pronto en mercado saturado. Nuevos usos potenciales podrían ser desarrollados como aditivos para comidas de textura suave, asumiendo que el aceite de jojoba prueba ser seguro. El costo de preparación de un isómero debe estar en el rango de $ 0,10- 0,20/Kg, a lo más.

HIDROGENACION

Hidrogenación es una técnica standard para mejorar las propiedades de los aceites vegetales y animales. Además de aumentar los puntos de alta y baja fusión de las grasas, el proceso de hidrogenación también mejora su color, olor y estabilidad. La reacción consiste en calentar el aceite con hidrógeno en la presencia de un catalizador el cual es generalmente níquel. Presiones en el orden de 0-120 psig son comunmente usadas.

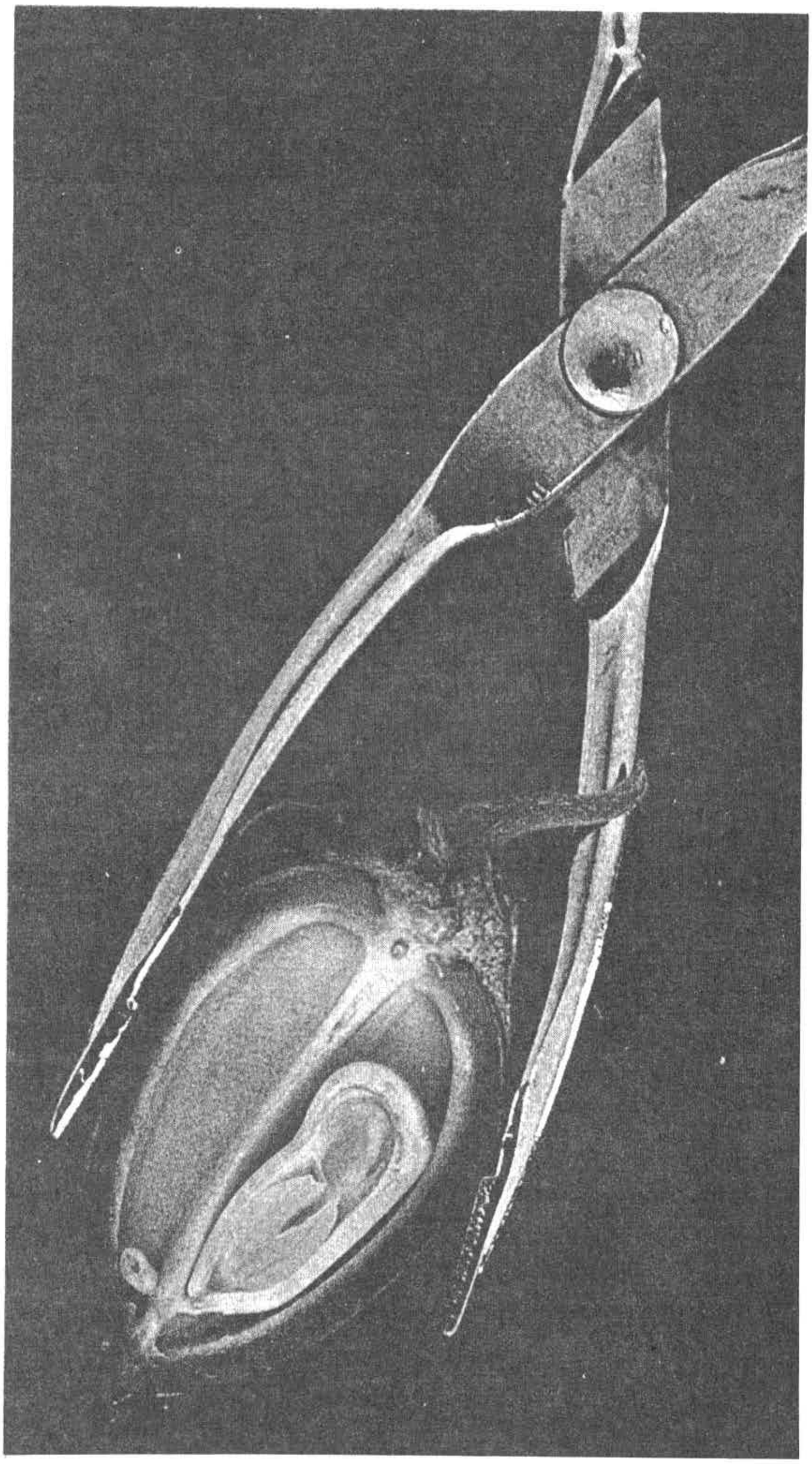
El proceso de hidrogenación es un poco complicado por el hecho de que antes de ser saturados los enlaces dobles pueden emigrar a lo largo de la cadena o ir de la forma CIS a la TRANS. La migración es muy lenta y no ha sido encontrada una importancia práctica, pero la isomerización geométrica CIS-TRANS influencia profundamente el punto de fusión y las propiedades plásticas de un aceite el cual está parcialmente hidrogenado. Similares puntos de fusión pueden ser alcanzados con aceites que tengan sustancialmente diferentes grados de insaturación. El aceite más saturado estará más duro y menos plástico que uno menos saturado. Un manejo adecuado de las condiciones operativas, particularmente de la presión, puede ser usado para producir una variedad de aceites de jojoba parcialmente hidrogenados para diferentes usos (ceras duras/blandas). Una nota reciente de Mapstone ha reportado la variación de el punto de fusión del aceite de jojoba parcialmente hidrogenado con su índice de yodo.

Wisniack y Holin han estudiado la hidrogenación del aceite de jojoba bajo un amplio rango de condiciones operativas y reportado también sobre la cinética de la reacción. Sus datos pueden confidencialmente ser usados para la preparacion de diferentes tipos de ceras sólidas.

La hidrogenación total del aceite produce capas altamente lustrosas, cristalinas que son muy duras. La cera sólida ha sido indicada como un ingrediente en las ceras de lustre, papel carbón, ceras para fruta y como un componente de las velas. Los estudios de las difracciones de los rayos X de la cera sólida han mostrado casi idénticas características que el polvo de polietileno, lo cual justifica el hecho experimental que estos materiales pueden ser mezclados en todas las proporciones sin separación de fases. Muestras de cera hidrogenada de jojoba han sido comparadas con la cera de abejas y la cera de carnauba. Los resultados tabulados indican que la cera de jojoba es sustancialmente mejor que la cera de abejas y se compara muy bien con la cera de carnauba.

El proceso de hidrogenación es un proceso muy simple, que usa los equipos standard disponibles para la hidrogenación de grasas. Debería aumentarse probablemente entre $ 0,10-0,20/Kg al precio del aceite crudo de manera que, la penetración en el mercado de la cera

de jojoba, dentro del mercado tradicional de cera, debería ser fácilmente alcanzando cuando el aceite de jojoba se venda en el rango de $ 3- 4/Kg.



LUBRICANTES Y ADITIVOS PARA LUBRICANTES

El mercado de lubricantes fue un gran mercado tradicional para el aceite de esperma de ballena y debería ser fácilmente alcanzado por el aceite de jojoba y sus derivados, si el precio de la jojoba cayera

rápidamente lo suficiente como para evitar la competencia de posibles orígenes sintéticos.

El aceite de esperma de ballena fue ampliamente usado por sus propiedades untuosas y para proteger metales que el confiere tan bien como su característica de "no secante" que previene que se pege en formulaciones de uso final. Es más importante como un intermediario químico desde que puede ser sulfonado, oxidado, sulfurizado, sulfo-clorinado y clorinado para dar productos industriales que tienen usos como agentes humectantes y aditivos de extrema presión.

Gisser ha hecho una comparación completa de las propiedades mecánicas del aceite de jojoba y el aceite de esperma de ballena sulfurizado con azufre por procedimientos standard. Aparte de ser más viscoso y más claro en color, el aceite de jojoba sulfurizado parecía muy similar al aceite sulfurizado de esperma de ballena. Las pruebas mecánicas mostraron que ambos derivados fueron esencialmente equivalentes en mejorar la capacidad de desgaste bajo condiciones de presión extrema de temperatura. Similar comportamiento fue también observado en las pruebas anti-desgaste.

Pruebas muy exhaustivas del aceite de jojoba sulfurizado han sido conducidas en el Instituto de Investigación del Sur Oeste con resultados muy satisfactorios.

Varias publicaciones han reportado sobre los posibles usos de los derivados del aceite de jojoba basados en la adecuada adición de azufre, cloro, bromo, fósforo, o una combinación de estos elementos. Todos los resultados han mostrado que las propiedades lubricantes del aceite base pueden ser mejoradas tremendamente de manera que una pequeña cantidad de aditivo basado en jojoba (< 5%) es suficiente para producir un excelente lubricante.

Wisniack y Benajahu reportaron sobre las propiedades lubricantes del aceite de jojoba sulfoclorinado y sulfo-bromado, tan buenas comparadas con productos similares basados en aceite de esperma de balllena u otros aceites vegetales. El mercado de la lubricación y de aditivos para lubricantes debe ser probablemente uno de los más grandes disponibles para el aceite de jojoba, probablemente en el rango de 20000 - 50000 ton/año. La producción de los derivados es bastante simple, se debe añadir menos de $ 1,00 por Kg de aceite, y ayudará a equilibrar un alto precio del aceite de jojoba.

EL FUTURO

El aceite de jojoba fue originalmente desarrollado como un sustituto del aceite de esperma de ballena; esta etapa ya ha sido superada. En los siguientes 10 años probablemente se verá un mercado de cosméticos saturado, pero las cantidades y los precios más bajos del aceite probablemente se traducirán en un mercado de 70000 ton/año.

" II FORUM INTERNACIONAL DE LA JOJOBA"

" INVERSION PRIVADA Y TECNOLOGIA PARA **EL DESARROLLO DE ZONAS ARIDAS"**

ICA, 3 AL 6 DE SETIEMBRE 1992

INDICE GENERAL

Viernes 4

Inauguración del Evento

Posibilidades Económicas de Desarrollo Agrícola en el Perú
Expositor: SR. JAMES MAC DONALD CHECA
Debate

Desarrollo genético de la Jojoba en las zonas de origen
Expositor: DR. RON KADISH
Debate

Desarrollo Agrícola en Ica
Expositor: DR. DAVID BAYER
Debate

Potencial de producción en Jojoba. Aspectos climatológicos, genéticos y morfológicos
Expositor: DR. RON KADISH
Debate

Formación de grupos de trabajo

Asamblea extraordinaria de ASPEJO

Presentación de videos y productos agrícolas
- Universidad de Lima
- AQUASEL por JB Ingenieros
- Water Works - por Francisco Camino

Sábado 5

Perspectivas en el uso de aditivos con Aceite de Jojoba
Expositor: ING. RAÚL VERA TUDELA
Debate

Video de la Conferencia del DR. JAIME WISNIAK sobre: *Aspectos de la calidad física y química del aceite de Jojoba*
Debate

Aspectos tecnológicos para la instalación de plantaciones productivas de Jojoba
Debate

Experiencia en el cultivo de la Jojoba
Expositor: Ing. César Barriga
Debate

Fundación Pro-Ica.
Expositor: Ing. Raúl Vera Tudela

Grupos de trabajos. Elaboración de propuestas de Conclusiones y Recomendaciones
1. Desarrollo Agrícola y Tecnología
2. Desarrollo Industrial
3. Mercado del Aceite
Moderador: Ing. Luis Solis Bartra

Debate y aprobación

Domingo 6

Visita a plantaciones de Jojoba en Ica

INVERSION PRIVADA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE ZONAS ARIDAS

Discurso de Inauguración

Por: Eduardo Ronalds Dogny

Damos la mas cordial bienvenida a los expositores nacionales y extranjeros, y a los participantes a nuestro II Fórum Internacional sobre Jojoba, quienes han venido de varias zonas del Perú para intercambiar sus experiencias y tomar conocimiento de los avances en el cultivo de esta promisoria planta originaria de los desiertos de Baja California, Sonora, Arizona y Sur de California.

Durante los últimos diez años se han establecido cerca de 300 hectáreas de Jojoba en la costa desde Piura hasta Tacna, así como en forma experimental en zonas de la sierra y ceja de montaña. En la opinión del experto Ron Kadish quien nos acompaña, el clima y suelos del Perú, especialmente de la Costa, ofrecen las mejores condiciones para este cultivo.

Nuestra Asociación ha suscrito un convenio con la Universidad de Lima y me complace ver la numerosa participación de profesores y alumnos de este centro de estudios, en especial para desarrollar productos industriales con el Aceite de Jojoba.

También deseo agradecer a la Asociación de Exportadores - ADEX - AID, por el apoyo brindado para lograr el éxito de este II Fórum.

Finalmente, deseo felicitar al Gobierno por las recientes medidas tomadas para lograr que regrese la inversión privada al campo mediante sociedades agrícolas que tengan la propiedad de la tierra y puedan emitir acciones mediante la inversión de capital de riesgo y/o capital con accionariado difundido, siendo la mejor forma de capitalizar el campo en los tiempos actuales de difícil acceso al crédito.

Debemos mencionar el éxito logrado en el norte argentino y el Chaco paraguayo, zonas de Latinoamérica que han logrado atraer el capital privado habiendo establecido 4,000 y 3,000 hectáreas de Jojoba respectivamente. Debido a circunstancias ajenas a su voluntad, no han podido viajar al Perú nuestros amigos de estos países como en años anteriores quienes nos han hecho llegar sus mejores deseos por

---

Presidente de la AsociaciónPeruana de la Jojoba ASPEJO

el éxito de este encuentro.

Esperamos de este II Fórum Internacional sobre Jojoba un intercambio positivo de experiencias técnicas y prácticas que nos permitan ir dominando paulativamente este cultivo y consolidar una interesante y prometedora agro-industria en el Perú.

II FORUM INTERNACIONAL DE LA JOJOBA

Palabras de Inauguración

Por: Ing. Juan Consiglieri

En el Perú, especialmente en el Departamento de Ica, existen en estos momentos muchos de los factores necesarios para lograr una exitosa campaña de producción del arbusto de la Jojoba. En la Provincia de Ica hace más de una década, un grupo de pioneros agricultores concertaron con Organismos extranjeros para la asistencia científica, y con la Banca Privada para concertar proyectos de reforestación de extensas zonas áridas y salinas con el cultivo de la Jojoba (especie nativa del desierto sonorense).

Las plantaciones de la Jojoba existentes en el país están dando resultados frente a mínimas inversiones, generando trabajo y exportando materia prima para amplios usos industriales, como la cera líquida, aceite con potencial en las áreas de: cosméticos, lubricaciones, ceras de pulir, fabricación de productos farmacéuticos; también, como aditivos en aceites de motores, fluidez para trasmisiones automáticas y aceite para equipos que trabajan a altas temperaturas y presiones.

La cera de la Jojoba constituye una fuente de ácidos y alcoholes que pueden usarse como simples mono-insaturados en la preparación de productos tales como: desinfectantes, agentes emulsificantes, resinas, cubiertas protectoras y anticorrosivas. Si se hidrogeniza produce cera blanca que puede utilizarse en el encerado de: pisos, muebles, zapatos, automóviles. Y una vez dosificada, puede ser útil en el futuro en el uso industrial como aditivo.

Srs. asistentes a éste II Fórum Internacional oficializado por Resolución Ministerial del sector de Agricultura de Ica de la 2a. Región de Libertadores Wari, en cumplimiento de su función de Transferencia de Tecnología en áreas de interés, en reconocimiento de sus voluntades en participar en éste Fórum base de la estrategia de la Tecnología para el Desarrollo de las Zonas Aridas, como la muestra con suelos adecuados y aguas suficientes para el cultivo de la Jojoba que su proseguimiento y desarrollo de los venideros años es un impacto importante en ésta región de Ica y del país; en la producción, en las exportaciones y en el empleo.

Con éstos antecedentes es un honor en nombre del Sr. Ministro de Agricultura, Ing. Absalón Vásquez Villanueva; del Presidente de la Región Libertadores Wari, Ing. Carrillo; declarar inaugurado este II Fórum sobre la Industrialización de la Jojoba y la Inversión privada y Tecnología para el desarrollo de las zonas áridas.

Representante del Sr. Ministro de Agricultura Ing. Absalón Vásquez Villanueva.

" LAS POSIBILIDADES ECONOMICAS DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN EL PERU "

POR: SR. JAMES MC DONALD CHECA

Vamos a comenzar con la Conferencia del Sr. James Mc Donald, sobre la posibilidad económica del desarrollo agrícola en el Perú, pero antes, quisiera indicar que el Sr. Mc Donald es peruano y natural de Piura, graduado en la Universidad de Cambridge, Inglaterra; tiene 13 años como empresario agrícola independiente, Magister en administración de negocios de Esan, industrial durante varios años, Gerente General de Industrias de Metales y Derivados S. A., Presidente de la Asociación de Exportadores (ADEX), Director Gerente de varias empresas, y actualmente Gerente General y miembro del Directorio de Invertur; con Uds. el Sr. James Mc Donald:

Ing. Raúl Vera Tudela Guembes
PRESIDENTE DEL II FORUM
INTERNACIONAL DE LA JOJOBA

La agricultura ha sido tradicionalmente la actividad económica más importante de nuestro país, lo que hace que el peruano sea por naturaleza un agricultor. Recién a mediados de este siglo empezó un cambio en los patrones de desarrollo que hicieron que la industria fuera cobrando más importancia en el Perú, pero en ningún momento llegó a superar en producción a la agricultura, que repito, es el eje del sustento del Perú como nación.

La minería que tanto aporta a nuestro PBI, es una actividad muy especializada, que ocupa mucho menos personas que la agricultura, entonces debemos volver a preocuparnos de esta actividad tan fundamental y tan propia de la naturaleza peruana que es la agricultura y que desgraciadamente está cayendo en una crisis tan agobiante, por esto, debemos analizarlo desde el punto de vista económico que es lo que tengo que ver (lo ocurrido en éstos últimos 20 años), ésto es lo que llamamos las dos décadas perdidas.

El Perú, lamentablemente, se encuentra ahora en una situación, con relación al producto total del país, más o menos como estaba hace poco más de 20 años, pero si consideramos que nuestra población crece alrededor del ritmo de un 3% al año, nuestro ingreso per cápita se ha rezagado más de 30 años (nuestro ingreso per cápita está alrededor del de la década del 60), esa es la situación dramática que vivimos en el Perú.

Presidente del Directorio de INVERTUR S.A

Y por supuesto que esto se refleja en el agro. Hay muchos como yo que hemos sido agricultores y nos encontramos ahora en otras actividades. El agro se ha despoblado no solamente de sus empresarios y sus agricultores natos, que lo han sido por generaciones, sino, tambien se ha descapitalizado enormemente porque además de la pérdida del capital humano que ha abandonado el campo, está también la pérdida del capital acumulado por generaciones, no se ha ido reponiendo, y encuentro en éstos momentos al campo realmente desprovisto de todos los recursos necesarios para la producción adecuada. Surge el desaliento entre los agricultores, y desgraciadamente, he comenzado una exposición con el aspecto real y vivo del asunto, pero por otro lado, se va a desprender de lo que diga: Que después de todo desastre surgen oportunidades.

Los cultivos tradicionales no son rentables económicamente y ese es el problema de la agricultura. Y ésto, ha traído como consecuencia lógica, la gran caída en el valor comercial de la tierra, que es la fuente fundamental de la producción agrícola. Esto trae posibilidades a nuevos productos agrícolas, ya que no se puede continuar con la producción tradicional que no es rentable por circunstancias que entraré nuevamente a analizar; hay que buscar nuevos productos agrícolas, sobre todo que se puedan colocar en el mercado interno. Y tambien, hay que buscar en los mercados internacionales, productos como el espárrago, el mango y, por supuesto, la jojoba, que es el tema de discusión, que se puede estudiar porque seguramente tiene muchas posibilidades.

Ahora, vamos a entrar un poquito en las situaciones depresivas de la agricultura, tenemos que la situación macroeconómica en general que también afecta la industria, está afectando tremendamente a la agricultura tradicional como claramente lo muestra, por ejemplo, el algodón, que es un producto de exportación masiva, pero ahora se encuentra sumamente deprimido porque la situación macroeconómica es netamente anti-exportadora. *El tipo de cambio nacional se encuentra totalmente distorsionado*, está atrasado a la mitad. Esto hace que nuestros productos sean extremadamente caros en el exterior; el algodón, se vende en dólares a un valor que no compensa, en dólares, sus costos de producción, que son en soles, es por ésto que la producción está verdaderamente grave para la agricultura.

Por otro lado, aparte de ésta situación, de los productos tradicionales exportables que eran el sustento de la agricultura peruana, porque la agricultura peruana nunca ha sido una agricultura dirigida al sustento de la población nacional, sino que se ha basado siempre en los productos básicos de exportación: el algodón, el azúcar, el café, ...; con los términos de intercambio, de lo que se lograba exportar de éstos productos se compraba de afuera lo que el Perú no podía producir, lo cual en términos económicos es muy recomendable. *Ahora, no contamos con los recursos para importar lo que necesitamos.*

Además, los agricultores encuentran otra seria dificultad, en la

que hemos retrocedido unos cincuenta años. *Ha desaparecido el crédito agrícola*; el agricultor necesita del crédito porque siembra para cosechar a los ocho meses como promedio y necesita esta financiación, no tiene suficientes recursos para autofinanciar su campaña, porque para nuestros cultivos en la costa cuando viene el agua se siembra y se cosecha cuando el agua se seca. *No* es como en otras partes en las que puede tenerse *cultivos permanentes* para tener un flujo de caja que se compense con la intercalación de cultivos. Aquí se hace más difícil la campaña y se requiere más financiación, bueno, ahora el Perú se ha quedado huérfano de todo tipo de banca agrícola y ésto es un atraso. Con todos sus problemas y deficiencias, el Banco Agrario fue el principal Banco del Perú, y sostenía la actividad principal del Perú; ahora ya no hay Banco, los agricultores tienen que encontrar otro tipo de soluciones. Esta falta de liquidez y de financiación para poder trabajar, deprime aún más el valor comercial de la tierra y abre nuevas posibilidades de inversión en el agro para quienes tienen capital propio o acceso al crédito.

Entonces, desde el punto de vista económico, hay que ver a la agricultura como una actividad más, y no como se ha visto, desde el punto de vista afectivo o social. El Perú goza de las condiciones innatas que tienden al desarrollo agrícola de todo de lo que yo he hablado, son cuestiones políticas coyunturales. En el fondo, yo creo que *estamos en el umbral del renacimiento de la producción agrícola*, porque de las cenizas, como el ave Fénix surgirá nuevamente lo que es la actividad central del hombre peruano, la agricultura se l' en la sangre.



¿Cuáles son esas condiciones económicas?, vamos a ver por que el futuro económico tiende a ser lo que les estoy diciendo, el desafío de los hombres en éstos campos. En primer lugar, por todo el desastre ocurrido, hasta ahora existe la tierra que es la base de la agricultura, y está a bajo precio, esta es la oportunidad de acceder a la tierra para hacerla producir.

La tierra sola no produce, y lamentablemente, tampoco basta la buena voluntad, ni el deseo de hacerla producir. Se requiere capital, y sino se tiene, convencer a alguien que lo tenga y asociarse porque va a ser muy rentable. Tal vez ese es el punto, *se ha abierto la posibilidad de las Sociedades Anónimas*; hay que promoverlas para difundir el capital a través de la Bolsa de Valores, para adquirir el dinero que se requiere. Porque ya no hay la posibilidad de ir al Banco Agrario para que presten la plata.

Los bancos comerciales entran por otro camino. El interés bancario en el Perú, es el triple que en otros países, es el más alto interés del mundo; y la situacion se pone más complicada, si no se logra convencer a aquellos que quieran ahorrar. Yo si creo que el peruano tiene algo en el espíritu que hará poner su platita que ahorra en el campo. El hombre que ha sido agricultor, sale del campo, luego se va a otra actividad en la cual logra obtener el ingreso que necesita, luego se le ve que compra su chacrita y comienza a sembrar sus frutales, es la satisfacción agrícola, que es algo muy especial.

No quiero salirme del tema y quiero volver a ver cuales son las condiciones que hacen que la agricultura sea prometedora. Desde el punto de vista económico, la tierra en el Perú, de acuerdo a su calidad, es muy barata comparándola con la del resto del mundo. Ahora el transporte es rapidísimo y las comunicaciones son instantáneas vía fax. Hay que buscar productos, inclusive que soporten el flete aéreo, el cual es rápido. Ha mejorado el transporte marítimo; cuando el producto no es tan caro, hay que llevarlo por barco, ha desarrollado muchísimo el aspecto de la refrigeración.

Productos que no eran negociables internacionalmente, ahora lo son. Quiere decir que se pueden comercializar de un país a otro. Tal vez el plátano no fue el primero que se convirtió en negociable, también los melones; ahora las flores ya se empiezan a exportar de un país a otro. Y lo que antes no se veía, me acuerdo cuando fuí a Inglaterra, la palta no se conocía, era artículo de lujo, y ahora es un producto que lo comen todo el año, porque cuando no los exportan de acá, los exportan de allá. Entonces, se está achicando el mundo, nuestros productos que antes se pudrían en su sitio porque nadie los quería comprar, ahora son rentables por que hay mercado.

Otra razón por la cual nuestra tierra es prometedora desde el punto de vista agrícola-económico es por las *condiciones muy excepcionales de nuestra tierra para producir casi cualquier cosa en cual-*

quier época del año, ésto no se da en otras partes del mundo. Entonces, tenemos un producto que es mejor y más barato, la tierra peruana, solamente hay que encontrarle el uso adecuado para sacarle la máxima productividad, no pensar en sembrar solamente algodón que máximo va a rendir $ 1 000 por hectárea, sino, hay que buscar algo que de 3 000 $ a 5 000 $ por hectárea para un mejor aprovechamiento económico de la tierra.

Como hay que encontrar que cosa sembrar, para eso hay que buscar lo que se llaman *nichos en el mercado mundial*, donde colocar éstos productos, pueden ser espárragos en Noviembre en N. Y.. Este tipo de ideas se está trabajando mucho en Adex.

El sector agrícola tiene muy grandes posibilidades de desarrollo; por último, otro factor, quizá el más importante de todos en lo que se refiere al potencial agrícola nuestro. Es que el peruano es un trabajador agrícola nato, el peruano nace en la tierra y se siente identificado con la tierra, es un magnífico trabajador.

Para éstos peruanos que están en el campo, los empresarios tenemos la obligación de generarles trabajo en la tierra para que pueda obtener un beneficio personal para ellos mismos. Esto es un potencial de trabajo y al mismo tiempo genera una producción para el país, lo desarrolla en vez de que estén dedicados a escuchar las prédicas de Sendero Luminoso y otras sectores de los nacionales que están proliferando porque el agro que es el sustento del país está pasando por sus peores momentos.

Es responsabilidad de los peruanos aquí de los que han venido a ésta convención recibir el mensaje y difundirlo, de buscar y encontar los cultivos que son económicos y rentables, hacer nuevamente de la agricultura una actividad pujante como siempre lo ha sido en el país.

DESARROLLO GENETICO DE LA JOJOBA EN LAS ZONAS DE ORIGEN

POR: RON KADISH

El Dr. Ron Kadish es natural de los EE. UU., con estudios en la Universidad de California, Berkeley y Rider. También es Consultor, Bachiller en Ciencias, Master en Agricultura y Doctorado en Genética de Plantas. El introdujo la jojoba en Israel. Viene trabajando en la jojoba desde el año 1958. Actualmente consultor internacional para el cultivo de la jojoba y otros cultivos de zonas áridas.
Ron Kadish es una personalidad mundial en la jojoba y en el campo de la genética. Para nosotros realmente es un placer tener a un hombre de la envergadura de Ron Kadish, con toda su gran humanidad y su don de gentes.

Ing. Raúl Vera Tudela

Ha llegado el momento de estudiar nuevas plantas, y me da mucho gusto saber que estamos trabajando estrechamente con la Universidad de Lima y la Molina.

Quiero agradecer al profesor Mirov de la Universidad de Berkeley, quien introdujo la planta de la jojoba e hizo conocer su importancia industrial.

El uso de la jojoba tiene dos aspectos fundamentales. El primero, que es un producto biodegradable; y el segundo, sus múltiples usos tanto cosméticos como en la industria de los aceites y lubricantes. Además el uso de nuevos recursos, en lo cual la jojoba desempeña una gran función.

El caso de la jojoba es único en el mundo vegetal. Es una planta que tiene características muy especiales: crece en zonas donde hay una cierta cantidad de salinidad y por otro lado en zonas muy áridas.

El origen de la jojoba es muy antiguo. En general, es una planta que proviene de las zonas áridas de los EE. UU., de la zona Sur de California y Arizona. Su origen es muy antiguo, y puedo añadir que originalmente fue muy usada por los indios.

En la planta, de jojoba, existen dos sexos (dioisia), o sea, macho y tambien hembra. Tambien existen hermafroditas.

Generalmente las plantas hermafroditas no son encontradas fácilmente, ya que, ocurren en muy poco porcentaje normalmente.

Fíjense por favor, en las inflorescencias tanto de los machos como de las hembras; se encuentran en nudos intercalados y no son contínuas; uno sí, uno no.

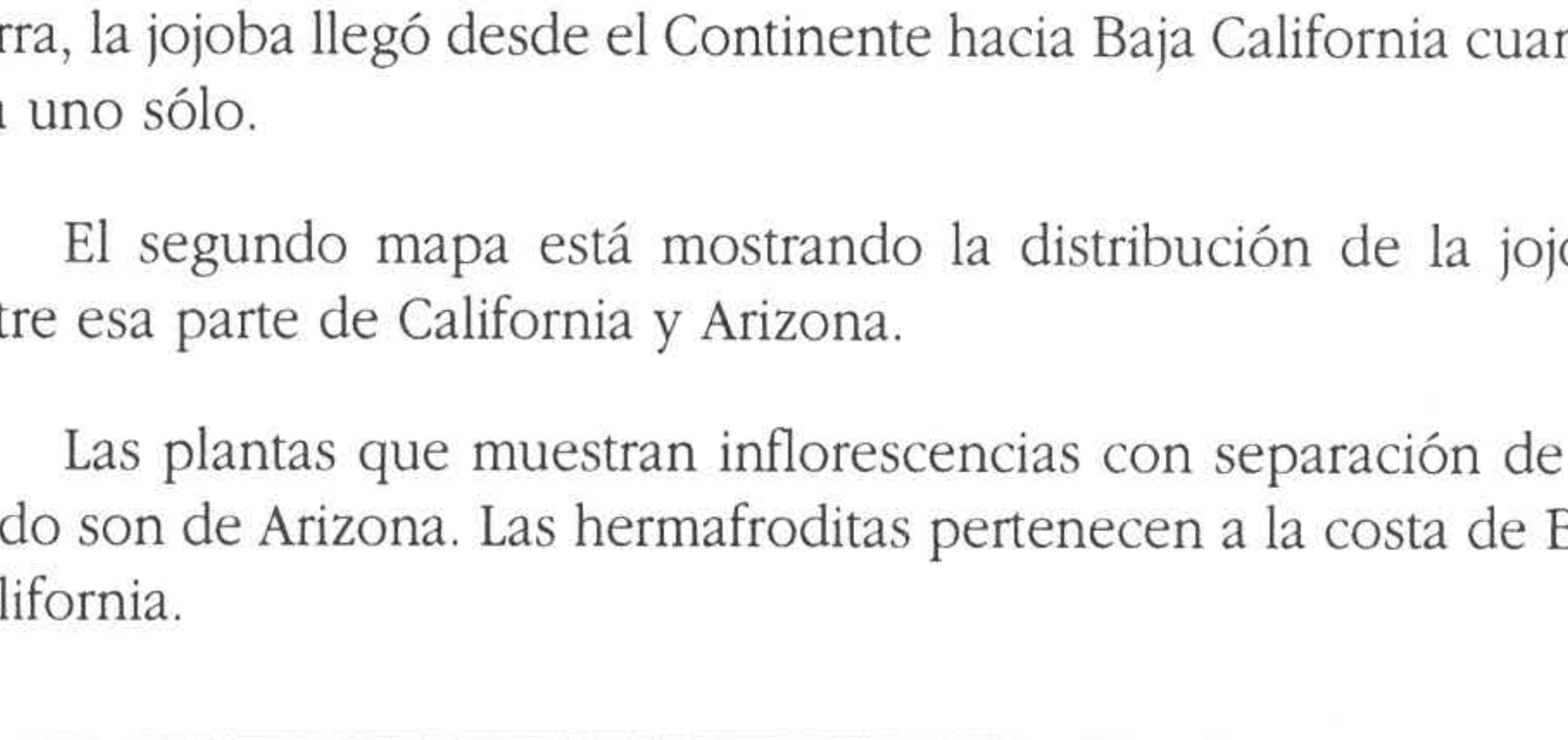
Las hojas están un poco paradas y se parecen a las orejas de conejo. No es la misma posición, que están las demás hojas en los otros tipos de plantas, hojas naturales, digamos con distinto angulo.

La fertilización del ovario de las hembras se efectúa por la fuerza del viento, y las hojas sirven para orientar el polen hacia el fruto. La planta ha desarrollado un sistema sumamente práctico para captar el polen cuando lo necesita.

`Segun éste mapa, de las zonas entre EE. UU. y Méjico donde se produce la jojoba. Tenemos que, la jojoba pertenece a un grupo de plantas que crece en el filo del continente. Esto demuestra que es un remanente de una planta que ocupaba mayores áreas en el pasado. La zona de Baja California originalmente era parte del Continente y se ha ido separando con el tiempo. Por razones de los movimientos de tierra, la jojoba llegó desde el Continente hacia Baja California cuando era uno sólo.

El segundo mapa está mostrando la distribución de la jojoba entre esa parte de California y Arizona.

Las plantas que muestran inflorescencias con separación de un nudo son de Arizona. Las hermafroditas pertenecen a la costa de Baja California.



En Arizona como repito. Las flores hembras están distanciadas cada dos nudos. En la costa de Baja California se encuentran más plantas con nueces en cada nudo, así como flores de macho en cada nudo. Y también se encuentran ramilletes de inflorescencias que son

las más deseables porque hay mayor producción. Tienen que observar que la flor se compone de los pétalos y sépalos en la parte superior en el caso de las hembras, el pistilo se encuentra preparado para recibir el polen.

Como cualquier flor rodeando el pistilo (órgano femenino), están los pétalos. Como Uds. verán, los pétalos tienen una especie de hoja modificada que lo proteje y está como dándole vuelta a la flor.

La jojoba de la costa de Baja California tiene más producción por planta. Las plantas hermafroditas tienen más floración y más producción de semillas. En condiciones óptimas de agua de riego o de lluvia las hermafroditas son las plantas originarias y se considera que son las plantas ideales.

Hace cuatro millones de años cuando Baja California era una sola masa de tierra era posiblemente una zona tropical. Y la jojoba es un arbusto pequeño que sobrevive perfectamente y florece en lugares próximos al trópico.

Pasaremos entre los participantes una muestra de semillas cosechadas en Lima y otra muestra de semillas de plantas hermafroditas, y podrán notar la diferencia en tamaño. Pero se considera que las hermafroditas (las plantas primitivas) son también igualmente buenas.

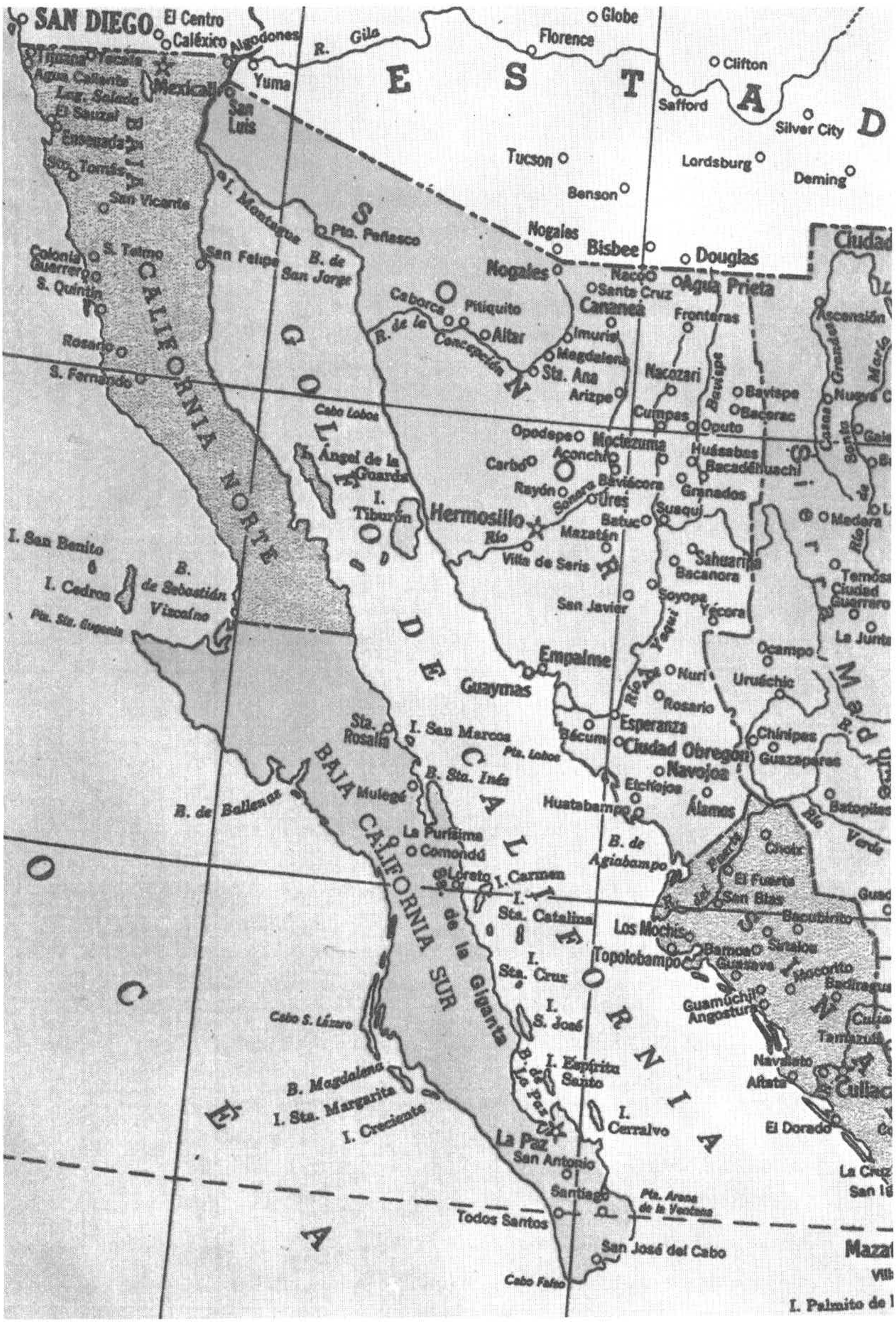
Como Uds. observarán, es necesario tratar a la jojoba como un árbol frutal, la jojoba puede crecer perfectamente con un solo tronco (como un pequeño arbusto). Y esa es la forma mas recomendable. Se hace necesario podar hasta dejar un solo tronco. En la parte inferior se observa la flor del macho muy desarrollado. Y también en la parte superior derecha está el ramillete o inflorescencias.

Ing. Vera Tudela: El Dr. Ron Kadish recomienda mucho que a la planta de *la jojoba se le trate como si fuera un árbol frutal.* De tal manera que, la tendencia del agricultor será darle formación a la planta desde el inicio. A partir del segundo año *ir podándola para que tenga un solo tronco.* Y no como hemos hecho desde el inicio de éstos cultivos (como los de aquí mismo): Las Dunas, en las primeras plantas sembradas por el Sr. Ronalds (plantas con muchos troncos, muchas ramas, que nacen de la parte basal).

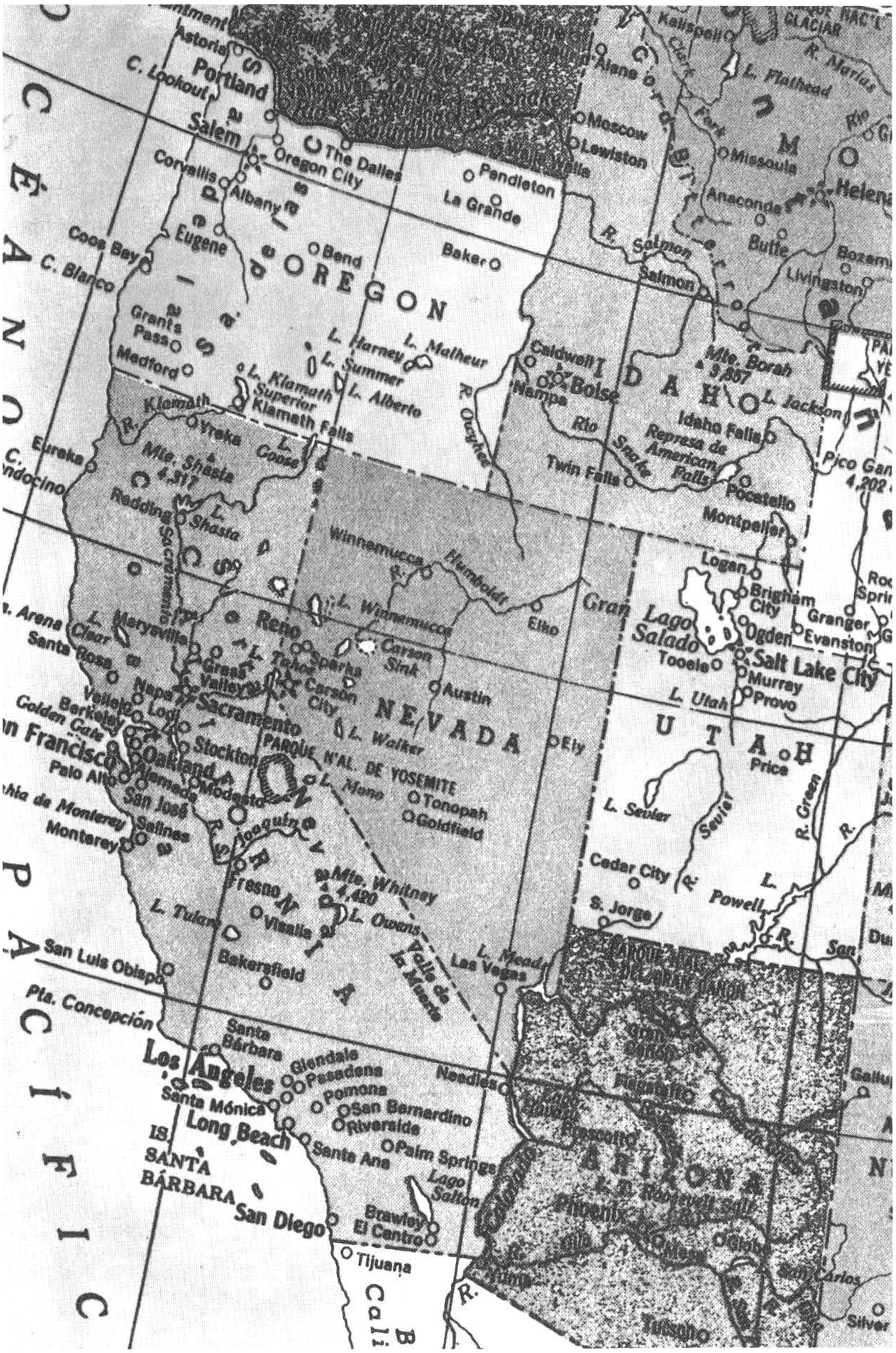
Igualmente considera que es técnicamente posible; la planta debe ir podándose desde temprana edad para que el tronco principal comience a engrosar y sea un solo tronco y de ahí nazcan las ramas. Eso permite que la planta salga más robusta.

La formación de las plantas también tiene que ver mucho con la *población y los distanciamientos*: en la cual el viento contribuye mucho a trasladar el polen. Esto le ha llevado al Dr. Ron Kadish a cambiar alguno conceptos que se tienen con relación a la utilización de machos en relación a la cantidad de hembras. Inclusive él, próxima-

MAPA 1


SAN DIEGO
El Centro
Caléxico
Algodones
R. Gila
Globe
Florence
Clifton
Safford
Silver City
Yuma
Tijuana
Yecala
Agua Caliente
Mexicali
Laz. Salada
El Sauzal
San Luis
Ensenada
San Tomás
San Vicente
Tucson
Benson
Lordsburg
Deming
I. Montague
Pto. Peñasco
Nogales
Bisbee
Douglas
Colonia Guerrero
S. Telmo
S. Quintín
San Felipe
B. de San Jorge
Caborca
Pitiquito
Altar
R. de la Concepción
Nogales
Santa Cruz
Cananea
Agua Prieta
Fronteras
Rosario
S. Fernando
Cabo Lobos
Opodepe
Moctezuma
Nacozari
Cumpas
Oputo
Bavispe
Bacerac
Huásabas
Bacadéhuachi
Granados
Carbó
Rayón
Baviácora
Ures
Suaqui
Batuc
Hermosillo
Mazatán
Villa de Seris
Sahuaripa
Bacanora
Soyopa
Yécora
San Javier
Madera
Empalme
Guaymas
Nuri
Rosario
Esperanza
Ciudad Obregón
Navojoa
Etchojoa
Huatabampo
Álamos
Chinipas
Guazapares
Batopilas
Sta. Rosalía
I. San Marcos
Pta. Lobos
B. Sta. Inés
Mulegé
B. de Ballenas
La Purísima
Comondú
B. de Agiabampo
Civatlán
El Fuerte
San Blas
Loreto
I. Carmen
Sta. Catalina
Los Mochis
Topolobampo
Sinaloa
Guasave
Guamúchil
Angostura
Culiacán
Navolato
Aftata
El Dorado
Cabo S. Lázaro
B. Magdalena
I. Sta. Margarita
I. Creciente
La Paz
San Antonio
I. Cerralvo
Todos Santos
Santiago
Pta. Arena de la Ventana
San José del Cabo
Cabo Falso
I. San Benito
I. Cedros
B. de Sebastián Vizcaíno
Pta. Sta. Eugenia
CALIFORNIA NORTE
CALIFORNIA SUR
GOLFO DE CALIFORNIA
OCEANO PACIFICO
ESTADOS

MAPA 2


Astoria
Portland
C. Lookout
Salem
Oregon City
The Dalles
Corvallis
Albany
Pendleton
La Grande
Coos Bay
Eugene
Bend
Baker
C. Blanco
OREGON
Grants Pass
Medford
L. Harney
L. Malheur
L. Summer
L. Alberto
L. Klamath
Superior
Klamath Falls
Klamath
Yreka
Eureka
Mte. Shasta
4,317
L. Goose
Redding
L. Shasta
Sacramento
Winnemucca
Humboldt
L. Winnemucca
Reno
Sparks
Carson Sink
Carson City
L. Tahoe
Grass Valley
Marysville
Santa Rosa
Napa
Vallejo
Berkeley
Golden Gate
Oakland
Stockton
Modesto
Palo Alto
San José
Salinas
Monterey
Fresno
Visalia
Mte. Whitney
14,420
L. Owens
Valle de la Muerte
L. Tulare
Bakersfield
San Luis Obispo
Pta. Concepción
Santa Bárbara
Los Angeles
Glendale
Pasadena
Pomona
San Bernardino
Riverside
Santa Mónica
Long Beach
Santa Ana
Palm Springs
IS. SANTA BÁRBARA
San Diego
Brawley
El Centro
Tijuana
Lago Salton
Needles
Austin
Ely
L. Walker
PARQUE N'AL. DE YOSEMITE
Tonopah
Goldfield
L. Mono
NEVADA
Elko
Las Vegas
L. Meade
Cedar City
S. Jorge
L. Powell
L. Sevier
Sevier
Price
Logan
Brigham City
Ogden
Granger
Evanston
Salt Lake City
Murray
Provo
Tooele
L. Utah
Lago Salado
UTAH
Kalispell
L. Flathead
GLACIAR
R. Marias
Clark Fork
Missoula
Anaconda
Butte
Bozeman
Livingston
Helena
Salmon
R. Salmon
Lewiston
Moscow
L. Alene
Caldwell
Nampa
Boise
Mte. Borah
3,857
IDAHO
L. Jackson
Idaho Falls
Represa de American Falls
Twin Falls
Rio Snake
Pocatello
Montpelier
Pico Gan
4,202
Rio Green
Cañon
Flagstaff
Phoenix
Tempe
Mesa
Globe
Gila
Yuma
San Carlos
Silver
Tucson
ARIZONA
Roosevelt Salt
L. Mead
Las Vegas
Needles
Lago Salton
Brawley
El Centro
Tijuana
Baja California
R. Arena
Clear
Santa Rosa
Golden Gate
Berkeley
Vallejo
Napa
Lodi
Sacramento
Stockton
Oakland
Palo Alto
San José
Modesto
Monterey
Bahía de Monterey
Fresno
Visalia
Bakersfield
Mte. Whitney
14,420
L. Owens
Valle de la Muerte
L. Tulare
San Luis Obispo
Pta. Concepción
Santa Bárbara
Los Angeles
Glendale
Pasadena
Pomona
San Bernardino
Riverside
Santa Mónica
Long Beach
Santa Ana
Palm Springs
IS. SANTA BÁRBARA
San Diego
Brawley
El Centro
Tijuana
Lago Salton
Needles
Austin
Ely
L. Walker
PARQUE N'AL. DE YOSEMITE
Tonopah
Goldfield
L. Mono
NEVADA
Elko
Las Vegas
L. Meade
Cedar City
S. Jorge
L. Powell
L. Sevier
Sevier
Price
Logan
Brigham City
Ogden
Granger
Evanston
Salt Lake City
Murray
Provo
Tooele
L. Utah
Lago Salado
UTAH
Winnemucca
Humboldt
L. Winnemucca
Reno
Sparks
Carson Sink
Carson City
L. Tahoe
Grass Valley
Marysville
Santa Rosa
Napa
Vallejo
Berkeley
Golden Gate
Oakland
Stockton
Modesto
Palo Alto
San José
Salinas
Monterey
Fresno
Visalia
Mte. Whitney
14,420
L. Owens
Valle de la Muerte
L. Tulare
Bakersfield
San Luis Obispo
Pta. Concepción
Santa Bárbara
Los Angeles
Glendale
Pasadena
Pomona
San Bernardino
Riverside
Santa Mónica
Long Beach
Santa Ana
Palm Springs
IS. SANTA BÁRBARA
San Diego
Brawley
El Centro
Tijuana
Lago Salton
Needles
Austin
Ely
L. Walker
PARQUE N'AL. DE YOSEMITE
Tonopah
Goldfield
L. Mono
NEVADA
Elko
Las Vegas
L. Meade
Cedar City
S. Jorge
L. Powell
L. Sevier
Sevier
Price
Logan
Brigham City
Ogden
Granger
Evanston
Salt Lake City
Murray
Provo
Tooele
L. Utah
Lago Salado
UTAH
Kalispell
L. Flathead
GLACIAR
R. Marias
Clark Fork
Missoula
Anaconda
Butte
Bozeman
Livingston
Helena
Salmon
R. Salmon
Lewiston
Moscow
L. Alene
Caldwell
Nampa
Boise
Mte. Borah
3,857
IDAHO
L. Jackson
Idaho Falls
Represa de American Falls
Twin Falls
Rio Snake
Pocatello
Montpelier
Pico Gan
4,202
Rio Green
Cañon
Flagstaff
Phoenix
Tempe
Mesa
Globe
Gila
Yuma
San Carlos
Silver
Tucson
ARIZONA
Roosevelt Salt
L. Mead
Las Vegas
Needles
Lago Salton
Brawley
El Centro
Tijuana
Baja California
R. Arena
Clear
Santa Rosa
Golden Gate
Berkeley
Vallejo
Napa
Lodi
Sacramento
Stockton
Oakland
Palo Alto
San José
Modesto
Monterey
Bahía de Monterey
Fresno
Visalia

mente lo vamos a oír hablar de ese aspecto preciso que va a significar un aprovechamiento mejor, en relación al número de hembras y aprovechar el efecto del viento que degenera a través de los árboles, porque se va formando una *corriente adiabática*. El viento surge, se va modificando por las plantas que encuentra, cambiando de forma y de posición. Esto para él es muy importante con relación a la polinización de las plantas de la jojoba. Ocasiona el ahorro de machos con relación al número de hembras, *ahorra al agricultor tener que poner más machos inútilmente con relación al número de hembras.*

Dr Ron Kadish: A medida que las plantas fueron saliendo de la zona tropical húmeda, se desplazaron hacia las zonas desérticas de Arizona y de Sonora. Las plantas que eran hermafroditas, se convirtieron en bisexuales; o sea, dioicas. Por eso es que hay ahora mayor cantidad de plantas dioicas. También el polen del macho puede viajar hasta un kilómetro de distancia y demora treinta segundos en establecerse en una plantación.

Es muy probable que de aquí a 5 años tengamos hermafroditas que se autopolinicen y que también se produzcan semillas de mayor tamaño.

Pregunta del panel (sobre las podas): *¿Cuándo es posible iniciar las podas tratándose de esquejes enraizados?*

Ron Kadish: En el caso de esquejes enraizados la poda empieza en el mismo vivero previo al transplante.

Pregunta del panel: *Las semillas hermafroditas, por ser hermafroditas son chiquitas o es debido a que tienen poco abono, poca agua. O sea, ¿es intrínseca de la planta o por ser hermafrodita es chiquita?. Y si ésto: ¿tiene que ver con el contenido aceitoso de la semilla?*

Ron Kadish: Son semillas provenientes de una planta primitiva. La semilla más grande, lo que queremos decir, es la que se adaptó en los desiertos y tiene más alimento es más grande y con más capacidad de almacenar aceite.

Actualmente se está trabajando para producir la planta hermafrodita para que produzca semilla más grande. Lo curioso es que se ha observado que la hermafrodita requiere de más agua de lo que se pensaba. Más adelante se espera producir una hermafrodita que produzca semillas grandes entre las hermafroditas. Se ha encontrado que la hermafrodita surge más o menos una por cada 50000 plantas.

Pregunta del panel: *Siendo las plantas hermafroditas más deseables para su multiplicación por estacas o esquejes. ¿Podría ser recomendable proliferar más éstas plantas hermafroditas?*

Ron Kadish: Por ahora se considera la hermafrodita más para

trabajo de estudio hasta lograr que tenga semillas más grandes. Por ahora es una curiosidad científica.

PREGUNTA DEL PANEL: *¿Qué sistemas están empleando para propagar estas plantas ?*

RON KADISH: Con esquejes o semilla se está usando actualmente. No se utiliza el sistema de multiplicación meristemático.

PREGUNTA DEL PANEL: *¿Qué resultados se han obtenido a la fecha?*

RON KADISH: Actualmente se ha logrado producir hermafroditas con semillas que pesan 0,4 gr. y las semillas normales pesan 0,9 gr. Actualmente estoy trabajando en ésto y espero obtener semillas de las hermafroditas con mayor tamaño.

Una de las acciones más importantes a realizar, es hacer una revisión del comportamiento de las primeras plantas que se trajeron aquí al Perú. Porque, él considera que dentro de la unidad geográfica que mostró en las zonas de Baja California y de Nuevo Méjico, las primeras plantas que llegaron al Perú, fueron de una climatología que difiere en latitud con nuestra área geográfica. Mejor dicho, él considera que *las plantas que mejor se adaptan al Perú serían las de Baja California.*

Este es un punto muy importante al tratar de incentivar éstos cultivos en el Perú. *La jojoba se adapta mejor a ciertas latitudes.* Como es el caso, por ejemplo, de la soya y otros cultivos que se adaptan de acuerdo a la latitud. Entonces, aún teniendo condiciones extremadamente buenas para la jojoba en general, él piensa que trayendo las semillas de Baja California (de zona más aparente de acuerdo a la latitud en que nos encontramos), *seguramente mejorarían los rendimientos y habría mayor adaptabilidad de éstas plantas en nuestro medio.*

Otro punto muy importante a considerar, que le interesa a él, es que *la jojoba debe tener como mínimo, una diferencia entre sus temperaturas máxima y mínima de 10° a 15°C.*

Personalmente he visto un poco de estadísticas comparativas y me he dado cuenta, que si reviso la estadística climatológica de temperaturas de Ica, Tacna y Arequipa, digamos, las temperaturas máximas y las mínimas están dentro del rango arriba mencionado.

Y comparando con las estadísticas de las zonas más áridas de los EE. UU.: Hay temperaturas que llegan a los 40°C como máximo y las mínimas llegan ocasionalmente a rangos entre 0° y -3°C. Entonces el promedio de diferencias de temperatura a veces alcanza los 30°C, otras veces un poco más. Esto es sumamente extremo. Las condiciones de la jojoba en esas zonas de origen son extremas en términos

climatológicos. Son sujetas más al estrés y a la falta de agua. En cambio aquí en el país las condiciones, aparentemente son mucho mejores, incluso, la calidad del aceite también.

EDUARDO RONALDS: Hay casos en los que la jojoba sufre por sequías y heladas, a pesar de ello produce. Para el caso de una sequía seguida por una lluvia, se ha encontrado el mismo fenómeno favorable en la chirimoya y en los cítricos igual que en la jojoba.

PREGUNTA DEL PANEL: *Sr. Kadish. ¿Esto da a entender, que en cualquier parte de dónde se reunan las condiciones de clima: se puede sembrar el esqueje y la semilla? Por decir, hace dos años se me dijo a través de una comunicación, que las semillas y los esquejes que yo podría obtener de mi almácigo, solamente eran adecuados a la parte Sur de acuerdo al clima ese. Pero ahora creo yo entender que los esquejes y las semillas del Sur, por decir, de Camaná. ¿Pueden sembrarse en cualquier parte del mundo, siempre y cuando las condiciones climáticas sean dadas? ¿O similares?*

SR. RONALDS: En el mapa que nos está mostrando, hay cinco regiones donde crece la jojoba de diferentes tipos y variedades.

El Sr. Kadish dice que originalmente en EE. UU., hace como 15 años, la mayor parte de la semilla que se exportó fue por intermedio de la Universidad de Arizona en Tucson. Y la semilla se exportó no solo a Sudamérica, sino también a otros países como Australia y Sudáfrica. Actualmente, *él se está dando cuenta que probablemente la semilla que provenga de Baja California se adaptaría más a nuestra región.* Eso no quiere decir que la semilla que estámos produciendo ahora, no es buena.

ING. VERA TUDELA: *La tendencia actual es no usar semilla.* Hay mucha diferenciación desde el punto de vista genético cuando se siembran semillas. Por otro lado ésta semilla una vez que nace, hay que esperar un cierto tiempo para ver la diferenciación sexual que puede tener la planta , sea macho o hembra. Entonces *la tendencia técnica actual es usar esquejes enraizados; adicionalmente* con los esquejes enraizados *el tiempo de producción se acorta un año.* Y, sobretodo, genéticamente estamos plantando el tipo deseado. Si vamos a plantar un esqueje enraizado hembra, vamos a tener una planta hembra. Ya no vamos a tener el problema de tener que usar mayor cantidad de semillas, para después, tener que separar machos de hembras.

Esto es importante considerar ahora, el tener viveros para estacas enraizadas en donde directamente estámos sembrandos plantas hembras (provenientes de plantas robustas) genéticamente aptas y lógicamente más productivas.

PREGUNTA DEL PANEL: *El Sr. recomienda las semillas de Baja Califor-*

nia. Y acá en el Perú las plantas que existen actualmente son en realidad las de Arizona, o sea que, ¿las plantaciones futuras van a significar traer nuevas semillas, esperar a sacar el esqueje de acá a cuatro ó cinco años. O, ¿en qué situación estamos ahora?

EDUARDO RONALDS: Según el Sr. Ron Kadish, la semilla que se trajo originalmente de Arizona, es buena, sino que él recomienda, que en el futuro, si se hacen nuevos campos, sería interesante traer la semilla de Baja California.

Actualmente en un campo establecido aquí, encontramos que de cada 1 000 plantas se encuentra una "reyna" o planta ideal, de la cual, debemos reproducir por esquejes.

En EE. UU. han cometido el mismo error. Hay muchas plantaciones que no producen porque fueron semillas que no produjeron material genético deseable. Antes, en un campo teníamos la idea de que cada hectárea debería tener 2 500 hembras. Ahora, hemos encontrado que muchas hembras son improductivas. por lo que no vale la pena mantenerlas en el campo. Y esa es la dificultad que él tiene con los agricultores, que les duele, a veces, eliminar una planta que les ha costado producir. Pero el considera que en el futuro las plantaciones deben tener, tal vez, 500 hembras y 10 machos por Há.

ING. VERA TUDELA: La pregunta que ha hecho Ud. es muy interesante. La experiencia que tiene Ron Kadish con la visita a una plantación aquí en Villa el Salvador (del Sr. Wong), es el haberse quedado tremendamente impresionado con algunas plantas que se encuentran en plena fructificación. Hemos podido constatar con el Dr. Ron Kadish la capacidad potencial que tienen las plantas que hemos visto (plantas que tienen frutos en cada nudo). Esta plantación del Sr. Wong (de 18 ha.) es regada con aguas servidas y se encuentra en magníficas condiciones; le falta indudablemente un poco de dirección técnica, sobretodo en el caso de la poda.

Este aspecto de la poda es algo que tenemos que ver de acá en adelante. Pero, sin embargo, éstas plantas observadas, están produciendo, tienen ramos con frutos que contienen 7 ú 8 frutos en cada una de las ramas.

Cosas que ¡son increíbles!, y él nos decía que la capacidad de rendimiento de esas plantas si nosotros lográramos sacar esquejes y multiplicarlos, tendrían rendimientos superiores a los *2 500 kg/ha.*

Es extraordinario para él, encontrar éste tipo de plantas, que vienen como Ud. acaba de mencionar en la zona de la parte norte (Arizona) que él no recomienda ya que hay zonas mejores (Baja California).

Pero, creo, y agronómicamente puedo contestar que las caracte-

rísticas que están dando estas plantas, el resultado que están dando por la edad y por la fructificación que tienen, son una clara respuesta de que en el Perú las condiciones climáticas para la producción de ésta jojoba, son extraordinarias.

Y él mismo nos lo ha confirmado en ese sentido. Lo que tenemos que hacer ahora es entrar a la parte tecnológica. Pensar que debemos hacer, de todas maneras, con las nuevas plantaciones con estacas enraizadas y aprovechar la gran oportunidad de formar viveros sobre la base de tener un vecino que tiene plantas de óptima productividad.

Y que no dudo que a base de una investigación en el campo de lo que podríamos tener en éste momento de las ya establecidas en la zona de Villacurí, o en otras zonas. Esta es la parte tan importante que debemos desarrollar nosotros. Al margen de poder importar, digamos,un poco más de semillas de la zona que él menciona. Y que en el futuro también podamos tener hermafroditas.

75688

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

Pero las plantas que hemos visto, realmente yo también me he quedado impresionado. Y con mayor razón, un experto de la calidad del Sr. Ron Kadish.

PREGUNTA DEL PANEL: *En el almácigo que yo tengo mi semilla fue de Arizona. He encontrado 3 clases de frutos. Uno que es largo, otro que es redondo y otro que es negrito pero más chico y largo también. Las hojas que son de 2 1/2 cm, casi 3 cm, tiene el fruto redondo. Hay una planta que es chica que tiene 1 1/2 cm por decir, y tiene el fruto largo, y hay otra plantas que tiene 1 cm a 1,10 cm nada más y tiene el fruto redondo. Yo quisiera saber, ¿cuál de esas 3 calidades es la mèjor productora de aceite?. O, la que es más aconsejable seguir cultivando.*

RON KADISH: Se recomienda las plantas que producen el máximo de aceite por hectárea. *La forma de la semilla no interesa, sino, uniformar la producción por planta mediante la selección de las mejores plantas productoras con esquejes enraizados.*

Eso es lo que él y ahora todas las nuevas plantaciones en los EE. UU. que se han sembrado (más de 10 000 ha.) están todas dedicándose ahora, y en Argentina también, y en Brasil y en Paraguay, a esquejes enraizados.

ING. VERA TUDELA (TRADUCCIÓN): Me dice el Dr. Ron Kadish , que no le debe preocupar mucho el encontrar semillas o granos que están un pocos más largos o más redondos. Su pregunta es magnífica. Eso es una variación genética, que es lo que están trabajando en los EE. UU., buscando la obtención de nuevas variedades con más alto contenido de aceite, que ese debe ser el objetivo principal.

Creo que, permítame mas bien, darle una opinión a Ud: Yo le pediría que por favor separe los frutos que ha obtenido Ud. de la

planta que son los pequeños y redondos y separe una determinada cantidad de frutos más largos. Una vez que ya estén maduros y listos traigalos a Lima y mediante el laboratorio experimental analizaremos las semillas, para ver cual es la diferencia en el contenido de aceite entre unos y otros.

Eso nos dará en parte una respuesta suya, aunque básicamente, él dice que es una variación genética. Pero sería interesante una prueba de esa naturaleza.

PREGUNTA: *Siendo la Jojoba una planta de desiertos. En cuanto a condiciones ambientales en la zona de la costa norte, hay una influencia de la Corriente de Humboldt. Yo quería saber si: ¿ésto influye o influiría genéticamente en la planta?*

VERA TUDELA (TRADUCCIÓN): No cree.

Lo que yo podría decir, es que indudablemente la Corriente del Niño trae algunas consecuencias. Una de ellas, por ejemplo, es el incremento de la temperatura del agua del mar; que lógicamente, va a producir una mayor evaporación en esas zonas afectadas por el Niño, sufriendo un grado de precipitaciones que tienden a tropicalizar el medio, cambiando hasta punto el clima general de la zona afectada.

PREGUNTA: *¿No sería recomendable traer esquejes enraizados de esas plantas madres que haya escogido para traer la semilla y multiplicarlas acá?*

ING. VERA TUDELA (TRADUCCIÓN): Dice que no recomendaría traer los "catings" (esquejes enraizados), que nosotros tenemos plantas muy buenas acá. Que el se ha atrevido a traer algunas semillas, pero que no debemos tener preocupación por sembrarlas. Por muchas razones: Son muy sensibles al transporte y una serie de problemas.

Inclusive, los castings que podríamos tener nosotros de la jojoba de aquí (de Wong y de los que hubiera aquí en Villacurí), son plantaciones extraordinarias. El cree que debemos incidir en eso para seguir multiplicando el germoplasma que necesitamos para las futuras plantaciones.

PREGUNTA: *¿Cómo se logra la dormancia en la Jojoba?*

RON KADISH (TRADUCCIÓN): Sólamente debemos eliminar el agua en las épocas más frías. Que eso es suficiente para que la planta entre en dormancia.

PREGUNTA: *En su hábitat natural allá en Arizona y en Baja California el tipo de suelo, no es como el suelo de Ica. El de acá es arenoso.*

RON KADISH: No es importante. Ica tiene suelo muy bueno, muy aparente para la jojoba.

CONTINÚA PREGUNTANDO: *Desde luego, es que la idea de éste cultivo es que se utilice en suelos marginales, en suelos pobres y no utilizar suelos ricos del valle. Entonces, si la planta en su estado natural tiene otro tipo de condiciones de suelo. Entonces yo quería saber: ¿hasta dónde la planta se adapta bien a los suelos arenosos?*

RON KADISH: Lo que interesa es que tenga éxito. Si Ud. la planta en las zonas de suelos fértiles, lo importante es tener el éxito y después puede pasar también a las zonas marginales. Eso no es ningún problema, lo importante es tener éxito y que en materia de suelos no hay ningún problema.

PREGUNTA: *Lòs injertos. ¿Se puede establecer un campo con semilla y luego injertarle al plantón la variedad que uno quiere, la variedad selecta?*

ING. VERA TUDELA (TRADUCCIÓN): Dice que lo mejor es no intentar eso. Usar los catins (esquejes enraizados), nada más, que es lo mejor que hay para la multiplicación. No recomienda otra forma. En seis semanas ya tiene una buena raíz. En seis meses o en un año ya está bueno para transportarlo al campo definitivo.

PREGUNTA: *¿El tipo de fertilizantes que se usan en Jojoba en qué consiste. Y respecto al distanciamiento?*

RON KADISH: El tipo de distanciamientos se usa de acuerdo a la calidad del suelo. Ahora, en cuanto a la anterior política que nos había indicado el Ing. Ricardo Ayersa, él recomendaba poner inicialmente la semilla entre 10 y 15 cms. de distancia y era muy tupido. La recomendación del Sr. Kadish ahora cambia un poco, por eso que muchos agricultores en los EE. UU. han fracasado por que no seleccionaban bien sus plantas. La tendencia ahora es a trabajar con esquejes enraizados, tener menos población y podarlas desde sus inicios a un sólo tronco.

O sea, así como vamos evolucionando, como nos vamos modernizando en todo momento, la agricultura no es estática: es dinámica. Siempre hay algo nuevo que aparece en el horizonte y en éste caso, el Sr. Kadish, por su experiencia se ha dado cuenta y lo está recomendando. Y muchos lo están siguiendo en los EE. UU., están abandonando el anterior sistema que *era* de sembrar (como la foto que enseñó en la entrada) *bien tupido. Ahora, se recomienda: dejar cuatro metros entre línea y tres metros entre planta.*

REPREGUNTA: *El sistema que dice el Sr. Ron Kadish de los arbolitos, ¿se ha demostrado que produce mucho más que un sistema normal?. Primero, saber realmente si ese sistema que Ud. está recomendando produce mucho más semilla que un campo que ha sido sembrado no en esa forma. Simplemente sin podarlo y en su crecimiento normal de muchos tallos.*

Ron Kadish: Cuando las plantas son podadas técnicamente, sobre la base de un tronco, la acción de la distancia que hay entre una planta y otra es importante, tambien lo es, el flujo de aire que llevará el polen y polinizará las plantas.

Adicionalmente, el movimiento del viento remueve las hojas caídas, y disminuye, hasta cierto punto, el costo de la cosecha de los granos que caen.

No hay animales o insectos que puedan dañar la semilla caída en el suelo, ratas o ratones; es más fácil de cosechar y eso es muy importante; el suelo permanece limpio.

Aclaración por Eduardo Ronalds: El Sr. Kadish dijo, cuando hacía su exposición, que él está pensando y *está tratando de desarrollar semillas que van a pesar en lugar de un gramo hasta 5 gramos en el futuro.* Las cuales van a contener lógicamente mayor cantidad de aceite. O sea, mucho está en manos ahora de *ir mejorando poco a poco la selección de plantas mediante esquejes.* Y sacar esquejes de las mejores plantas y poco a poco vamos a tener semillas como las que han llegado.

Pregunta: *En la jojoba, el problema más difícil es el del nemátode, lo demás se puede controlar fácilmente. No hemos llegado, hasta la fecha, con el Sr. Kadish, a la conclusión de como curar o prevenir la planta cuando la ataca el nemátode. Por que el nemátode, si bien es cierto, no ataca de la noche a la mañana; la planta empieza a marchitarse en seco, cuando uno quiere curarla ya no hay opción. Eso es lo que yo quisiera que quede despejado.*

Ron Kadish: En los EE. UU., las zonas productoras no están afectadas por los nemátodes. No sabía que esa enfermedad afectaba a la jojoba. Sin embargo, se pueden usar nematicidas. Pero, son ciertamente costosos, habría que hacer en eso algún trabajo de investigación. Porque, cuando cambiamos una planta de su hábitat o una planta convive con otras plantas es muy probable que los nemátodes que permanecen en el suelo, en una nueva plantación como es el caso de la jojoba, puedan infectar la planta.

Esto será motivo de hacer una observación en el campo, verificar ello y plantear las medidas más aparentes para ésto.

Pregunta: *Un plan de abonamiento es realmente un balance entre lo que la planta saca, lo que extrae del suelo y lo que hay que reportarle al suelo. Uno le añade al suelo, la diferencia de lo que el suelo contiene. Pero en el fondo, lo que la planta extrae del suelo, sería lo mínimo que hay que reponerle año a año para obtener un abonamiento óptimo. ¿Cuánto es eso?*

Ron Kadish: En los EE. UU., se acostumbra sacar muestras foli-

ares y ve las necesidades de abonamiento. En el otro caso es que recomendaría usar el mismo abonamiento que en promedio se usa para los cítricos, en general, como si fuera un árbol frutal.

PREGUNTA: *Mi pregunta es, ¿qué altura sobre el nivel del mar acepta la Jojoba y que concentraciones de sales en el agua soporta?*

ING. VERA TUDELA (TRADUCCIÓN): Yo le digo que algunos libros recomiendan hasta 2 000 m. sobre el nivel del mar. Es posible que la planta se adapte bien hasta alturas mayores todavía. En cuanto a la salinidad, él siembra la jojoba con más o menos 2 500 partes por millón. Pero que es posible que éste rango pueda ser un poquito más alto, y todo dependerá de la experiencia que se tenga en el campo.

DESARROLLO AGRICOLA EN ICA

Por: David L. Bayer, Ph.D.

CINCO PUNTOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO AGRICOLA

1. Un mercado para los productos agrícolas.
2. El continuo desarrollo de la tecnología.
3. Los proveedores locales de equipo e insumos.
4. Los estímulos de producción para los agricultores.
5. Un sistema de transporte.

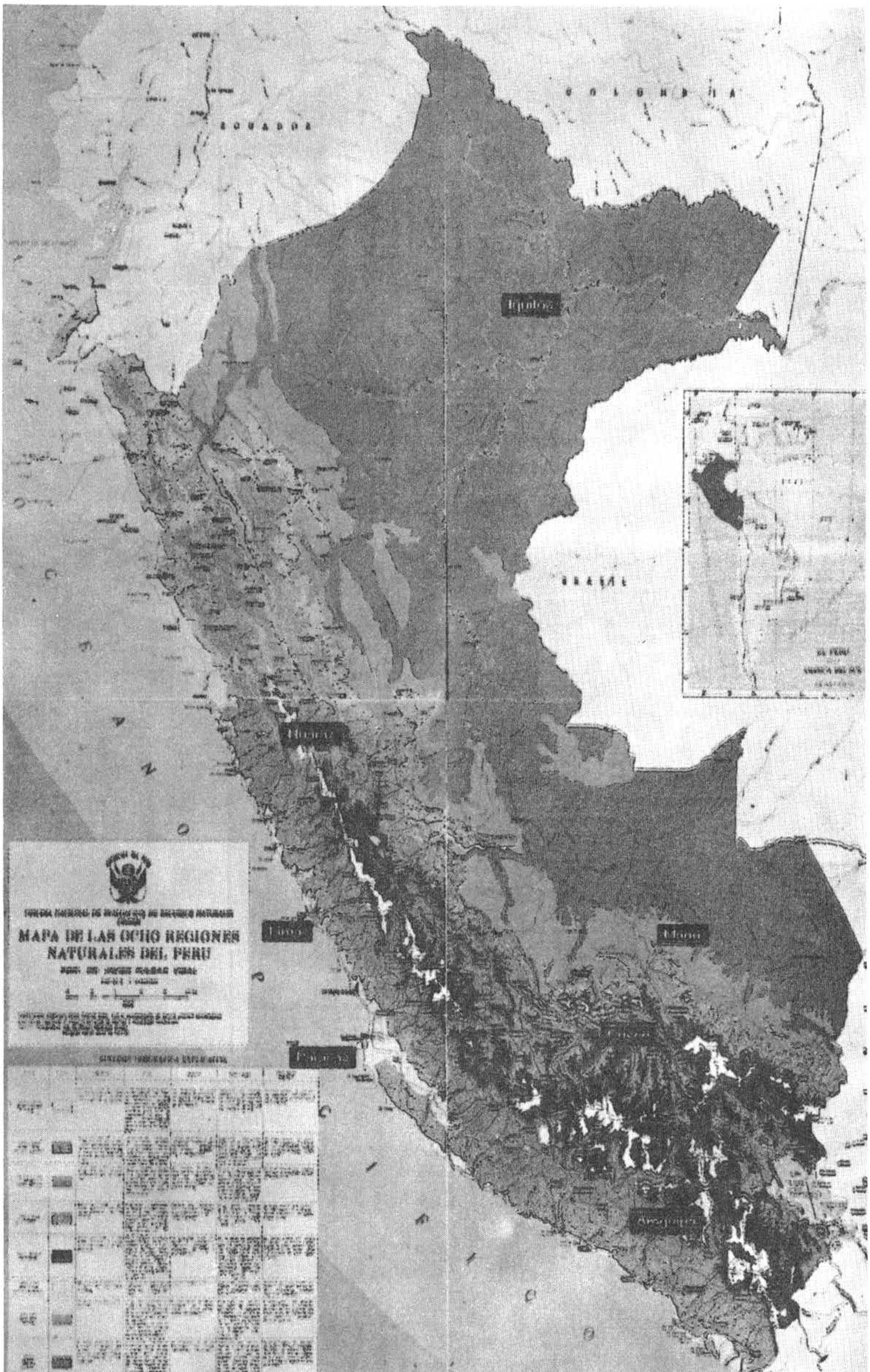
ACTIVIDADES NECESARIAS DEL GOBIERNO

1. Tener UNA POLITICA AGRARIA que incluye una Ley de Aguas que pone el agua subterránea, de avenida y de los lagos bajo el control estatal y con precios relacionados a su verdadero costo.

Los otros componentes de esta POLITICA AGRARIA son:

2. Estabilidad monetaria.
3. Estándares en los pesos y las medidas.
4. Enforzamiento de los contratos.
5. Estándares de calidad y clasificación de productos agrícolas.
6. Servicios de información del mercado, precios y demanda.
7. Un PLAN DE CULTIVOS exigiendo cultivos apropiados según la ecología y los recursos naturales.
   (En los EE.UU. los números 5, 6 y 7 son llamdos ORDENES DEL MERCADO y están integrados con mecanismos del gobierno que pagan para las tierras en descanso -set asides- y subvencionan precios; todo eso negociado entre Comités de Cultivos y el gobierno).
8. Un sistema de comunicación eficiente: el correo y el teléfono.
9. Prevenir el monopolio, sea privado, gubernamental o cooperativo.
10. Mantener las ESTACIONES EXPERIMENTALES para el desarrollo tecnológico y las semillas mejoradas.
11. Conectado a las ESTACIONES EXPERIMENTALES: promover la

Asesor de Empresas en Ica


ECUADOR
COLOMBIA
BRASIL
MAPA DE LAS OCHO REGIONES
NATURALES DEL PERU

EXTENSION AGRICOLA para llevar la investigación al campo y capacitar a los agricultores en el uso de la nueva tecnología.
(Si eso hubiera existido en el Perú, hace tiempo que PETROPERU estaría pagando a los productores para sembrar JOJOBA)

12. Un sistema de transportación: carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, y puertos para el mar. Todo eso con una política aduanera eficiente.
13. ENFORZAMIENTO de CONTROLES ECOLOGICOS y protección de los recursos naturales: tierra/suelos; agua; y aire.

Números 1-13 son de RESPONSABILIDAD DEL ESTADO. El Estado que deja esas cosas en las manos privadas o no cumple su papel en éstas áreas es un Estado irresponsable y un Estado que favorece a los ricos, a corto plazo, a expensas de la gran mayoría.

¿COMO ACELERAR EL DESARROLLO AGRÍCOLA?

1. Invertir en la educación y la administración: si estudiamos de cerca el Japón, vamos a ver grandes inversiones en éstas áreas.
2. Abrir acceso al crédito para la producción.
3. Promover una acción cooperativa entre los agricultores para:
   - Desarrollar las políticas agrarias para cada región.
   - Hacer las inversiones en la infraestructura agrícola.
   (Lo más urgente para el Perú es la reconstrucción de los canales de irrigación. A mi juicio, es posible movilizar a los agricultores a participar con LA MANO DE OBRA en esa tarea y bajar los costos drásticamente. Falta el liderazgo!)
4. Mejorar los suelos agrícolas y expander la frontera agrícola.
5. UN PLAN NACIONAL AGRARIO que:
   5.1 Incluya un plan para cada Región.
   5.2 Juntar la producción con los mercados.
   5.3 Incrementar las ganancias de los agricultores, favoreciendo ciertos cultivos estratégicos como el panllevar con:
      a. Precios garantizados.
      b. La investigación y la extensión agrícola.
   5.4 Se desarrolle conjuntamente con el sector privado en la Agricultura y en la industria.

ESTUDIO DE INVESTIGACION DE MERCADO PARA EL USO DE ACEITE DE JOJOBA COMO ADITIVO PARA ACEITES LUBRICANTES

Por: Ing. Raul Vera Tudela G.

Deseo explicar dos o tres conceptos que son importantes cuando se habla de *aditivos* y *lubricantes.*

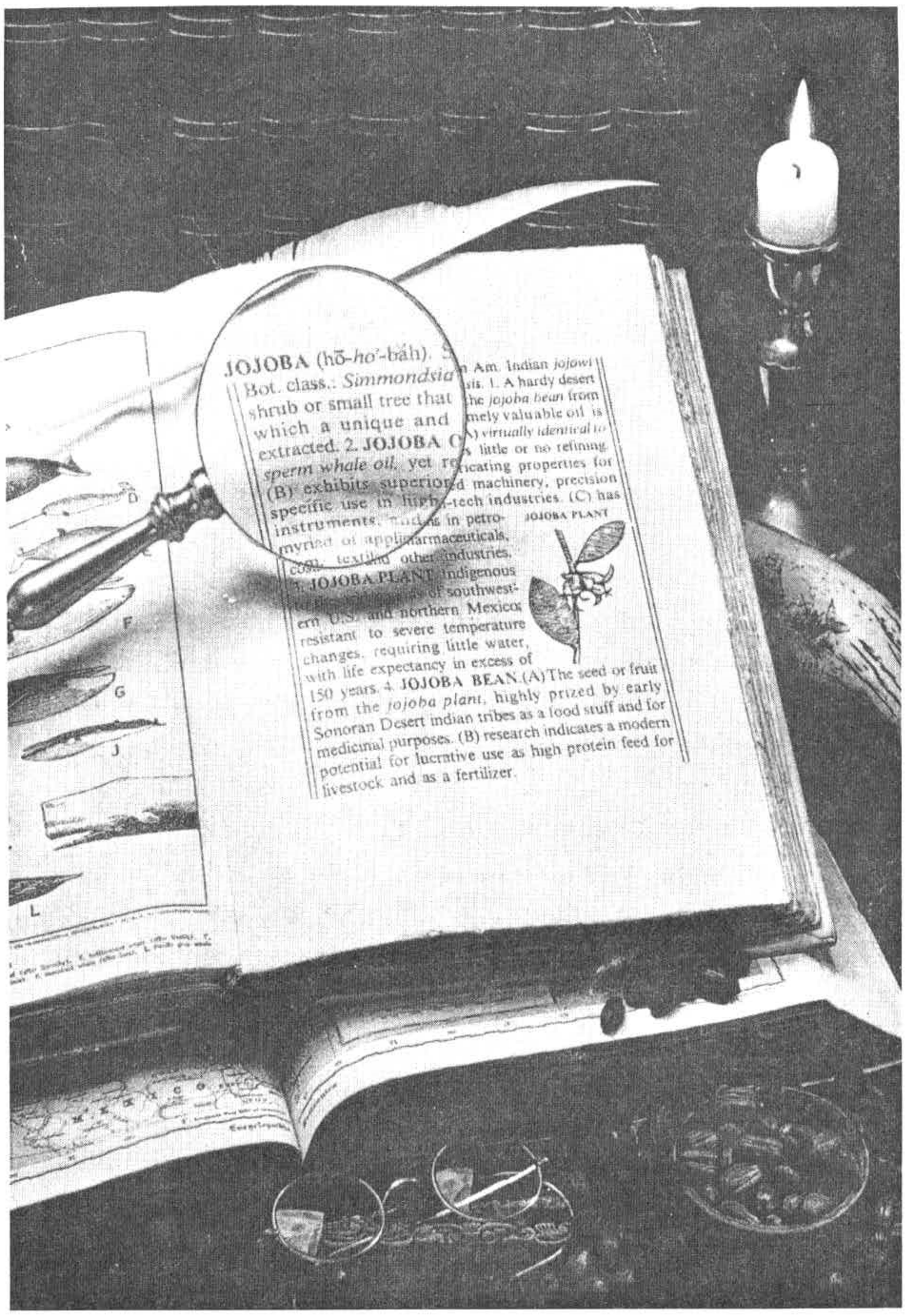
¿Qué es lubricar?. Lubricar significa en otras palabras hacer resbaladiza una cosa. Existen varios motivos por los cuales es necesario lubricar una superficie, como por ejemplo: para evitar el excesivo *desgaste* de las piezas, también para evitar el *sobrecalentamiento* de las partes sujetas a fricción y como un último ejemplo la necesidad de aprovechar la *fuerza máxima* de las máquinas con el respectivo ahorro de energía.

Es necesario lubricar cuando dos o más piezas están en contacto entre sí, debido a que se producen dos efectos: uno de éstos es el *deslizamiento* y el otro es el *rodamiento.* Por ejemplo el deslizamiento se produce cuando una superficie resbala con respecto a otra estando ésta en posición fija o en movimiento contrario a la superficie anterior, por otro lado un rodamiento es el efecto de hacer girar una superficie esférica, circular, etc. sobre otra plataforma. Dado este tipo de efectos se produce una acción física denominada *fricción*, la cual provoca un desgaste. Por tanto para evitar esta acción es necesario agregar aceite obteniendo como resultado una lubricación.

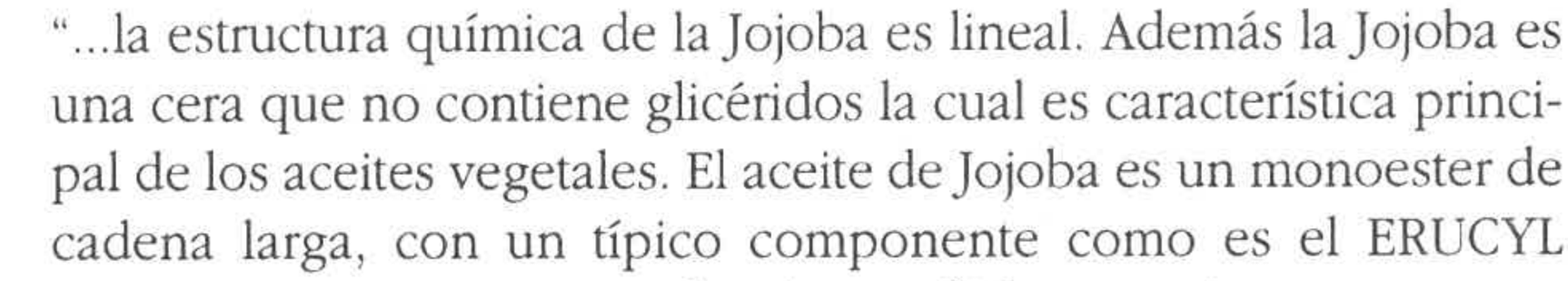
En estos tiempos donde impera las nuevas tecnologías el efecto más investigado ha sido el de rodamiento para evitar así altas temperaturas producidas por la fricción, debido a esta el deslizamiento ha sido sustituido por el rodamiento, en cuanto a estudios de investigación. El aspecto más importante de una lubricación es generar una película entre dos superficies sujetas a deslizamiento, buscando que ésta se realice suavemente, dando así un tiempo de vida mayor a las piezas.

ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LA JOJOBA

1. La Jojoba químicamente es una cera que presenta diferencias entre los aceites vegetales y aceites minerales. La principal característica de los aceites vegetales es que estos están conformados por ácidos graso y glicerol dando lugar a la formación de los triglicéridos. Según la Conferencia del Dr. Jaime Wisniak comentó lo siguiente:



"...la estructura química de la Jojoba es lineal. Además la Jojoba es una cera que no contiene glicéridos la cual es característica principal de los aceites vegetales. El aceite de Jojoba es un monoester de cadena larga, con un típico componente como es el ERUCYL EICOSANATO, su peso molecular es 606, y contiene muy poco glicerol; y las partes moleculares de alcohol y ácidos son muy similares, por lo tanto su molécula esta formada por una cadena ácida y una cadena alcoholica.



2.- El 97% o más del aceite de Jojoba está compuesto por una combinación de ácidos grasos y alcoholes con cadenas de C_{20} y C_{22}, no conteniendo hidrocarburos, esteroides u otros contaminantes (característica de la cera mineral). El petróleo contiene tres tipos de hidrocarburos los cuales son: nafténicos, aromáticos y parafínicos, en cambio los aceites vegetales, es decir, la cera vegetal no contiene hidrocarburos el cual es contaminante y es difícilmente eliminado cuando es procesado; siendo por lo tanto biodegradable.
3.- Es un producto naturalmente puro y de estructura molecular simple, esto hace de la Jojoba un material muy interesante.
4.- Posee una gran estabilidad y está catalogado como un aceite no secante el cual es denominado *"non drying oil"*. En general los aceites se dividen en drying oil, non drying oil y semi drying oil, en otras palabras secante, no secante y semi secante, es una característica que tienen estos aceites medibles en su valor en yodo[1].
5.- Una alta resistencia a la oxidación. No se enrancia y es fácil de almacenar por tiempo prolongado, esta también representa una característica extraordinaria del aceite de Jojoba. Desde el punto de vista químico el aceite de Jojoba tiene cualidades que ningún otro aceite tiene, incluso el aceite de esperma de ballena. La oxidación es un proceso por el cual los aceites toman oxígeno cuando entran en contacto con el aire formando peróxidos (elemento tóxico) malogrando la calidad de los aceites; por otro lado poseen un alto contenido de ácidos grasos no saturados[2]. Es por ello que el aceite de Jojoba es una cera totalmente inocua y es utilizada en productos de cosmetología debido a su poder penetrante, por otro lado tiene una baja acidez[3]. En consecuencia se podrá almacenar el aceite por varios meses e incluso hasta años.

La acidez es un factor muy importante en los aceites vegetales ya que de ello dependerá el precio del aceite en sí.

6.- Requiere poca o ninguna refinación, en algunos casos no requerirá procesos de blanqueamiento, neutralización o hidrogenación ya que este dependerá del uso que se le de al aceite en la industria. Ejemplo si se va a destinar para consumo humano requiere de los procesos mencionados anteriormente. Por otro lado el aceite de Jojoba se puede usar directamente como aditivo debido a su contenido de antioxidantes y una vez sulfurizado el aceite no pierde su viscosidad. Entonces su estructura molecular, química y física, le permiten sustituir a los derivados del petróleo en un 80% de los casos. El aceite crudo de Jojoba no contiene estearinas[4], por otro lado su punto de ignición es más alto que el aceite de esperma de ballena, es decir, es un aceite que resiste muy altas temperaturas,

[1] Que da una idea de los dobles enlaces existentes en la cadena parafínica).
[2] Los ácidos grasos pueden ser saturados y no saturados siendo estos últimos los más sanos e inocuos para la salud.
[3] Generalmente la acidez es producto de una oxidación produciendo a su vez enranciamiento.
[4] La estearina está formada por el ácido esteárico y glicerina.

alrededor de los 300ºC sin que presente distorsiones en su estructura. En otras palabras cuando se habla de distorsiones en el aceite debido a altas temperaturas se incremente el flashpoint (punto de ignición) y es el motivo por el cual el aceite empieza a humear. La Jojoba tiene una alta capacidad para resistir altas temperaturas, y es por ello que la NASA lo usa para una serie de motores especiales. Otra de la características del aceite de Jojoba es el hecho de ser biodegradable, es decir no afectan al medio ambiente, ocurriendo lo contrario con los aceites minerales.

Por ejemplo, si se arroja un litro de aceite de petróleo se estará dañando un área de 1000 m^2., el aceite de Jojoba se encuentra en ventaja debido a su capacidad biodegradable, su baja volatilidad y no es un deshecho tóxico. (Ver cuadro Nº1).

¿Cuál es el concepto de aditivos?. Los aditivos[5] son sustancias que mejoran la calidad de los aceites lubricantes, motores de gasolina diesel, engranajes, cojinetes, transmisiones....., los cuales son sometidos a altas presiones y temperaturas de trabajo, es por ello que los aditivos suelen ser de carácter multifuncional.

Aunque se pueden clasificar en el caso de los aceites para cárteres en los siguientes grupos:

1.- Aditivos detergentes, ayudan a mantener un motor limpio, evitando adherencias a las partes del mismo y previniendo la aglomeración de los productos insolubles contenidos en los aceites, tales como materiales de degradación, oxidantes, combustibles parcialmente quemados y hollín, en otras palabras lo mantiene en un estado finamente divididos y dispersos en el lubricante. Los aditivos detergentes dispersantes pueden tener propiedades prooxidantes, siendo necesario el uso de aditivos anti-oxidantes denominados flushing oils, éste es utilizado para limpiar los residuos contenidos en el motor, añadiéndole en funcionamiento por un lapso de 10 minutos y luego es arrojado, para posteriormente echarle el aceite nuevo para el buen funcionamiento del motor.
2.- Los anti-oxidantes son necesarios en las superficies calientes de los motores. Evitando las sales de hierro y cobre disueltas, y partículas metálicas finamente dispersas en el aceite, la cual promueven la degradación del mismo. La degradación tiene como característica un aumento de color (oscuro) y eleva la viscosidad.
3.- Los inhibidores contienen azufre, fósforo, selenio, magnesio, estaño, etc., los cuales están en combinación con alcoholes, fenoles o hidrocarburos insaturados, desactivando las moléculas que causan la oxidación y preservando así el motor.
4.- Los anticongelantes evitan la aglomeración de grandes cristales, debido a las bajas temperaturas, por lo general en los países fríos,

[5] El aditivo es el corazón del lubricante, entonces el lubricante costará tanto así como contenga un buen aditivo.

CUADRO Nº1

ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LA JOJOBA

Características Comparativas

1. Difiere de los aceites o grasas vegetales y animales porque no contiene gliceridos. Es un líquido compuesto de esteres de cera de alto peso molecular.
2. Más del 97% del aceite está compuesto por una combinación de ácidos y alcoholes con cadenas de C_{20} a C_{22}.
3. No contiene hidrocarburos, esteroides u otros contaminantes.
4. Es natural, puro y de estrucutra molecular simple.
5. Posee una gran estabilidad y es catalogado como aceite "no secante" con un valor de yodo de 82.
6. Alta resistencia a la oxidación. No se enrancia y es fácil de almacenar por tiempo prolongado.
7. Alto contenido de ácidos grasos no saturados.
8. Tiene muy baja acidez.
9. Requiere muy poca refinación y en algunos casos ninguna
10. Contiene antioxidantes naturales: alpha, gamma y delta tocoferoles (50 ppm).
11. No pierde su viscosidad luego de la sulfurización, su viscocidad es entre 190 a 230 frente a los aceites minerales que poseen entre 90 a 100.
12. Su estructura molecular química y características físicas le permiten sustituir a derivados del petroleo en un 80% de los casos.
13. El aceite crudo de la Jojoba no contiene estearinas
14. Su punto de ignición es más alto que el de la esperma de ballena.
15. El aceite de Jojoba no es tóxico.
16. El aceite de Jojoba es biodegradable.
17. Tiene baja volatilidad. Resiste temperaturas superiores a los 300ºC

por tanto es necesario agregarles estos aditivos. *"En el tiempo que viví en Canadá, las personas conectaban el cárter del motor a un calentador (heater), el cual mantiene el aceite en condiciones óptimas sin que éste cristalice, evitando así un daño al motor".*

5.- Los inhibidores de espuma, son necesarios cuando existe formación de espuma debido al movimiento constante que reciben los aceites al interior del motor. La presencia de algunos esteres que unidos a los gases de aire forman burbujas, y esto no se puede permitir en un aceite. El añadir estos inhibidores nos repercutirá en una mejor protección para nuestro motor, así como también mejorará el índice de viscosidad. Por otro lado los agentes mejoradores de las películas ayudarán en cuanto a la untuosidad que tienen los aceites con relación a la fricción.

Las ventajas que las grasas o ceras, poseen frente a los aceites lubricantes radica en su naturaleza plástica, es decir son productos semi-sólidos que por tener cierta elasticidad no fluyen bajo su propio peso. Otras ventajas que ofrecen es su estabilidad térmica bajo condi-

ciones tanto dinámicas como estáticas y poseer una estabilidad frente a la oxidación. Es aquí donde radica la importancia de la Jojoba como aditivo en los aceites lubricantes. (Ver cuadro Nº2).

CUADRO Nº2

SITUACION ACUTAL DE LA INDSUTRIA DE ACEITES LUBRICANTES

Conclusiones:

- ✓ Este tipo de industria tan solo se dedica al mezclaado y envasado de bases lubricantes importadas, pues existe poca producción nacional.
- ✓ Más del 90% son bases importadas.
- ✓ En el Perú tan sólo produce bases Petro-Perú.
- ✓ Existe un défecit de 434291 barriles/año (a 1987).
- ✓ El Perú no cuenta con una política de regeneración de aceites.
- ✓ La regeneración de aceites puede ser un rubro muy importante en el país.
- ✓ Por tanto la producción de aditivos a base de Jojoba puede generar altas posibilidades de inversión a nivel industrial y así permitir el impulso de este cultivo; y además ampliar la frontera agrícola.

"El trabajo ejecutado durante este tiempo para realizar esta charla me ha llevado ha entrar un poquito en la problemática de lo que podría darse como solución para nosotros, en términos de cuan grande es el mercado potencial, es decir, a los agricultores se les debe decir ¡siembren Jojoba!, pero que siembren sobre una base de un mercado en transformación el cual debemos desarrollar, así como también un mercado de ventas de los productos. Esto me ha llevado a observar dos aspectos, los cuales son: aditivos y la regeneración de éstos en el Perú".

En el Perú, lo primero que se nota, es lo siguiente: en la tabla Nº1 se observa el volumen de producción de aceites lubricantes , en el cual tenemos determinado un grupo de empresas que se dedican a la comercialización de estos aceites lubricantes; entre ellas podemos mencionar: Petro Perú, Shell, Mobil, Texaco, Castrol, Veedol y Amalie. Todas estas empresas internacionales excepto una, mueven grandes volúmenes de dinero, poseen una tecnología muy propia y secreta, es por ello que cuando se habla de grandes volúmenes de dinero se habla de inversiones de millones de dólares.

En la industria nacional para realizar una serie de actividades de trabajo, necesitamos: vehículos, maquinaria agrícola, maquinaria industrial; y todo estos se mueven en base a aceites y lubricantes. El

TABLA Nº1

VOLUMEN DE PRODUCCION DE ACEITES LUBRICANTES POR EMPRESAS

(cantidades expresadas en barriles)

AÑO	TOTAL	PETROPERU	SHELL	MOBIL	TEXACO	CASTROL	VEEDO	AMALIE
1980	428628	190413	91370	76710	30558	31137	6539	1601
1981	442401	207937	91224	74123	26639	34742	6053	1683
1982	424937	191446	87645	72439	31009	33204	7768	1426
1983	362785	166787	72172	59897	27278	31661	4045	945
1984	391460	164736	79497	69845	36765	35539	4018	1060
1985	359750	159553	68240	68116	29665	30356	2591	1229
1986	413002	176718	89242	65484	34814	43382	2707	655
1987	489323	184745	108109	87979	44047	59031	4446	966

mercado peruano en su mayor parte esta concentrado en el departamento de Lima, con 6 millones de habitantes y en estos momentos tiene movilizando unos 650000 vehículos en la gran Lima. En el año '80, en el Perú se tenía una producción de 428000 barriles (1 barril equivale a 55 galones) para mantener a la población de vehículos, en la Tabla Nº1 se observa que estos volúmenes de producción se han ido incrementando debido a la demanda del mercado automotor.

Por otro lado, en el Perú no se producen aditivos ni bases lubricantes y por lo tanto las bases tienen que ser importadas, en la Tabla Nº2 se observa las importaciones de estas bases lubricantes sin considerar los aditivos, además tan solo se esta hablando del aceite lubricante necesario para el parque automotor más no así el que se requiere en la industria nacional que también necesita los aceites lubricantes.

En la tabla Nº3 se presentan los volúmenes de producción de aceites lubricantes para sus diferentes usos en la industria nacional. En el rubro aceite de corte se refiere a la maquinaria utilizada en la industria metal-mecánica podemos mencionar dentro de ellas: el torno, la fresadora, el taladro, entre otros; este aceite de corte se utiliza en emulsión con agua el cual cumple funciones de refrigerante y lubricante.

TABLA Nº2

IMPORTACIONES DE BASES LUBRICANTES

AÑO	VALOR FOB ($)	VALOR CIF ($)+	VOLUMEN (barriles)	VALOR CIF ($ por barr.)
1981		30 634 681	372 164	82,32
1982		24 140 160	316 638	76,24
1983	14 607 471	16 095 823	207 719	77,48
1984	21 037 049	23 006 172	276 725	83,14
1985	16 718 484	18 200 942	178 475	101,98
1986	17 715 618	19 763 321	266 813	74,08
1987	15 353 568	17 413 049	339 629	51,27

+ Incluye fletes y seguros
Es costos en puertos peruanos

Fuente: Instituto de Comercio Exterior.
Partida arancelaria 27.10.24.01.00: aceites bases

TABLA Nº3

VOLUMEN DE PRODUCCION DE ACEITES LUBRICANTES (Año 1987)

	Barriles
TOTAL	**489 323**
Aceite de Motor	330 02
Aceite de Transmisión	
automática	10 924
mecánica	34 410
Aceite Industrial	77 589
Aceite de Corte	3 273
Aceite Marino	21 936
Otros aceites	11 166

ACEITES LUBRICANTES USADOS

Un aceite lubricante nuevo, durante el tiempo que presta servicio al motor pierde lentamente sus cualidades lubricantes debido a los cambios físicos y químicos que sufre en sus propiedades. Estos cambios se deben a la contaminación y degradación que pueda tener el aceite dependiendo de la composición química y el combustible usado, además dependerá del motor y las condiciones de trabajo que se le dé. El aceite lubricante usado es un líquido de color oscuro a negro y muy viscoso cuyas características difieren del original, por otro lado presenta un alto contenido de compuestos inorgánicos como son: cenizas, azufre, cloro, metales, suciedad atmosférica, hollines y productos de oxidación. En general esto es lo que se podría llamar un aceite usado (ver Cuadro Nº3).

Las características de un aceite usado dependerá del tipo de servicio que este preste en la lubricación, ya que se presentarán cambios físicos y químicos en su composición, debido a la fricción.

Los factores que causan la degradación del aceite serán principalmente las condiciones de trabajo, formación de los aceites minerales contaminantes, agua, suciedad atmosférica, residuos indeseables, hollín, metales, desgaste, ácidos corrosivos, etc.. Uno de los efectos que produce el aceite es el hecho de ser un agente contaminante debido a su incapacidad de biodegradarse y por otro lado es difícil de eliminarse debido a su naturaleza mineral.

Cuando se piensa en las posibilidades de regeneración del aceite, las estadísticas de importaciones en el Perú (tabla Nº2) nos indica que nuestro país importa alrededor de medio millón de barriles de

CUADRO Nº3

CARACTERISTICAS DE UN ACEITE USADO

Aceites limpios con aditivos ☐ — *Servicio*
- ✓ Lubricación
- ✓ Calor y Temperatura
- ✓ Fricción
- ✓ Cambios Físicos
- ✓ Cambios Químicos

☐ *Aceite usado*

FACTORES DE DEGRADACION

- Composición química del aceite.
- Composición química del combustible.
- Estado del motor.
- Condiciones de trabajo.
- Formación de aceites minerales contaminantes del medio ambiente.
- Agua.
- Suciedad atmosférica.
- Residuos indeseables en el combustible.
- Hollín y lodos.
- Metales de desgaste.
- Acidos corrosivos (anhídridos sulfurosos).
- Altas temperaturas + Humedad = Oxidación
- Subproductos con alta proporción en plomo, azufre y otros.

EFECTOS EN EL ENTORNO

- Agente contaminante.
- No biodegradable.
- Difícil eliminación.

aceite al año, el cual posteriormente se transformará en aceite usado, luego de prestar el servicio respectivo, éste aceite degradado de alguna manera pasará a utilizarse como combustible para la fabricación de ladrillos por ejemplo, otras veces será arrojado al medio ambiente contribuyendo a la polución y desequilibrio ecológico.

Otros países regeneran sus aceites usados aportando el 25% más o menos del total producido. Argentina, Paraguay y Chile regeneran sus aceites tratando de mejorar su medio ambiente. Además cabe resaltar que este es un tipo de industria. Existen dos tipos de proceso de regeneración:

1) Uno de estos produce residuos y ácidos químicos, presentando posteriormente problemas de almacenamiento. En el Perú existen tan solo cuatro pequeñas compañías (tabla Nº4). Este proceso es efectuado con ácido sulfúrico y arcilla, la arcilla tiene la capacidad de absorber los colorantes; el problema que presenta este es que no se pueden trabajar grandes volúmenes, otro problema que presenta es el uso del ácido sulfúrico el cual también es utilizado en la

TABLA Nº4

EMPRESAS NACIONALES DE ACEITES REGENERADOS

EMPRESA	*ANUAL MAX.*	*BARR. A 1987 DE OPERACION*
TOTAL	**14 400**	**8 872**
Marte EIRL.	4 800	3 600
Atex Oil	4 800	2 261
Mayco	2 400	1 311
Cilsa	2 400	1 700

pasta básica de cocaína, por tanto es bien controlado. En conclusión este proceso no es recomendable, ya que produce productos corrosivos dentro del proceso de regeneración y generando pérdidas cuando se trabajan grandes volúmenes.

En el Perú tan solo existen cuatro pequeñas compañías, representando el 1,78% del volumen total de aceites, entonces dada esta información existe un mercado potencial para la regeneración de aceites.

2) El otro proceso no presenta residuos, en este caso se dan dos tipos de tratamiento, uno de los cuales es recomendado por los técnicos y se denomina hidroterminado, éste proceso se basa en la hidrogenación solidificando un poco al aceite, tiene como ventajas la remoción de compuestos inestables no hidrocarbonados, resistencia a la oxidación y elimina el nitrógeno y oxígeno.

El otro tipo de tratamiento es denominado hidrotratamiento, siendo éste una hidrogenación más profunda, generando una remoción completa compuestos no hidrocarbonados, también presenta un alto consumo de hidrógeno y un alto costo de refinamiento, dentro de sus ventajas se pueden señalar la alta estabilidad y viscosidad que presenta este aceite.

Las empresas regeneradoras de aceite en el Perú son: Marte EIRL, Atex Oil, Maico y Cilsa, si observamos el Tabla Nº4, todas estas empresas tan solo cubren el 1,78% del mercado nacional como se menciono líneas arriba. Entonces existe una alta posibilidad en este sector industrial, y la Jojoba presenta una gran alternativa.

La cosmetología también es un mercado importante en el cual incursiona la Jojoba, pudiendo incluso exportarse debido a su alto consumo en el extranjero.

En la tabla mencionada anteriormente también se observa un

incremento de cerca del 263% (del año '83 al '87) de capacidad productiva por estas empresas, significando que durante estos cuatro años hubo una gran demanda insatisfecha. Dentro de los problemas que agobian a estas pequeñas empresas regeneradoras es que no son reconocidas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, por tanto estas pequeñas empresas se encuentran trabajando fuera de ley.

Estas empresas productoras generan grados SAE 30 y 40 para automóviles y estos aceites se expenden sin aditivos, cabe notar que en los últimos años la economía peruana se ha ido deteriorando perdiéndose capacidad adquisitiva, por tanto no se ha realizado una renovación de la flota automotriz y manteniéndose a los autos viejos con cualquier tipo de aceite, y como los aceites regenerados se dan sin aditivos estamos malogrando más a los automóviles y contribuyendo a la polución del medio ambiente.

Estos aceites regenerados también son usados por los malos comerciantes para adulterar los aceites nuevos, mezclándolos y vendiéndolos a granel, generando por tanto una degradación de la calidad del producto.

Del volumen total de aceites comercializados en el país Lima tiene el 65% del total. Más del 80% del público tiene una mala opinión sobre la calidad de los aceites regenerados, el 65% de los consumidores prefiere el aceite envasado y el 35% prefiere el aceite a granel; y seguramente el consumo de aceite a granel ha ido aumentando por la falta de capacidad adquisitiva. Además el aceite regenerado no cuenta con una garantía de calidad.

En la actualidad, la industria de aceites lubricantes, se dedica al mezclado y envasado de bases lubricantes nacionales o importadas, en su mayor parte éstas últimas, en otras palabras somos un país dependiente, de lo poco que se produce en el Perú, Petro-Perú es el que lleva ventaja frente a las demás empresas productoras nacionales.

Es cierto que existe en el país un gran déficit por aceites lubricantes, y uno de los problemas que contribuye a esta falta de productos es el hecho de no contar con una política de regeneración de aceites, además de esta manera estaríamos disminuyendo los efectos por la contaminación ambiental. La producción de aditivos de base de Jojoba se puede considerar, no solo una posibilidad de inversión, sino que permitiría impulsar el desarrollo de este cultivo y así ampliar la frontera agrícola a través de la incorporación de zonas áridas de la costa, generando trabajo y disminuyendo la tasa de migración hacia las grandes urbes.

También se pueden adoptar varios caminos para tratar de reducir la contaminación ambiental, uno de estos sería buscar un patrocinador ya sea de una empresa nacional o extranjera que trabaje en el Perú (Ejemplo: Mobil, Shell, etc.), y así incrementar el desarrollo

CUADRO Nº4

PRODUCCION DE ACEITES REGENERADOS

Conclusiones

- ✓ Existe un tipo de regeneración artesanal de aceites.
- ✓ La producción de aceite regenerado representa el 1,78% del total comercializado a nivel nacional.
- ✓ Estas empresas regeneradoras no se encuentran reconocidas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.
- ✓ Producen grados SAE 40 y SAE usado en motores.
- ✓ Estos aceites se expanden sin aditivos.
- ✓ A veces los utilizan para adulterar otros aceites.
- ✓ Más del 80% del público tiene una mala opinión de estos productos, en cuanto a calidad.
- ✓ El aceite regenerado no cuenta con garantía de calidad.

industrial de la Jojoba (ver Cuadro Nº4).

En la actualidad existe un proceso denominado **KINETICS THENOLOGICAL INDUSTRY** (KTI) el cual es una formulación muy específica; mediante este proceso en caso de desarrollarse en el Perú se pueden conseguir *royalties* a través del INDECOPI, este proceso fue registrado en España.

En este momento la tecnología KTI es una de las mas importantes y puede importarse hacia Perú, porque mediante este proceso la regeneración de aceites será mucho mejor para el medio ambiente. Además existen otras dos tecnologías registradas en Italia y Francia.

PERSPECTIVAS EN EL USO DE ADITIVOS A BASE DEL ACEITE DE JOJOBA EN EL PERU

De acuerdo con los volúmenes importados por el Perú a 1987, de los 489000 barriles el uso de aditivos comprenderá el 5% del volumen total, la demanda potencial por tanto estará alrededor de 24466 barriles de aditivos.

Considerando la producción de una plantación adulta de Jojoba en las condiciones de la Costa, por hectárea tendríamos:

2500 Kg de grano por Ha/año

Rendimiento aproximado en aceite (50%) = 1250 lt. por Ha.

1250 lt/Ha. = 329 galones (1)

Nº de hectáreas requeridas para cubrir la demanda:

1 345 630/329 = 4100 Ha

(1) 1 galón = 3,79

En conclusión:

A nivel de la Costa peruana es posible desarrollar una política coherente y estable al mediano plazo para así permitir las inversiones de este tipo con el consiguiente beneficio para la agricultura. Este paso será posible cuando se cuente con el deseo real de productores e inversionistas de reunirse y conjugar esfuerzos cuyos frutos serán perdurables a otras generaciones por la calidad perenne de la planta como es la Jojoba y especialmente por la productividad de las plantas.

El potencial actual de áreas para la producción de Jojoba a lo largo de la Costa peruana es de aproximadamente 4000 Ha, esto motivaría a tratar de ampliar áreas agrícolas y por consiguiente una gran fuente de trabajo, industrialización, una mayor actividad comercial y mejoramiento de niveles de vida.

Si nos proyectamos a nivel del Grupo Andino de acuerdo a la Tabla Nº5 y los estimados del parque automotriz de las distintas capitales, entonces se podrá pensar que el futuro de la Jojoba en el Perú estará asegurado indefectiblemente, por tanto deberemos estar ampliando el cultivo de Jojoba de 4000 Ha a 12000 Ha, dadas la características climáticas del Perú.

TABLA Nº5

DEMANDA POTENCIAL A NIVEL: GRUPO ANDINO

CIUDADES	POBLACION	PARQUE AUTOMOTOR*
Bogotá	4 000 000	450 000
Caracas	3 500 000	400 000
Guayaquil	1 500 000	150 000
La Paz	1 000 000	100 000
Lima	6 000 000	600 000
		1 700 000

Potencial de área de Jojoba requerida: 12 000 Ha.

* Estimados

Cabe destacar que la **NATIONAL BUREAU OF STANDARS** (NBS) de los EE. UU. asegura que los aceites lubricantes regenerados son de calidad superior a los aceites lubricantes vírgenes, debido a que proporcionan una mejor lubricación, además son más resistentes a la oxidación y producen menos depósitos de carbón así como de lodos; esta afirmación se debe a que el aceite lubricante recibe tres tratamientos, primero durante la refinación del crudo, segundo en los motores de los vehículos en donde se presenta la descomposición de las moléculas mas débiles y por último durante la re-refinación en la cual se eliminan los compuestos inestables junto con otras impurezas (ver Cuadros Nº5 y 6).

CUADRO Nº5

PROCESO DE REGENERACION DE ACEITES

		Grupo	*Problemas*
Aceite Usado	Proceso de Regenaración	1. Residuos Acidos y Químicos	Manejo y Almacenamiento
		2. Sin Residuos	Ninguno

TIPOS DE PROCESOS

	Tratamiento	*Problemas*
1. PROCESO ACIDO ARCILLA	- Acido sulfúrico - Arcillas	- Tratamiento fuera de uso - Produce subproductos corrosivos - Pérdidas mayores de aceites - Antieconómico para volúmenes grandes
		Ventajas
2. TRATAMIENTO CON HIDROGENO Y DESTILACION	*Hidroterminado* (Hidrogenación destructiva)	- Remueve compuestos inestables no hidrocarbonados - Resistencia a la oxidación - Eliminación de oxígeno y nitrógeno
	Hidrotratamiento (Hidrogenación profunda)	- Remoción completa de no hidrocarbonados: S, O, N - Alto consumo de hidrógeno - Alto costo de refinamiento - Aceites de alta estabilidad y viscosidad

CUADRO Nº6

ADITIVOS PARA ACEITES LUBRICANTES

- ✓ Sustancias que mejoran la calidad de los aceites lubricantes.
- ✓ Suelen tener carácter multifuncional.
- ✓ Pueden clasificarse de la siguiente manera:
  - ➪ Aditivos detergentes dispersantes.
  - ➪ Antioxidantes: Inhibidores de oxidación.
  - ➪ Rebajadores de congelación.
  - ➪ Inhibidores de espuma.
  - ➪ Mejoradores del índice de viscosidad.
  - ➪ Agentes mejoradores de película.

ESTUDIO DE INVESTIGACION DE MERCADO PARA EL USO DEL ACEITE DE LA JOJOBA COMO ADITIVO PARA ACEITES LUBRICANTES

RESUMEN

POR: ING. RAÚL VERA TUDELA GUEMBES

OBJETIVO

Realizar un estudio que permita la utilización del Aceite de la Jojoba como aditivo para los aceites lubricantes en el Perú y lograr potenciar las áreas agrícolas de expansión necesarias a escala en las zonas áridas y más aparentes del territorio nacional.

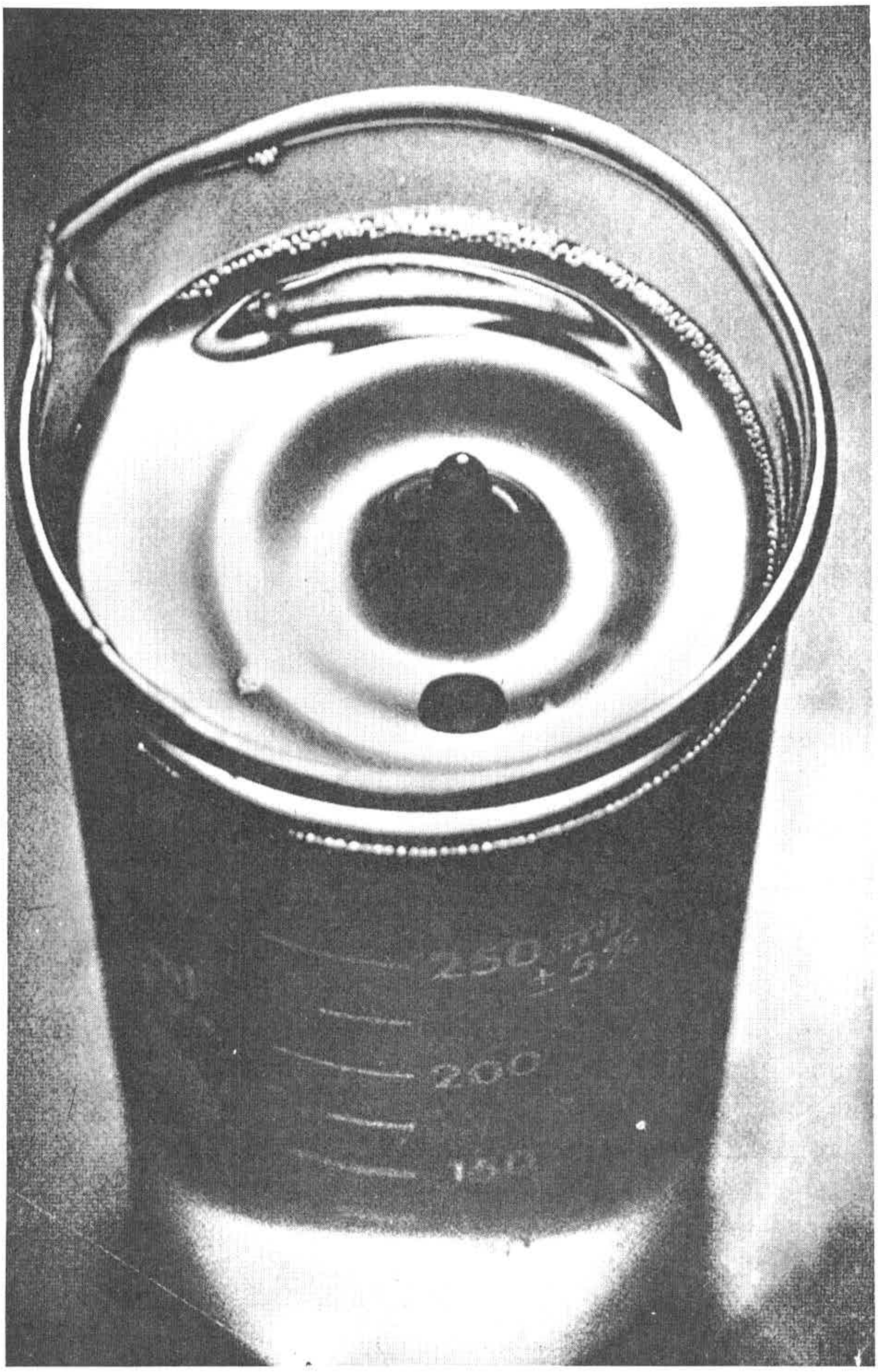
ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

Desde hace diez (10) años aproximadamente en que se introdujo el cultivo de la Jojoba (Simondsia Chinensis Link) en el Perú, su desarrollo ha sido lento en cuanto a áreas (350 Hás.) y en investigación tecnológica. Las razones para ello han sido múltiples, entre otras, por la situación económica que atraviesa el Perú, la falta de créditos en el sector agrícola, el no contar con proyectos específicos de inversión capaces de ser negociados y la alta inversión necesaria del cultivo que demanda especialmente durante los primeros años.

A pesar de ello, se continúan los esfuerzos a través de la Asociación de Productores de la Jojoba (ASPEJO) y de los productores ya involucrados en inversiones cuyos cultivos están próximos a tener rendimientos comerciales y en donde es necesacrio encontrar vías que permitan comercializar dichas producciones. Si bien el mercado de la Jojoba tiene muchos frentes de utilización (cosmetología especialmente), los volúmenes utilizados en este rubro son pequeños comparándolos con la tendencia a futuro en el uso masivo del aceite en rubros como: Aditivos lubricantes en la industria automotriz e industrial en el mundo entero.

Exposición realizada ante el II Fórum Internacional de la Jojoba realizado en Ica entre el 3 y el 6 de setiembre de 1992.

Director Gerente de la Asociación Peruana de la Jojoba yPresidente de la Fundación Pro-Ica



Por otro lado, el mercado mundial de los precios de la Jojoba ha permanecido muy alto, perjudicando a los procesadores y consumidores del producto especialmente a los de la cosmetología. El mercado de la Jojoba alcanzó una demanda de 200 000 galones de aceite en 1990 (3,5 millones de libras de grano) teniendo la demanda lugar en tres grandes áreas geográficas: Estados Unidos, Japón y Europa.

Si bien, el descubrimiento del valor funcional de la Jojoba encontró una fuente interesante de inversión, los precios tenía hasta 1990 cierta estabilidad. A partir de esta fecha, los precios se disparan, tanto de los granos como del aceite, incrementándose drásticamente. La recesión mundial operada a fines de 1990, afectó a la industria de los cosméticos, experimentándose una aguda baja en el consumo. El período 1990-91 acusó una disminución de hasta el 40%.

El problema fundamental reside en mantener los precios estables y competitivos, y con ello, lograr la rentabilidad de la Jojoba en la que encontrará un mercado seguro y estable sobretodo en los entes comercializadores. Es muy difícil precribir el uso del aceite de la Jojoba en nuevos productos si no predicen el costo del aceite durante los años venideros. Tanto productores como vendedores deben darse cuenta que es necesario estabilizar los precios y resistir la tentación de elevarlos demasiado si la producción baja por otras circunstancias.

Por otro lado, si bien el consumo del aceite de la Jojoba es aproximadamente 80% para cosmetología y 20% en aditivos, la verdad es que se presiente un cambio bastante radical por la ampliación al uso de aditivos, cuyo potencial es cada día mayor y exige mayores producciones a nivel mundial pero con precios más competitivos.

Los precios del aceite de la Jojoba están alrededor de los 40$ por galón (10,56$ por litro), siendo sumamente altos para lograr sus colocaciones en el mercado. Estudios realizados predicen la necesidad de que éstos deben bajar a niveles competitivos que incentiven su demanda en el mercado y que podría llegar incluso a una baja hasta los 20$ por galón (5,28$ por litro), y aún así, todavía podría ser muy rentable para el productor, para lo cual se requiere:

- Que las plantaciones deban producir eficientemente.
- La demanda de la Jojoba puede incrementarse con el apropiado esfuerzo de mercadeo.
- Es necesario una estabilidad en los precios para alcanzar un óptimo crecimiento.

La alternativa para incentivar nuevas producciones en el Perú, deberán estar centradas en tres aspectos fundamentales:

1. Desarrollo de la Investigación de la Jojoba y de nuevas tecnologías que permitan una producción eficiente y de altos rendimientos.
2. Encontrar un mercado amplio en el uso del aceite de la Jojoba que permita el incremento masivo de nuevas plantaciones a lo largo de la costa peruana y en áreas aparentes. Este mercado se encuentra en el uso de aditivos para lubricantes en la industria automotriz e industrial, con generación de industrias conexas, fuerte inversión y generación de empleo.
3. Promover el uso de pequeñas plantas de extracción mecánica (expeller) para la obtención de aceite y evitar la venta de granos; con el beneficio del valor agregado.

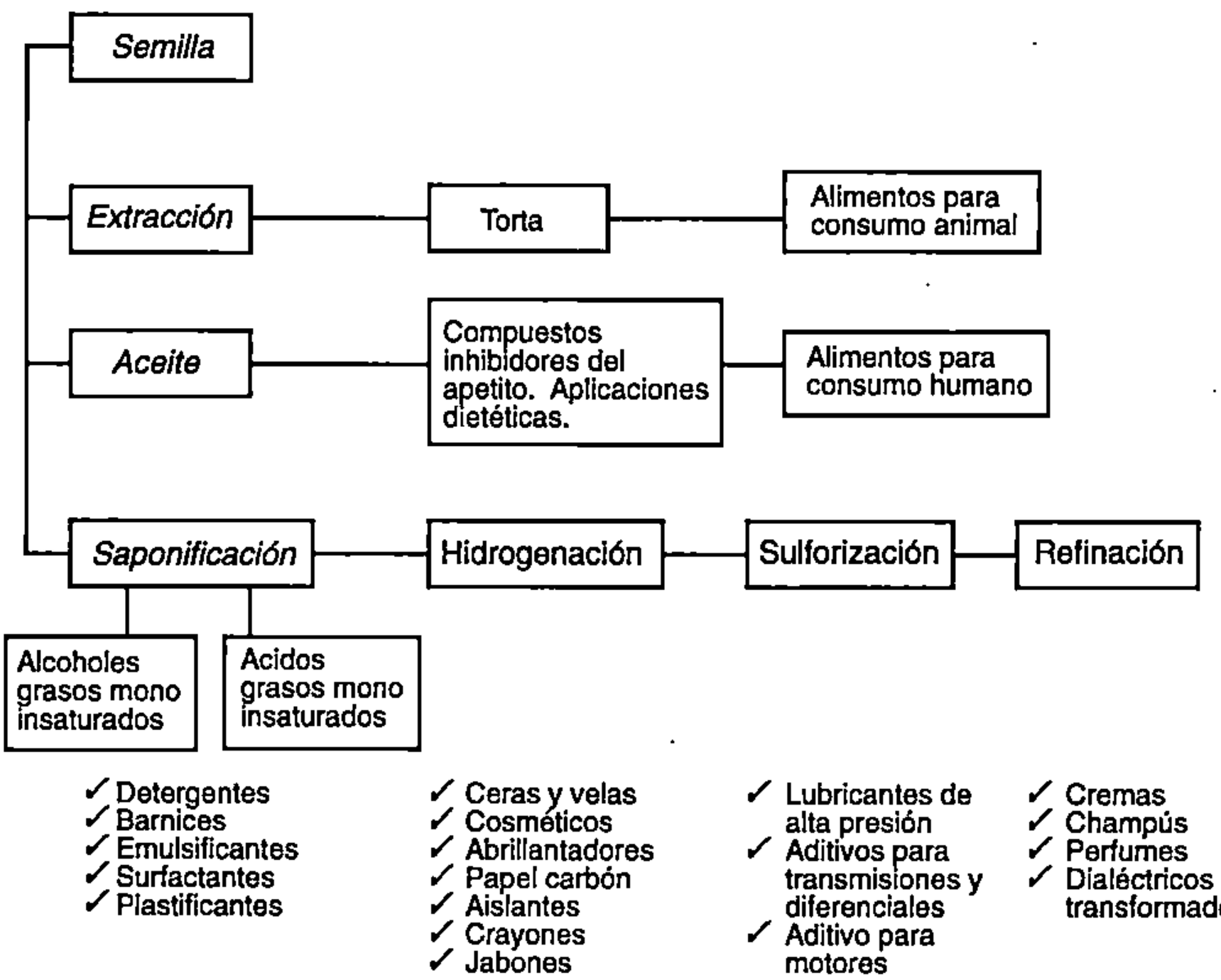
UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

CONCLUSIONES

1. Es posible potenciar el desarrollo de áreas de cultivo de la Jojoba en el Perú hasta en *5 000 Hás.* considerando el uso del aceite como aditivo en lubricantes para la industria automotriz.

2. Que la proyección a nivel de Grupo Andino pondría al Perú en una situación espectante para desarrollar una industria de gran alcance, basándose en las caracteristicas apropiadas de clima y suelos en zonas áridas para expandir sus áreas hasta en *15 000 Has.* de Jojoba.
3. Es necesario realizar un estudio de factivilidad técnico-económico así como de mecanismos de financiación que posibiliten el desarrollo agro-industrial de este cultivo, cuya adaptabilidad y usos pueden generar ingentes divisas al país.
4. Que la regeneración de aceites lubricantes usados es otro rubro importante por desarrollar y que ofrece asímismo la necesidad de usar aditivos de aceite de Jojoba y contribuir a mejorar el equilibrio del medio ambiente y polución industrial.

USOS POTENCIALES DE LA SEMILLA DE JOJOBA



FICHA TECNICA

Propiedades Físicas del Aceite de Jojoba
(Simmondsia Chinensis)

Punto de Congelación	10,6 ºC
Punto de Fusión	6,8 ºC
Punto de Ebullición a 757 mm bajo atmósfera de Nitrógeno	398,0 ºC
Punto de Humeo (Smoke Point)	195,0 ºC
Punto de Ignición (Flash Point)	295,0 ºC
Punto de Vaporización (Fire Point)	338,0ºC
Gravedad Específica 25/25ºC	0,863
Indice de Refracción	1,465
Viscosidad a 25ºC	35 cp
Viscosidad a 100ºC	27 cp
Constante Diaeléctrica	2,680
Gardner Color	Max. 9
Olor	Típico de Aceite

Composición Química del Aceite de Jojoba

Acidos Grasos Saturados (C2o - C2o)	1,46%
Acido Palmitoléico	0,24%
Acido Oléico	0,66%
Acido Eicocenóico	30,30%
Acido Deicosenóico	14,20%
Acido Deicosenol	33,70%
Acido hexaeicosenol	2,00%

Propiedades Químicas

Indice de Saponificación	95,00%
Indice de Acidez	0,32%
Indice de Iodo	81,70%
Indice de Acetilo	6,80%
Materias Insaponificables	37,62%
Acidos Insolubles (butírico)	2,43%
Peso Molecular Promedio de Esteres	606
Valor de Peróxidos	Max. 5
Valor de Hidróxidos	Max. 5
Residuos de Carbón	0,01%

Análisis Comparativo entre el Aceite de Jojoba y el Esperma de Ballena

	Aceite de Jojoba	*Esperma de Ballena*
% de Sulfuro	9,88	9,98
Viscosidad a 37,8ºC	3,518	1,961
Viscosidad a 99ºC	491 SUS*	201 SUS*
Gravedad Específica a 15,6ºC	0,9476	0,9613
API a 15-6 ºC	17,82	15,71
Flash Point 0ºC	250	243
Fire Point 0ºC	282	280
Acidez Grasos Libres (oléico)	1,55	2,35
Saponificación Nº	162	195
Pour Point 0ºC	16,1	15,6

*SUS: Saybolt Universal Seconds

EXPERIENCIAS EN EL CULTIVO DE LA JOJOBA

Por: César Barriga Ruiz

INTRODUCCIÓN

La Jojoba (**Simmondsia chinensis)**, es un arbusto cuya zona de origen es el desierto de Sonora, entre el norte de México y el sur de USA, especie que en las dos últimas décadas ha captado el interés mundial por producir una cera *"aceite"* de características especiales que sustituye en usos al aceite de espermacit de la ballena, con un mercado actual en la industria de cosméticos y potencial de lubricantes.

Esta especie se encuentra adaptada a las condiciones de sequía e insolación, como lo demuestran las características de sus hojas dispuestas en forma de *"oreja de conejo"*, lo que le permite una menor exposición a los rayos solares, hojas cubiertas de pelos y una capa cerosa, estomas pequeños y dispuestos principalmente en el envés, y una raíz pivotante que llega hasta los 14 m de profundidad. Por estas características constituye una de las excelentes alternativas que tenemos para el desarrollo de la agricultura de nuestras zonas áridas.

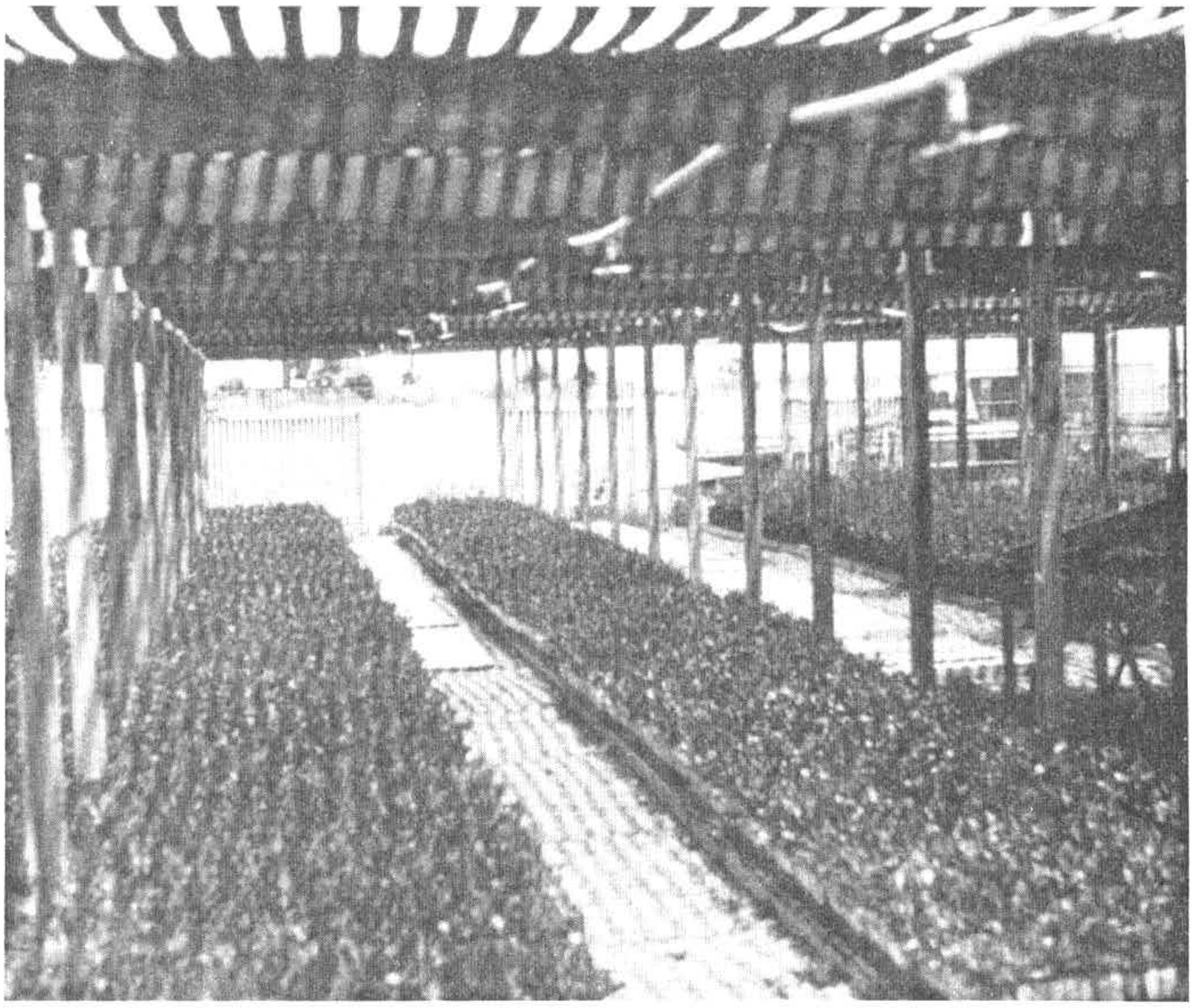
En el Perú a la fecha se tienen aproximadamente 300 hás. distribuidas en las siguientes zonas: Olmos, Ferreñafe, Trujillo, Huacho, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua, Tacna, muchas de las cuales se encuentran en producción y se ha logrado producir y exportar aceite utilizando la capacidad ociosa de la industria nacional.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La Jojoba todavía se puede considerar como una especie silvestre en proceso de domesticación, ya que su cultivo es relativamente reciente y se van encontrando diferencias fenótipicas entre ellas, pero en promedio la planta posee las siguientes características:

Es un arbusto de porte relativamente bajo llegando hasta una altura máxima de tres metros, presentando un tallo o múltiples tallos que nacen desde el cuello, hojas verdes oblongas en las cuales se

Ing. Forestal. Profesor de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Miembro de la Asociación Peruana de la Jojoba - ASPEJO. Presidente Asociación para la Investigación y Desarrollo Rural Integral - AIDER.



suelen presentar algunas diferencias en tamaño.

Existe una diferencia entre las plantas macho y las hembras, las primeras producen sólo polen en flores dispuestas en racimos y por el abundante polen presentan un color amarillo, mientras que las hembras que son las plantas productoras presentan una flor verde generalmente dispuestas en internudos y en algunos casos en todos los nudos o dispuestas en ramilletes, estas flores no son atractivas para las abejas ya que son de similar color que las hojas por lo que la polinización se realiza básicamente por el viento.

El fruto es una cápsula que contiene una o dos semillas, las que suelen caer una vez madurado, y contiene en promedio entre 45 a 50% de aceite.

REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA

Clima

Para su óptimo desarrollo se requiere que en la zona exista una diferencia de temperatura diurna y/o estacional mínima de 10°C, este rango de temperatura facilita la brotación de las yemas florales, siendo el rango óptimo para el desarrollo de 18 a 24°C.

Es una planta resistente a las heladas, pero estas suelen afectar la

floración y cuajado de frutos, siendo estas temperaturas del orden de los 4°C. Aunque en la zona de distribución natural se desarrolla en un amplio rango de temperaturas desde 49°C a -9°C.

Humedad Atmosférica

Es el otro requerimiento básico para el cultivo de la jojoba, que facilita la brotación de yemas florales y la fertilización, por lo que se requiere una humedad relativa mínima del 80% en una determinada época del año, condición que si se cumple en la costa desde el sur de Trujillo, hasta Tacna.

Estos son los dos factores climáticos más importantes para el cultivo de la jojoba, sino existe diferencia de temperatura debe existir por lo menos alta humedad atmosférica. si bien esto es en teoría, ya que en el país hemos obtenido producción en parcelas de investigación en zonas que no cumplen dichos requisitos como es el caso de Piura, donde la diferencia térmica entre el día y la noche es mínima así como la humedad atmosférica.

Suelos

La jojoba no es exigente en suelos y se desarrolla bien en suelos marginales, preferentemente ligeros, ligeramente pedregosos, con buen drenaje y con un pH alcalino entre 6 a 9, pero no tolera los suelos pesados (arcillosos) y ácidos (menores de pH5).

También tolera muy bien las sales, llegando a resistir hasta 14 mmhos.

Agua

Los requerimientos teóricos de agua son de 6000 m^3/há., considerando la precipitación que cae en su zona de origen, pero esta demanda puede ser disminuida con un adecuado sistema de riego por gravedad otecnificado (riego tecnificado por goteo o exudación), esta cantidad de agua sin embargo constituye la mitad de los requerimientos de otros cultivos de la región como son: algodón, maíz, y la cuarta parte de la caña y el arroz.

PLANTACIÓN

Siembra

Existen las siguientes formas de siembra:

a. En Vivero
b. Directa

c. Directa con Tratamiento Pregerminativo
d. Esquejes

Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas.

La siembra en vivero nos permite un ahorro en semillas, pero implica un gasto de materiales como son: bolsas, substrato, herramientas, etc., así como mano de obra, también presenta el inconveniente que las plantas una vez instaladas en terreno definitivo presentan un retraso en su desarrollo, lo que es típico del stress y por la delicada raíz que presentan en esta etapa de desarrollo, esto ha sido comprobado en los trabajos de investigación llevados a cabo en Ica.

La siembra directa requiere de una mayor cantidad de semillas, lo que implica un mayor costo, y un continuo abastecimiento de agua para lograr una germinación adecuada, estos dos factores importantes elevan los costos de instalación.

La siembra Directa usando un tratamiento pregerminativo es la más adecuada porque nos permite un ahorro de semillas y de agua, lográndose una aceleración y uniformidad en la germinación.

La propagación por esquejes nos permite seleccionar las mejores plantas machos y hembras, así como una adecuada distribución en el terreno, su inconveniente actual es el alto costo de producción (US$ 1 a 1,5 / esqueje) requiriéndose entre 2000 a 2500 plantas por há.. En el país utilizando la técnica adecuada se ha logrado obtener producción de esquejes.



Siembra Directa con Tratamiento Pregerminativo

Como es el método de siembra que mejor resultado nos ha dado se hará breve descripción del mismo.

El método consiste en remojar las semillas por 24 horas en agua a temperatura ambiente (de preferencia mayor a 22°C) con un 20% de solución de hormas del crecimiento, después del remojo se pasa a dar una inmersión de 5 minutos en una solución de fungicidas y posteriormente se coloca en bandejas de plástico cubiertas con un manto de yute húmedo, esta tela también es inmersa en la misma solución de fungicidas, después se procede a colocar en la cámara de germinación. A las 48 horas se aprecia la radícula y se procede a la selección de estas semillas y a la siembra directa en campo, el proceso de germinación continua por tres días al cabo del cual se logra una germinación del 85%, y las semillas restantes se eliminan.

En el primer día del inicio del proceso de germinación se logra un 20%, al segundo día el 60% y al tercer día se llega al 80 u 85% de germinación. Se considera semilla germinada apenas se aprecia la radícula o existan buenos indicios de crecimiento de ellas.

Con las semillas germinadas se procede a su instalación en terreno definitivo, a una semilla por golpe a un distanciamiento de 50 cm entre hoyos y 4 m entre surcos. La semilla debe ser colocada a 1,5 cm de profundidad y cubierta con una capa de aserrín si existe disponibilidad, lo cual nos permite marcar los lugares de siembra y mantener una adecuada humedad alrededor de la semilla y a su vez facilita su emergencia.

Con este método hemos instalado 35 hás. en Ica y se ha logrado un ahorro significativo en semilla y principalmente en agua, ya que la frecuencia de riegos es menor desde la siembra a la emergencia de la planta.

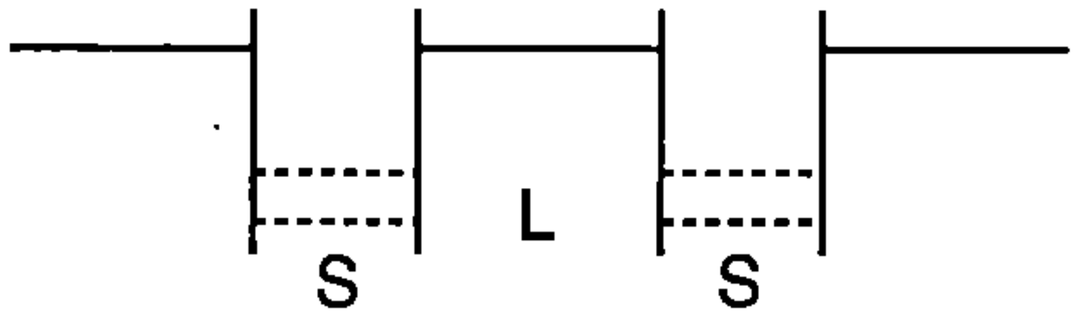
La cámara de germinación consiste en un ambiente herméticamente cerrado, en el cual se instala un mechero de gas con un cilindro metálico lleno de agua, lo cual origina una alta temperatura (28 a 30°C) y una alta humedad atmosférica (100%) lo que acelera el proceso de germinación.

Preparación del Terreno

La preparación del terreno, para el cultivo de la jojoba, no varía significativamente con la preparación para los cultivos tradicionales, básicamente consiste en arado, incorporación de materia orgánica, fertilizante y posteriormente el surcado.

La incorporación de materia orgánica y fertilizante debe realizarse exclusivamente en la zona de construcción del surco para riego y siembra.

En esta primera etapa se aprovecha el mismo surco de riego para la siembra y conforme se desarrolle la planta en el tercer año se procederá a construir un doble surco, quedando la planta de jojoba en el lomo o camellón, tal como lo muestra la siguiente figura.



S: surco de riego
L: lomo

Esto nos permitirá tener un óptimo riego y evitar el contacto directo del agua con el cuello de la planta, con lo cual evitaremos la presencia de enfermedades.

Riego

Si bien la jojoba es una planta de bajo consumo de agua esta debe ser aplicada en forma adecuada durante su etapa de siembra, mantenimiento y producción.

Como la siembra será directa, teniendo en consideración las características del suelo (arenoso), los riegos se aplicarán de la siguiente manera:

- un riego de machaco para la preparación del terreno, de preferencia se debe realizar en las zonas marcadas para la construcción de los surcos (cada 4 m) para lograr de esta manera un ahorro de agua.
- un riego semipesado previo a la siembra (24 horas antes)
- después de la siembra un riego cada 3 días por 45 días.
- se procede luego a un riego cada 7 días por 84 días.
- un riego cada 15 días por 120 días.
- un riego cada 30 días por 116 días.
- para el segundo año se continua con un riego mensual.
- a partir del tercer año en que comienza la producción, los riegos se aplicarán al inicio de la primavera y se realizarán riegos mensuales hasta el mes de Diciembre, si no se observan caídas de frutos se podrá aplicar un riego opcional el mes de Enero.

Esta especie requiere de un período de agoste (sequía) de Abril a Agosto, para de esta manera programar una sola cosecha al año y no tener cosechas durante todo el año, lo cual va en detrimento de la propia planta.

Fertilización

La jojoba responde bien a la fertilización, por lo que es necesario aplicarla en una formulación acorde con las características naturales del suelo y el estado de crecimiento de la planta.

Esta fertilización no sólo debe ser de elementos mayores: nitrógeno, fósforo y potasio, sino también de elementos menores, para lo cual es necesario e imprescindible iniciar los trabajos con un análisis del suelo.

LABORES CULTURALES

Raleo

La jojoba presenta plantas machos y plantas hembras, cuyo porcentaje esta entre un 40 a 50% de plantas machos y solamente se requiere de un macho por cada seis o siete hembras, razón por la cual es conveniente realizar el raleo del exceso de machos, como de las hembras de baja calidad y producción.

En las condiciones de la costa central la diferenciación de los sexos se realiza recién a los 18 meses cuando se puede apreciar en las plantas machos la inflorecencia masculina que consiste en un racimo de flores amarillas (por la presencia de polen) y en las hembras su flor femenina de color verde, recién se puede saber a ciencia cierta cual es macho y cual es hembra (posiblemente en algunos casos se de hermafroditismo 1 en 10000 plantas).

El raleo se debe realizar a partir del tercer año, cuando se haya obtenido la primera producción, lo que permitirá ir seleccionando a las plantas más productivas, que presenten frutos en todas las yemas o racimos, y los machos que producen más flores y cuya apertura de las anteras coincida con la apertura del estigma de las flores femeninas, lo que asegura el éxito de la polinización. No es conveniente realizarla antes porque no hay seguridad en la calidad de las plantas que vamos a seleccionar.

Conforme avancen los años se debe continuar con el raleo ya que inicialmente se ha realizado una siembra de 5000 plantas/há y debemos llegar a tener en producción sólo 2500 plantas, de las cuales 400 a 500 deben ser plantas macho y el resto plantas hembras.

☞

Podas

La jojoba requiere de podas de formación y de producción.

Poda de Formación

La mayoría de las plantas presentan una gran cantidad de ramas que nacen desde el cuello, pero para una óptima producción se requiere dar a la planta una forma de árbol con un sólo tronco principal hasta una altura aproximada de 80 cm , la poda debe realizarse con tijeras de buena calidad que aseguren un corte uniforme y no el rasgado de la corteza.

Esta labor debe realizarse entre el segundo y el tercer año, después se realizará según los requerimientos de cada planta.

Poda de Producción

La jojoba, como la mayoría de los frutales, da su producción en las ramas jóvenes, razón por la cual es conveniente realizar la poda de producción cada año, procurando eliminar con esta labor las ramas excesivamente viejas o que salgan de la forma de árbol que queremos dar a la planta.

Esta labor debe realizarse después del período de agoste, a fines del mes de Agosto, para que se inicie la brotación de nuevas yemas durante la temporada de primavera.

Control Fitosanitario

La jojoba en su zona de origen no presenta plagas, ni enfermedades de interés económico, lo mismo ha sucedido en el país debido a que es una planta introducida *"nueva"*, como también a su resistencia natural. En las plantaciones a nivel nacional no se ha reportado ni plagas ni enfermedades aunque en forma muy puntual se puede apreciar algunos insectos merodeando en el follaje, principalmente arañitas rojas, querezas, sin ocasionar daño de interés.

CULTIVO ASOCIADO

Existe mucha controversia en relación a los cultivos asociados con la jojoba, pero analizando las características de la planta (producción económica al quinto año), como sus características de crecimiento y desarrollo y al estado crítico de nuestra agricultura y la necesidad de hacerla viable económicamente a corto plazo es necesario, enton-

ces, asociarla con otros cultivos de corto período de producción, que permitan generar ingresos para el mantenimiento de la plantación, razones por las cuales estoy a favor de la asociación de cultivos, con muy buenos resultados logrados hasta la fecha, y no desanimar a los inversionistas ni a los agricultores interesados en este "nuevo" cultivo para nuestras zonas áridas.

Los cultivos a asociarse con la jojoba deben cumplir las siguientes características: poca demanda de agua, raíz pequeña pivotante y con poca ramificaciones, de preferencia rastreras, buena resistencia a plagas y enfermedades, y buenas condiciones de mercado; entre estos cultivos tenemos las cucurbitaceas como la sandia, el melón, el zapallo y las leguminosas como los frijoles (castilla y pallares).

El algunos casos esta asociación se ha hecho utilizando el mismo surco de riego de la jojoba para la instalación de los otros cultivos aprovechando al máximo el agua, y en otros casos se ha utilizado las áreas libres entre líneas de siembra (4m) para la instalación de los cultivos.

Los cultivos asociados se puede mantener durante los tres primeros años sin ocasionar mayor competencia a la jojoba siempre y cuando se lleven en forma adecuada, con fertilización y con un adecuado control fitosanitario.

ESTIMADO DE PRODUCCIÓN E INGRESOS

Para la jojoba en base a la experiencia nacional y de acuerdo a la ecología se estima la siguiente producción:

AÑO	PRODUCCION	INGRESOS/ SEMILLA US$	INGRESOS/ ACEITE US$
3 Año	45 kg/há	90,00	197
4 Año	90 kg/há	180,00	394
5 Año	400 kg/há	800,00	1750
6 Año	800 kg/há	1600,00	3500
7 Año	1000 kg/há	2000,00	4375
8 Año	1200 kg/há	2400,00	5250
9 Año	1500 kg/há	3000,00	6562
10 Año	1800 kg/há	3600,00	7875
11 Año	2000 kg/há	4000,00	8750
12 Año	2200 kg/há	4400,00	9625

Precio de Venta de la semilla industrial: US$ 2,00 /kg
Conversión semilla aceite: 2,0 kg/lt
Precio Galón de aceite de 4 lts.: US$ 35,00

Producción de cultivos asociados para los dos primeros años:

Sandía (*) : 30 tm/ha/año (US$ 0,070 /kg) Frijol (*) : 0,3 tm/ha/cosecha tres cosechas al año (US$ 0,40/kg)	US$ 2100 360
TOTAL INGRESOS PRIMER AÑO	**US$ 2460**
Segundo y tercer año producción similar al primer año	
TOTAL DE INGRESO /Há. en tres años por cultivo asociado	**US$ 7380**

* Utilizando el mismo surco de siembra de jojoba para los cultivos asociados, si se utiliza el área libre entre líneas de siembra, la producción de los cultivos asociados se incrementará

RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar una plantación es necesario analizar los factores climáticos de la zona, si bien la costa desde el sur de Trujillo hasta Tacna cumple los requisitos para el desarrollo de la jojoba, al norte de Trujillo se han logrado producir en áreas pequeñas con resultados bastantes halagadores, es en esta zona donde debemos tener en cuenta dichos factores climáticos, así como en los valles interandinos (hasta los 2700 msnm) zona en la cual también se puede desarrollar la jojoba.
2. No acostumbramos pero es necesario hacer un ANÁLISIS DEL SUELO, tanto de sus aspectos físico-químicos como de sus aspectos sanitarios, para no encontrar problemas futuros en la plantación.
3. El reto actual para los peruanos es buscar los canales adecuados para el procesamiento y comercialización, ya que existe materia prima de buena calidad y una producción de aceite bastante restringida y que se puede incrementar si se asegura un mercado y un precio competitivo.

BIBLIOGRAFIA

Ayerza R. et al ¿Qué es la Jojoba?. Jojoba S.A. Bs. As. 1982. 114 p.

Barriga César Informes Estación Experimental Forestal de Zonas Aridas. INFORICA. 1986-1987

Keys Regina Introducción a la Pregerminación de Semillas de Jojoba. Simposium Internacional sobre Avances en el Cultivo de la Jojoba. Ica. 1986

Lora de Saint Paulet Sistemas de Riego. In II Simposium Nacional de la Jojoba. Ica. 1985. 10-20 pp.

López C., Alvarez C. El Cultivo de la Jojoba en el Perú. FOPEX. Fondo de Promoción de Exportaciones. 1984. 70 p.

NAS Jojoba. New Crop for Arid Lands, New Raw Material for Industry. National Academy of Science. 1985. 102 p.

Navas César Cultivos Promisorios para Zonas Aridas. Revista Agronoticias.

———— Descripción de las Zonas Naturales de Vida Adecuadas para el Cultivo de la Jojoba en el Perú. Simposium Internacional sobre el Cultivo de la Jojoba. Ica. 1986.

Solis Luis El Cultivo de la Jojoba. In II Simposium Nacional de la Jojoba. Ica. 1985. 21-25 pp.

———— Resultados de Investigación de Jojoba en la Costa Sur del Perú - ICA. Simposium Internacional sobre Avances en el Cultivo de la Jojoba Ica. 1986.

FOGAPI

INFORMACION QUE DEBEN PRESENTAR LOS PEQUEÑOS INDUSTRIALES

- DOCUMENTOS DE LA EMPRESA:
  - ✓ Registro Industrial o Unificado.
  - ✓ Licencia Municipal.
  - ✓ Libreta Electoral y RUC del representante legal.
  - ✓ Constitución y RUC de la Empresa (si es jurídica)
  - ✓ Balance 1993, presentado a Contribuciones.
- DECLARACION JURADA DE MAQUINARIA LEGALIZADA INCLUYENDO No. DE SERIE, MARCA, MODELO, MOTOR, NUMERO.
- LA FICHA DE EVALUACION DEBERA ESTAR DEBIDAMENTE LLENA.
- FLUJO DE CAJA PROYECTADO CONSIDERANDO 5 MESES, TIENE QUE INCLUIR LAS VENTAS ACTUALES. (ESTA EN LA FICHA).

FUNDACION PRO-ICA

La Fundación PRO-ICA presenta su más cordial bienvenida a todos los participantes al II Fórum Internacional sobre Jojoba así como a los distinguidos expositores extranjeros y nacionales, profesionales, industriales, técnicos y estudiantes así como a la respetable concurrencia cuya valiosa experiencia permitirá un intercambio saludable de tecnologías necesarias para lograr el deseado desarrollo de la Jojoba en el Perú.

Nuestro especial reconocimiento a la Asociación de Productores de Jojoba en la persona de su Presidente Sr. Eduardos Ronalds Dogny y a los pioneros agricultores cuyos esfuerzos y sacrificios deben ser coronados por el éxito comercial y empresarial a que tienen derecho.

La Fundación Pro-Ica, de reciente creación viene a llenar un vacío importante en la conducción de la Investigación Agraria en el país con objetivos claros de lograr eficiencia y seriedad en los propósitos de irradiar los resultados de investigación y validación tecnológica en el campo agrícola al mayor número posible de productores agrícolas de Ica.

Como empresa privada, sin fines de lucro, nuestra Institución aspira a desarrollar tecnologías apropiadas a la zona a través de un manejo gerencial acorde a la presencia del mayor número de productores en su seno, la transferencias de Tecnologxías que lleguen a los más necesitados, acciones de caracter social-agrario y de comunión de intereses que permitan hacer una agricultura rentable que asegure un progreso y desarrollo para Ica.

Atentamente,

Ing. Raul Vera Tudela
Presidente
Consejo Directivo

COSTO DE INSTALACION DE UNA HECTAREA DEL CULTIVO DE JOJOBA

ING. LUIS SOLÍS BARTRA

INTRODUCCION

La jojoba es una especie forestal que se desarrolla en las zonas áridas, tiene una gran importancia en el desarrollo de estos ecosistemas frágiles que existen en la Costa Peruana.

Está comprobado que esta especie forestal se adapta muy bien a las condiciones medio ambientales de la costa especialmente desde Trujillo a Tacna. Su potencial agroindustrial es amplio por la vasta gama de subproductos que genera el maravilloso aceite (cera líquida) y que bien utilizado es una seria alternativa de desarrollo para el agricultor de vastas áreas áridas y semiáridas de nuestro país. Denominado como la ballena del desierto o el oro del desierto, la jojoba tiene un futuro promisorio para lo cual se requiere conocer su costo de instalación del 1º al 4º año con el fin de poder calcular los costos que se necesita invertir en esta plantación hasta el inicio de la producción comercial. Considero de necesidad dar a conocer este estimado toda vez que para cualquier empresa que se piensa desarrollar es conveniente tener una idea fija del tamaño de la inversión, sus rendimientos y su rentabilidad.

COSTO DE PRODUCCION

La jojoba es una especie que tiene una longevidad calculada en más de cien años; como muchas especies forestales puede llegar a vivir muchos años, su ciclo vegetativo es largo, requiere de algunos años para poder afianzarse en el suelo a fin de poder subsistir a múltiples fenómenos naturales y al ataque de animales.

El costo de producción se ha considerado tomando como referencia una plantación en la Pampa de Villacurí, conducida con agua de pozo, terreno areno-limoso, largas horas de sol, vientos constantes y baja pluviosidad.

Se ha tenido en cuenta el costo de hora de agua actualizado en

Director Secretario ASPEJO

dólares con el fin de considerar datos reales que no sufran mucha variación o distorsiones por efecto de la inflación.

También se enumera las diferentes labores culturales que se realizan, calculándose los jornales a 2,5 dólares diarios y el costo de alquiler de hora máquina a $ 10,00 así como la hora de agua de pozo a $ 10,00.

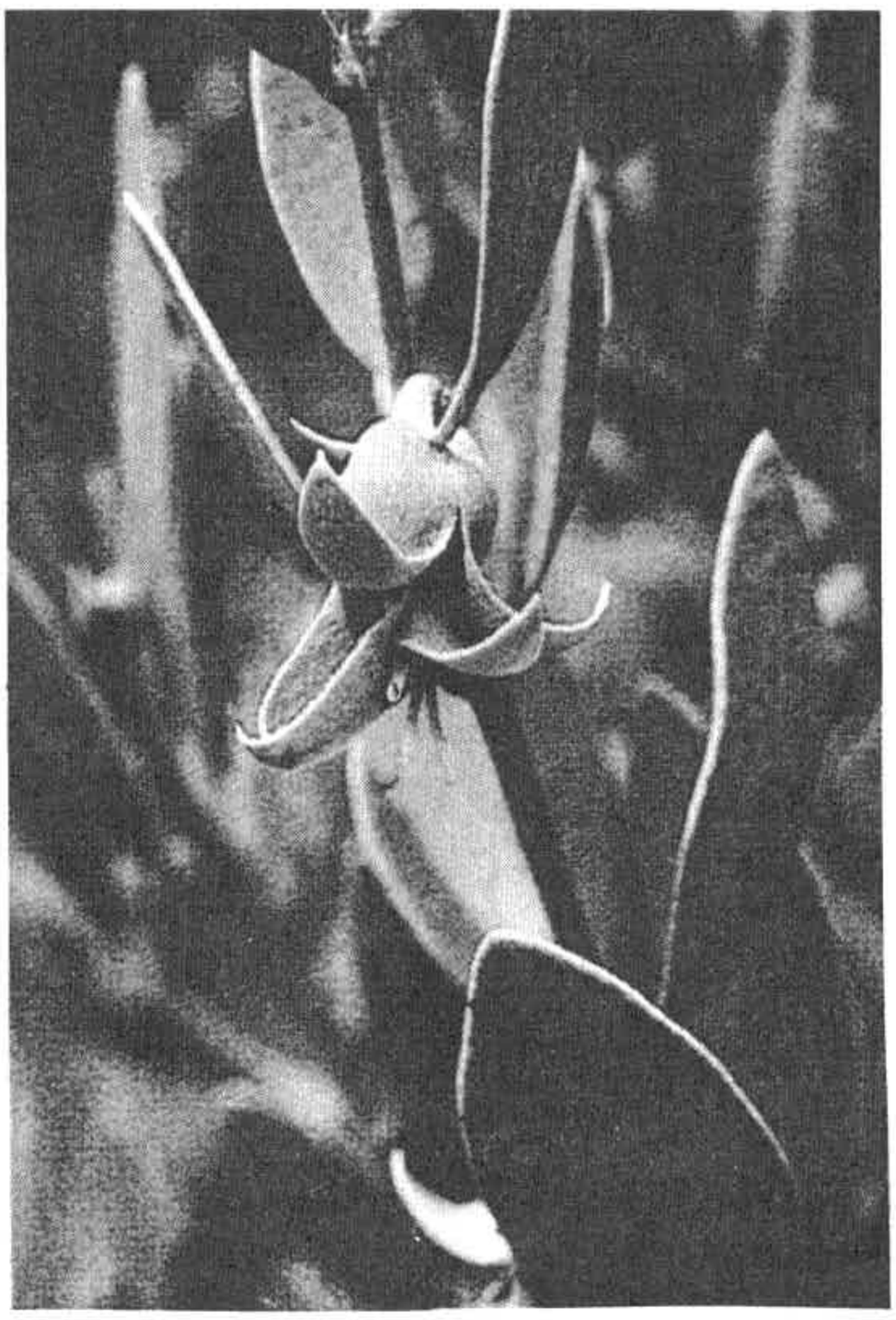
La siembra utilizada es directa en el lomo del surco a un distanciamiento de un metro entre plantas y a 4 m. entre surcos, dando un aproximado de 2 500 plantas/Há., dos semillas por golpe.

Se ha estimado un total de 6 kgs. de semilla a un promedio de 5 Kgs. de siembra y 1 Kg. para resiembra en caso de existir fallas en la siembra. Uno de los principales problemas que puede presentarse es la hierba, por tal motivo es necesario mantener limpio el terreno, el total de costo de instalación de 1º año es de $978,68.

COSTOS ESTIMADOS

El costo de instalación del primer año es de 978,68 dólares americanos, del 2º hasta el décimo año por efectos de aumento de mano de obra que se utiliza para las labores de cosecha. Los volúmenes de producción de grano aumentan a partir del 3º año sucesivamente hasta aproximadamente la cantidad de 1 800 kg/Há, obteniéndose una utilidad neta de 9 476,60 dólares, al transformarse en aceite toda la producción y venderse a 50 dólares el galón americano (precio internacional promedio). Es conveniente indicar que se va obteniendo utilidad a partir del 4º año.





COSTOS DE INSTALACION

DURANTE EL PRIMER AÑO DE CULTIVO DE LA JOJOBA EN LA PAMPA DE VILLACURI - ICA

Rubros	Unid.	Nº Unid.	Valor Unid.	Total $
A. *Costos Directos*				
I. Preparación de Suelos				
Junta de malesas	Hr.	2	10,0	20
Despaje y quema	Jor.	2	2,5	5
Aradura en seco	Hr.	3	10,0	30
Riego machaco	Jor.	2	2,5	5
Arado en húmedo	Hr.	3	10,0	30
Nivelación	Hr.	1	10,0	10
Surcado	Hr.	2	10,0	20
Tomeo	Jor	2	10,0	20
	Sub Total			*140*
II. Siembra				
Semilla	Kg.	5	25,0	125
Siembra	Jor.	10	2,5	25
Resiembra	Jor.	6	2,5	15
	Sub Total			*165*
III. Cultivos y Deshierbos				
1º Deshierbo	Jor.	2	2,5	5,0
2º Deshierbo	Jor.	2	2,5	5,0
1º Aporque	Jor.	7	2,5	17,5
2º Aporque	Jor.	3	2,5	7,5
	Sub Total			*35,5*
IV. Riegos				
24 c/u tomeo (10) y riego	Jor.	10	2,5	25
Agua de pozo	1750 m^3	20	10,0	200
Levante de acequias	Jor.	2	2,5	5
	Sub Total			*230*
V. Control Fitosanitario				
Endrin 19,2 cc.	Lt.	1	20,0	20
Metasystox	Lt.	1	22,0	22
Bayfolan	Lt.	1	7,0	7
Aplicación	Jor.	4	2,5	10
	Sub Total			*59*
VI. Otros				
Producción, instalción y mantenimiento 2 500 plantas				250,0
Leyes sociales y días feriados		22% : 90		19,8
	Sub Total			*269,8*
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				***$ 898,8***
B. *Gastos Indirectos*				
VII. Costos de Administración 10% nivel de gastos directos				*89,88*
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS				***$ 89,88***
TOTAL DE GASTOS 1º AÑO				**$ 978,68**

COSTOS ESTIMADOS DE MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DE LA JOJOBA

DEL SEGUNDO AL CUARTO AÑO

Rubros	Unid.	Nº Unid.	Valor Unid.	Total $
A. *Gastos Directos*				
Semilla	Kg.	1	25,0	25
Resiembra	Jor.	10	2,5	25
II. Cultivos y Deshierbos				
Deshierbo	Jor.	10	2,5	25
Aporque	Jor.	10	2,5	25
Descarte	Jor.	10	2,5	25
III. Riegos				
Tomeo (40)	Jor.	40	2,5	100
Riego (40)	Jor.	40	2,5	100
Agua de pozo	1750 m^3	40	10,0	400
Levante de acequias	Jor.	10	2,5	25
IV. Abonamiento (120-90-00)				
Urea	Saco	10	13	130
Nitrato de Amonio	Saco	10	14	140
Estiercol	T.M..	20	10	200
V. Control Fitosanitario				
Otros	T.M.	20	10	200
VI. Otros				
Imprevistos				200
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				*$ 1467,0*
B. *Gastos Indirectos*				
10% Costos de administrativos				146,70
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				*$ 146,70*
COSTO TOTAL (D. + I.)				*$ 1613,70*
TOTAL DE COSTOS DEL 1º AL 4º AÑO				*$ 2592,38*

ESTIMADOS DE PRODUCCION Y DE RENDIMIENTO DE UNA HECTAREA DE JOJOBA EN LA PAMPA DE VILLACURI - ICA - PERU

(en US$ dólares)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción Kg/Ha.	----	-----	100	200	500	800	1000	1000	1300	1800
Rendimiento Bruto Kg/Ha.	----	-----	661,5	1322,5	3306,85	5291,0	6613,5	7275,0	8597,5	11904,5
Costo de Producción y Mantemiento $	978,68	537,9	642,9	747,9	1062,90	1377,9	1587,9	1692,9	1902,9	2427,9
Rendimiento Neto $	978,68	537,9	186,0	574,6	2243,95	3913,1	5025,6	5582,6	6694,6	9476,6
Precio Galón Aceite	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Nº Jornales para cosecha	42	84	210	336	420	462	546	756		

ESPECIFICACIONES: 100 Kg. produce 50 Lt. de aceite
1 galón = 3,78 l = $50,0

DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

REPARTO DE MERCADO

Por: William C. Watson

Mi labor hoy, es la de informar la situación actual del mercado de la Jojoba y dar alguna idea de que esperar en el futuro. Comprende que hay gran preocupación dentro de la industria, en lo que se refiere a los precios de la Jojoba y quiera o no habrá un mercado listo a precios aceptables para la actual y futura producción.

Yo, por lo tanto, tomo mi labor muy seriamente y trataré de darle una valoración tan exacta como sea posible. Por favor, comprendan que hay una gran cantidad de factores que influenciarán en la demanda y precios de Jojoba; todos esos factores varían y muchas veces impredeciblemente. Es difícil predecir condiciones de mercado a futuro con alto grado de exactitud.

El mercado de la Jojoba creció a finales de 1980, alcanzando una demanda estimada en aproximadamente 200 000 galones de aceite (3,5 millones de libras de semillas) por 1990.

Este crecimiento de mercado tuvo lugar en 3 grandes áreas geográficas de Estados Unidos, Japón y Europa. El mayor incremento, durante este tiempo se dió en el mercado europeo.

Virtualmente todos los incrementos de demanda fueron generados por la industria de cosméticos y cuidado personal. Yo creo que muchos factores fueron responsables de su crecimiento.

Uno de ellos fue que mucha gente descubrió el valor funcional de la Jojoba. Otro fue que los precios eran relativamente estables. Otro factor fue que los usuarios ganaron confianza en la seguridad de un abastecimiento en la producción comercial incrementada sustancialmente durante este período.

Debido a una anticipada escasez de semilla a finales de 1990, los precios de ésta y del aceite se incrementaron dramáticamente. Los precios se mantuvieron altos al entrar a 1991. Además este año marcó el comienzo de una recesión económica mundial.

El mercado de Jojoba fue golpeado por la recesión y los ingresos dentro de la industria de cosméticos experimentaron una aguda baja.

ASOCIACION PERUANA DE LA JOJOBA. BILL WATSON-CORONADO NATURAL OILS 1992 REUNION ANUAL. FENIX, ARIZONA

Una de las principales compañías, por ejemplo, reportó una baja de 6% en sus ganancias después de haber tenido un crecimiento anual de 10-15% por muchos años. Esto hace un 16-21% de bajas en ventas, mientras que éstas experimentaron una bajá aún mayor.

El descenso económico, asociado con altos precios de aceite causaron una sustancial reducción del mercado a mediados y finales de 1991. Estimamos que la demanda de Jojoba bajó en un 30 a 40% desde 1990 hasta este periodo.

Como ustedes saben la recuperación económica ha sido lenta. Hay algunas indicaciones que hay mejoras de la industria de cosméticos. Las malas noticias son que la demanda no se iguala al nivel de 1990, la oferta ha excedido la demanda sustancialmente y continuará aumentando relativamente en el futuro.

Muy pronto hemos cambiado de una situación donde los productores sólo estaban preocupados por cuanto recibirían por su cosecha a una situación en la cual preocupa si la cosecha será vendida en un tiempo prudencial. Es una triste situación, especialmente cuando se considera que algunos productos sólo han obtenido una producción significativa de semillas después de muchos años de duro trabajo y una fuerte inversión.

Ahora que muchos productores han probado finalmente a ellos mismos que pueden producir Jojoba eficientemente, deben preguntarse si el mercado será capaz de producir un retorno suficiente para mantener sus operaciones. Como dice el dicho, esta es la pregunta de los 64 000 dólares.

Una vez más la pregunta es, ¿será capaz el mercado de producir el retorno suficiente para mantener las operaciones de plantación de Jojoba? Esta no solo es una pregunta crítica para los cultivadores, sino es una pregunta extremadamente importante para aquellos de nosotros que estamos en el proceso y mercado de Jojoba.

Como no puedo dar una respuesta concluyente a esta pregunta de 64000 dólares, me gustaría ofrecer mi opinión en las cosas que deben ser hechas para obtener una respuesta positiva a esta pregunta.

1. No creo que necesite presionar a este importane grupo en la importancia de ser un eficiente productor de Jojoba. Ningún mercado, no importa cuan bueno sea, soportará ninguna operación ineficiente por mucho tiempo.
2. El aceite de Jojoba es un producto muy fino. Posee una combinación de propiedades únicas que son suficientes para hacerlo un ingrediente deseado en una variedad de aplicaciones. Aunque tenemos una fuerte competencia de esteres sintéticos y otros aceites naturales con similares características, con un apropiado esfuerzo de comercialización, yo creo que un fuerte incremento en la demanda de Jojoba puede ser alcanzado.

Yo digo que los mercados pueden ser incrementados con un apropiado esfuerzo de comercialización. Podemos tener una larga división tratando de describir un adecuado esfuerzo de comercialización. Creo que los componentes de tal esfuerzo sólo pueden ser definidos exactamente, implementado por aquellos que son eruditos comercializadores y que tienen una directa y gran experiencia en el mercado de la Jojoba.

3. El mayor obstáculo a nuestro esfuerzo de comercialización ha sido las fluctuaciones de precios que han existido a través de la historia de la industria. Pienso que la industria de cosméticos puede pagar un precio que fácilmente puede apoyar a la producción. Es muy difícil prescribir el uso de aceite de Jojoba en nuevos productos si no predicen el costo del aceite durante los años siguientes.

Productores y vendedores deben darse cuenta de la estabilidad de precios y deben trabajar para mantener los precios altos en época de exceso y resistir la tentación de elevar demasiado los precios si la producción baja. Nuestra compañía ha garantizado precio máximo, por un largo periodo, para alentar a los clientes a considerar el uso de Jojoba. Sugirieron que hagan lo mismo.

4. Es irresponsable de parte de las compañías, el obtener semillas de producción nativas cuando hay un adecuado suministro de producción comercial para satisfacr la demanda.

Teniendo grandes cantidades a bajo precio, la semilla nativa que viene al mercado incrementa los riesgos de almacenaje y baja los precios. Obviamente, cada libra de semilla es un libra menos de semilla que puede ser vendida de los campos de cultivo. Las compañías que creen en la producción silvestre cuando la producción comercial está disponible, lo hacen a expensas de las plantaciones y esto no debe ser permitido.



5. Es extremadamente importante maximixar el retorno de la venta del aceite de Jojoba, particularmente en épocas de excedente, cuando no toda la semilla puede ser rápidamente vendida. Vendedoras de aceite de Jojoba deben luchar por obtener los más altos precios en el mercado. Obviamente un excedente hará que los precios bajen, aunque un hábil comerciante puede hacer mucho por mantener los precios. Un vendedor no muy hábil comprará en su precio y venderá el aceite como una mercancía estrictamente en su precio, recibiendo sólo el costo + el retorno, siendo éste basado muchas veces en el precio de semilla nativa.

Mucho del aceite de Jojoba está siendo vendido a un costo básico y no tiene que ser así. Los productores deben prestar mayor atención a como viene siendo vendido el aceite de la semilla.

6. Hay un número de compañías que intentan vender aceite contactando sólo a los cliente existentes y ofreciendo precios bajos. Estas compañías no contribuyen a la creación de nuevos mercados y sus actividades debilitan los precios. Por ejemplo, nuestro distribuidores han sido contactados y les han ofrecido precios que eran 25 a 30% debajo de los nuestros.

El número de compañías que hacen esto ha aumentado e incluye productores que han decidido entrar directamente al mercado con su producción. Cuando hacen esto, subestiman el tiempo, dinero y experiencias que se sugiere para comercializar con éxito la Jojoba. Si finalmente tienen éxito en vender su aceite, lo hacen sólo ofreciendo



el más bajo precio. Muchos productos han entrado al mercado a través de la historia de la industria y ninguno ha tenido éxito. No es prudente para los productores entrar al mercado directamente. En lugar, ellos deben cooperar con una compañía o compañías que ya están establecidas en el mercado. Hacerlo de otra manera sólo gasta recursos y al final debilita los precios.

7. Una adecuada expansión de mercado no ocurrirá si las compañías pierden todo su tiempo y recursos solamente en competir por el

mercado existente. Sugiero firmemente que el procedimiento existente reexamine sus actividades comerciales y las mejore, así estarán haciendo más para incrementar nuevas demandas.

Todos estamos ansiosos de ver que los nuevos mercados para la Jojoba sean desarrollados con éxito. Deseo sugerir algo en donde todos podemos participar. Sugiero que lancemos una campaña publicitaria para ganar la atención sobre el producto, como primordialmente entre los que fabrican cosméticos y de allí estimular el interés y uso de la jojoba.

Creo que es necesario poner el nombre de JOJOBA al frente de clientes potenciales a través de propaganda en las revistas comercializadoras de cosméticos. Ha habido muy poca propaganda en los últimos años y relativamente pocos artículos escritos acerca del producto. Necesitamos recordarle a la gente sobre la Jojoba y atraerlos a dar una mirada a ella.

OFERTA VS. DEMANDA

	1990	1991	1992
PRODUCCION	3,5	5,4	6,0
OFERTA	3,5	5,4	6,0
DEMANDA	3,5	2,4	3,0
SALDO ANTERIOR		3,0	6,0

Producción y Demanada Aumentando
Demanda Futura ?

Creo que el mensaje que necesita ser dado es que la Jojoba debe ser descubierta o redescubierta. Nosotros especialmente necesitamos tener una nueva visión hacia la Jojoba, dos cosas deben ser expuestas en el proceso de descubrimiento o redescubrimiento.

Primero, que la Jojoba posee un rango de propiedades funcionales que permite realizar los productos en una amplia variedad de aplicaciones. Creo que muchos no tienen conocimiento de los méritos técnicos del aceite de Jojoba.

Segundo, debemos informar a los usuarios potenciales del hecho que el aceite de Jojoba es obtenible. Muchos todavía piensan en la Jojoba como un aceite exótico, como que sólo puede ser considerado como un aditivo especial. Necesitamos que se piense más acerca de que es un ingrediente primordial para incrementar la demanda suficientemente.

Propongo que la asociación financie una campaña publicitaria que promueva estos puntos. La propaganda deber ser hecha profesionalmente y sea suficientemenete expuesta para ser efectiva.

En conclusión hemos hecho grandes progresos como industria, al ganar la aceptación del aceite de Jojoba en el mercado. Esa aceptación, debe ser incrementada para asegurar que retorne a la industria necesitada de un crecimiento sustancial. Es crucial tener una industria ampliamente cooperadora que mantenga y sostenga un agresivo esfuerzo de mercadeo para incrementar la demanda suficientemente. Espero que tal cooperación sea posible.

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
DE LIMA

REDESCUBRA LA JOJOBA

¿SABÍA USTED QUE EL ACEITE DE JOJOBA ES EL ACEITE COSMÉTICO MÁS FINO DEL MUNDO?

La Jojoba posee un amplio rango de propiedades sobresalientes:

- Totalmente natural y una fuente renovable.
- Humectación excepcional.
- No grasoso.
- Extremadamente suave.
- Sobresaliente estabilidad oxidativa.

¿SABÍA UD. QUE EL ACEITE DE JOJOBA ESTÁ DISPONIBLE A PRECIOS ACCESIBLES?

- Debido al gran incremento en la producción de jojoba, este aceite único está disponible a bajos precios.
- El aceite de jojoba no es más un aditivo exótico pero puede ser considerado como un ingrediente primario en una amplia variedad de aplicaciones.

DESCUBRA EL VALOR DE LA JOJOBA
THE JOJOBA ASSOCIATION
P.O. BOX 3008
TUCSON, ARIZONA 85702
TELEPHONE (602) 624-6663
TELEFAX (602) 624-6842

LA JOJOBA FISIOLOGIA Y CULTIVO

Por: Sr. Edmundo Acevedo H.

PROLOGO

Fundación Chile, en cumplimiento de su función de transferencia de tecnología al país en áreas de interés nacional, inició en 1982 un estudio del potencial técnico y económico de la Jojoba entre la I y IV Región en Chile.

Se concluyó que de un total de 40000 Ha. potencialmente aptas para el cultivo, 10000 podrían incorporarse por tener un clima adecuado con suelos y aguas suficientes y no presentar competencia con otros cultivos.

Las 30000 Ha. restantes podrían plantarse a expensas de otros cultivos. Por otra parte, el cultivo sería rentable con rendimientos conservadores (2 Ton. de grano/Ha.) y con precios del aceite sustancialmente menores a los actuales. Además, se estimó que la introducción de una tecnología exitosa para él y desarrollo de la Jojoba en los próximos 15 años tendría un impacto importante en la producción, las exportaciones y el empleo.

Con estos antecedentes Fundación Chile, en convenio con la Universidad de Chile, inició un programa para lograr la transferencia y adaptación de la tecnología existente en el exterior.

Se realizaron pruebas con agricultores para desarrollar sistemas de producción en escala comercial, entre la III a la VI Región del país, específicamente desde Copiapó a Rapel; se importó germoplasma de alta calidad proveniente de E.E.U.U., México e Israel; se establecieron normas de viverización y se llevaron a la práctica exitosamente; se realizaron plantaciones con un alto porcentaje de prendimiento (sobre 90%); se observó el comportamiento de las plantas, su crecimiento y fenología, ataques de plagas y enfermedades; se estudió la reproduccion agámica. Con toda la experiencia que se adquirió, se esbozaron algunos sistemas de producción.

Esta publicación reúne información importante en relación a la

---

ASPEJO-Asociación Peruana de la Jojoba
Auspician: Proyecto IEP/ADEX-AID, Banco Continental, Universidad de Lima.
Documento Reproducido por la Asociación Peruana de la Jojoba (ASPEJO), para el II Fórum Internacional sobre Jojoba, durante los días 4 al 6 de Setiembre de 1992.

fisiología y cultivo de esta especie. Está dirigida a técnicos del agro y agricultores, que investigan o cultivan Jojoba o que están interesados en hacerlo.

En la primera parte se encuentran antecedentes básicos de fisiología de la planta que orienta en la toma de decisiones técnicas. Las prácticas que se mencionan han sido implementadas con éxito por algunos agricultores vinculados al programa de desarrollo de la Jojoba. la parte final del documento resume los aspectos prácticos del cultivo.

M. Wayne Sandvig
Director General

INTRODUCCION

La jojoba (Simmondsla chinensis <Link> Scheneider), es un arbusto dioico, perenne, árido-activo, resistente a la sequía, nativo del desierto de Sonora. Generalmente arbustivo, puede variar en altura entre 20 cm. y 3 cm. en condiciones naturales, dependiendo del medio ambiente en que se desarrolla. Es una especie de longeva que se estima puede vivir de 100 a 200 años o más. Se distribuye naturalmente estre los paralelos 25 y 34 Norte y las longitudes 109 y 117 Oeste (Gentry, 1958; Al-Ani et al. 1972).

Alrededor del 50% del peso de las semillas de jojoba consiste en una cera líquida compuesta de una molécula de alcohol de cadena larga, junto a una molécula de ácido graso monoglicérico.

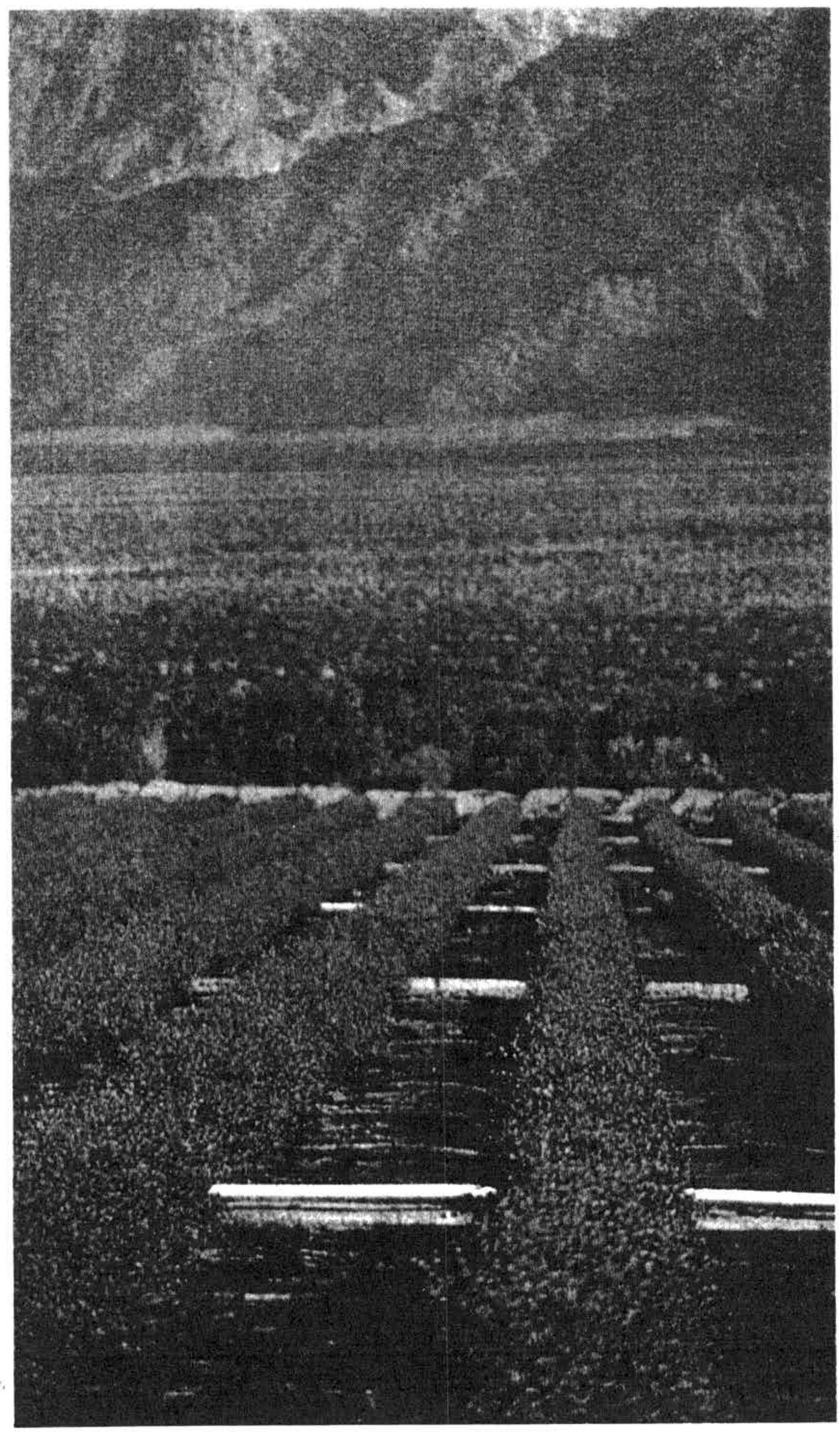
Es la única planta conocida que produzca un éster de esta naturaleza en su fruta (Sherbrooke y Haase, 1974). La cera es de alta calidad, sus propiedades son muy similares al aceite de ballena y tiene una amplia gama de aplicación industrial, desde la industria de cosméticos a la fabricación de lubricantes de alta presión. (Haase y Mc Ginnies, 1972; Broooks, 1978). Además de la explotación por su semilla, este arbusto tiene valor ornamental para zonas áridas (Hodre, 1961).

Las observaciones realizadas en relación a la respuesta de esta planta a la temperatura y precipitación la ubican en un contexto histórico como de origen de clima mediterráneo; sin embargo, tiene un amplio rango ecológico de distribución, encontrándose poblaciones naturales de México, Sur de California y Arizona, en ambientes mésicos con influencia marítima y desérticos con clima continental.

En estos hábitats tan diversos las plantas mantienen actividad metabólica a través de todo el año y son capaces de tener un balance de carbono positivo aún en condiciones de severa asequía (Al-Ani et al. 1972). Aparentemente, las bajas temperaturas limitan su distribución.

Las zonas en que una planta vive naturalmente no son necesariamente las más adeucadas para su cultivo. En el hábitat natural el criterio de éxito es de sobrevivencia, en cambio en una plantación comercial éste es de producción.

En el caso de una planta longeva como la Jojoba, con una vida superior a los 100 años, se requiere agua favorable y temperaturas benignas en el invierno sólo cada 25 ó 50 años para asegurar la producción de semilla necesaria para el establecimiento de plántulas y sobrevivencias de la especie (Begg, 1983). En el caso de producción comercial se requiere una estabilidad anual de producción de semillas. Así, el rango de habitats ecológicos de la jojoba excede a aquellos en que le permiten sobrevivir en condiciones de "stress" en los hábitats naturales no están necesariamente asociados a aquellos que se requieren para una producción agrícola alta y sostenida.



MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA

La jojoba es un arbusto de ramificación profusa con numerosos tallos que nacen de la corona de la raíz. La ramificacion de los tallos se extiende hasta la base del arbusto si no hay limitaciones a luz.

A los pocos años se forma una hemisfera de follaje desde el suelo y en la medida que la planta aumenta en altura y ancho, puede desaparecer algún follaje basal por sombreamiento (Gentry, 1958). Existe gran variación de forma entre individuos para una misma zona además de las diferencias que presentan entre las zonas en que éstos crecen (Al Ani et al., 1972). Hay una gradación en la forma, en la medida que se pasa de medio ambientes mésicos a áridos que muchas veces pueden enmascarar características genotípicas.

En medios ambientes más áridos y secos el crecimiento es menor y la muerte de la ramificación más profusa. Por otra parte, en un ambiente determinado, Gentry (1958) ha distinguido, por lo menos, cinco formas diferentes que al distribuirse al azar indican variaciones genéticas.

En plantaciones con material provenientes de semillas, la variación entre individuos es común, existiendo además diferencias de forma entre plantas de distinto sexo, siendo las plantas estimadas en general más alta y grandes y, por lo contrario, una planta femenina de alta producción puede tener una condición vegetativa pobre. En poblaciones desérticas, Wallace y Rundel (1979) encontraron arquitecturas diferentes para canopias de plantas macho y hembra.

El tamaño de los arbustos era similar, pero las plantas hembras tenían como características una canopia más abierta con un menor número de ramas secundarias que las plantas macho y por ende menor sombreamiento entre ramas.

En ramas individuales el índice de área foliar (IAF) es muy similar entre los machos y hembras con valores entre 1,4 a 1,7 m^2m^{-2}; para la canopia, sin embargo, la estructura altamente ramificada de las plantas macho produce un IAF muy superior en comparación con las plantas.

Hojas

Son de color verde claro a grisáceo el primer año, para pasar a un verde amarillento pálido el segundo año, apareciendo un color rojizo en los márgenes, en la medida que envejecen. La lámina es gruesa y coriácea y se mantiene erecta. En un corte transversal son isobilaterales con una capa doble de células de empalizada a ambos lados del mesófilo.

La cutícula es prominente en la cara adaxiada (superior) y ligeramente más delgada en la inferior (abaxial). Poseen numerosos haces vasculares de pequeño diámetro. Tanto las cavidades subestomáticas como los poros de los estomas y células de guarda son pequeños. El poro del estoma aparece hundido y bien protegido a aproximadamente la mitad del grosor de la epidermis, pudiendo tener un collar protector de cera (Al-Ani et al., 1972; Glat et al., 1981). La superficie de las hojas está cubierta con una capa censora y pubescencia (Wallace y Rundel, 1979). La cubierta cerosa aumenta y la pubescencia disminuye con la edad.

Las hojas se mantienen aparentemenete funcionales por 3 a 6 temporadas (Gentry, 1958; Wallace y Rundel, 1979); luego desarrollan una zona de absición de hojas que está altamente condicionada a la disponibilidad de agua y a la radiación incidente. Tanto el nombramiento como la sequía favorecen la absición (Gentry, 1958).

Las hojas de diferentes plantas varían en tamaño, forma, color, grosor y cantidad de pubescencia. Las hojas pequeñas están aparentemente asociadas a cansula con semillas pequeñas. Gentry (1958) y Wallace y Rundal (1979). Estudiando diferentes poblaciones naturales de Jojoba, observaron que las poblaciones de desierto exhibían dimorfismo de las hojas relacionado al sexo de las plantas.

Así, las hojas de los arbustos hembras tenían tamaños mayores, mayor peso específico y mayor capacidad de retención de agua que las hojas de las plantas machos. No se observaron estas diferencias en poblaciones costeras.

Estudios preliminares mostraron que las hojas de las plantas hembras tenían menor densidad y tricomas más largos que las de las plantas machos en las poblaciones de desierto.

La morfología de las hojas de Jojoba está bien adaptada al crecimiento de esta planta en zonas áridas. Con un arreglo vertical de hojas sésiles (pecíolo muy corto) la planta logra una reducción considerable de intercepción de radiación, particularmente al medio día, en que la radiación solar es máxima (Dunstobne y Begg, 1983).

Así, la exposición máxima de las hojas a la radiación directa se produce sólo temprano en la mañana y al atardecer, periodos en que la demanda evaporativa es menor y la eficiencia del uso del agua es alta.

Flores

La Jojoba es una planta dioica, por lo que existen individuos con flores masculinas y otros con flores femeninas, en una proporción cercana a 1:1. Existe una tendencia a una leve mayor proporción de machos con respecto a hembras en poblaciones naturales (Wallace y

Rundel, 19798; Cole, 1979) cuando las plantas están sometidas a condiciones de sequía extrema, tendencia que se invierte en condiciones mésicas.

Yermanos (1977) observó que las plantas machos florecen en mayor proporción en los primeros años de vida por lo que en el segundo y tercer año de crecimiento la relación macho:hembra es significativamente superior a uno; sin embargo, la diferencia tiende a desaparecer en la medida que pasa el tiempo y un mayor porcentaje de plantas hembras entra en floración (Yermanos, 1983).

Las flores pistiladas o femeninas de la Jojoba son de un color verde pálido y pequeñas, al igual que las masculinas carecen de pétalos y néctar. Nacen en las axilas de las hojas y normalmente una de las dos axilas del nudo florecen en la estación. Las yemas florales pueden permanecer latentes por 2 ó 3 años.

La característica general es que se produzcan flores en nudos alternos de la ramilla y en los nudos intermedios las yemas permanezcan en dormancia. Las yemas pueden florecer en la temporada siguiente si las condiciones de radiación, temperatura y humedad son adecuadas (Gentry, 1958; Dunstone y Dawson, 1983). Además de la floración en nudos alternos, ésta puede ocurrir en todos los nudos, en fascículos de 2 ó 3 cápsulas y en racimos de hasta seis cápsulas (Gentry, 1958).

Las plantas masculinas producen racimos de pequeñas flores amarillas. Los racimos nacen de las axilas de las hojas en forma similar a las flores pistiladas. Las plantas masculinas producen grandes cantidades de polen, hasta 15 gr. por planta. El polen es relativamente pesado, cayendo a unos pocos metros del punto de origen. Aún cuando las abejas y los otros insectos sacan altas cantidades de polen para su alimentación, la polinización es anemódila por el bajo nivel de atracción a los insectos que ejercen las flores femeninas (Hoga y Bemis, 1983).

Frutos

El fruto de la Jojoba es una cápsula normalmente dehiscente que contiene uno a tres óvulos pegados a la placenta en el ápice de la cápsula. El óvulo, generalmente uno, crece desde el ápice hacia la base de la cápsula. La cápsula crece más rápido que la semilla, la que prácticamente no contiene endosperma (Broks, 1978; Gentry, 1958) y consiste fundamentalmente de tejido cotiledonario no diferenciado. La cápsula alcanza su tamaño en aproximadamente tres meses; por otra parte, el tiempo que trascurre entre la fertilización del óvulo y la maduración de la semilla es de seis a siete meses. Pueden producirse cápsulas con una, dos o tres semillas, aún cuando predomina significativamente (90%) un tipo de éstas por individuo. Bajo buenas condiciones ambientales, la(s) semilla(s) llena(n) completamente la cápsula y ésta se abre.

Al madurar la semilla la testa o envoltura se obscurece, tornándose de un color rojizo claro antes que se abra la cápsula y se obscurece aún más al alcanzar plena madurez. Existe variación en tamaño, color, forma y pubescencia entre semillas de diferente procedencia.

El número de semilla por kg. varía entre 750 y 5200 para poblaciones naturales. Hay una interacción entre el peso de la semilla y el número de semillas por fruto. Estudios realizados por Dunstone y Begg (1983) en plantas de cuatro años, creciendo en condiciones controladas, bajo un régimen térmico 18/13°C día/noche, muestran que para diferentes números de semillas por fruto (1, 2 ó 3), a mayor número de semillas, mayor peso de semillas por fruto a pesar del menor peso por semilla.

Como se mencionó, la semilla de jojoba consiste fundamentalmente de tejido cotiledonario no diferenciado. Las células de los cotiledones son isodiamétricas, de aproximadamente 44 u de diámetro. Tienen dos tipos de organelas de almacenaje; cuerpos grasos y cuerpos protéicos.

Los primeros son esféricos de 1,5 u de diámetro y los segundos irregulares en forma, aunque generalmente esféricos de 7 a 15 u de diámetro. Los cuerpos protéicos reaccionan positivamente tanto a tinciones para proteínas como para lípidos (Rost y Peterson, 1978).

El embrión de la semilla está inmerso entre los cotiledones, una vaina del hipocotilo rodea la radícula formando una estructura similar a un cono hueco. El meristema apical se ubica en una leve depresión entre los cortos pecíolos de los cotiledones. Durante la germinación, los pecíolos de los cotiledones y testa de la semilla.

El hipocotilo se alarga y la raíz primaria se extiende rápidamente, alcanzando un gran desarrollo antes que se active el meristemo apical. Cuando la semilla está madura contienen aproximadamente 50% de cera líquida.

Después de la germinación hay una disminución lineal en la cantidad de cera, la que alcanza aproximadamente un 10% a los 30 días (Rost et al., 1978).

La semilla de Jojoba no contiene almidón (Verbiscal y Baningan, 1978) y además del 50% de cera líquida tiene un 15% de proteína cruda un 4-6% de azúcares reductores y no reductores, un 20% de otros carbohidratos, un 4% de fibra cruda, 4,5% de humedad, 1,5% de cenizas, un 23% de sidmondsina y alrededor de 0,7% de ferulato de sidmondsina.

Estos últimos dos compuestos son glicósidos ciánicos que han demostrado tener toxicidad en la alimentación de mamíferos con torta de Jojoba. Se ha encontrado sidmondsina además en la inflorescencia

masculina (0,2%), semillas (0,7%), hojas (0,2%) y madera (0,4%). Este tóxico ha causado problemas de alimentación en ratas a niveles de 0,15% de la dieta.

Raíces

La Jojoba es una planta de raíz pivotante, al germinar la semilla emite una raíz principal de alta penetración, la que crece en función de las caracterísiticas del suelo. Antes de la emergencia del tallo, la raíz alcanza profundidades de 30-40 cm. Las raíces, emergiendo de la semilla, crecen inicialmente una tasa superior a 2 cm. día^{-1} (Begg, 1977), la que se reproduce a la mitad después de la emergencia del tallo. La planta adulta tiene comúnmente varias raíces pivorantes que se desarrollan por bifurones repetidas bajo la corona.

La longitud de las raíces de plantas de un año cultivadas en condiciones de campo alcanzaron 2,1m de profundidad (Yermanos, 1979), lo que representó 7 veces el alto de las plantas; 3,1 m en el segundo año y 3,7 m en el tercer año para plantas que crecían en un suelo de textura franco arenosa y bajo condiciones de riego (Ortiz, 1980), habiéndose informado profundidades de 4 y 10 m (Gentry, 1958) en observaciones ocasionales de plantas naturales.

No se conoce exactamente la profundidad a que pueden llegar las raíces de Jojoba. En todo caso, el crecimiento horizontal es aparentemente restringido, excepto cuando la impedancia mecánica del suelo a alguna profundidad impide el crecimiento hacia abajo. En suelos con estratos compactos, Ortiz (1980) observó que se forman numerosas raíces fibrosas inmediatamente sobre este estrato. La ramificación (escasa) de las raíces pivotantes en suelos sin impedimento mecánico al crecimiento, se produce generalmente a profundidades de 60 cm. a 1 m. o mayores (Gentry, 1958).

Observaciones realizadas por Rost et al., (1978a) en poblaciones nativas de Jojoba de Red Valley, California, señalan que las plantas de Jojoba se propagan vegetativamente bajo el suelo a partir de tallos maduros.

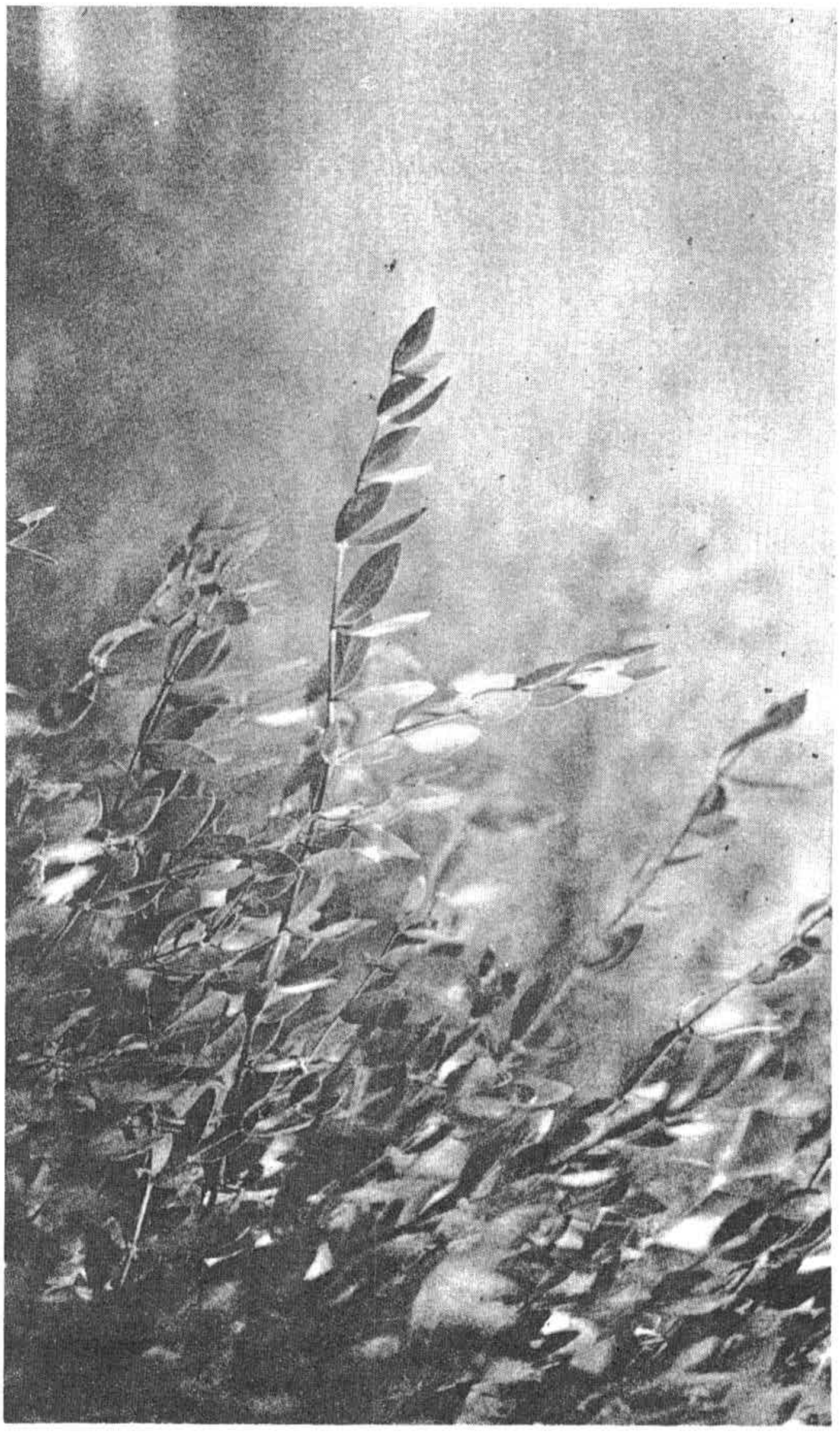
En la medida que las plantas maduran y entran en senescencia tienden a morir desde el centro hacia fuera. El resultado es la formación de un anillo clonal propagado vegetativamente a partir de un padre que puede haber muerto. Los brotes se originan de las zonas de transición en tallo y la raíz, luego se alargan, emergen y se forma un tallo al mismo tiempo que inician un sistema radicular. Subsecuentemente, dan origen a una nueva generación de tallos subterráneos. Las plantas hijos generalmente se mantienen interconectadas a través de tallos subsuperficiales o, posiblemente raíces superficiales.

Los sistemas radiculares de plántulas de semillas difieren de las de aquella regeneradas vegetativamente. Los primeros son profun-

dizadores y los segundos son más bien superficiales y aparentemente más dependientes del conjunto de la progenie.

Cuando las plantas de Jojoba se propagan por estacas, se obtiene raíces adventicias de hábito más ramificado y de menor profundización en el suelo (Gentry, 1958); sin embargo, Dunstone y Begg (1983) han observado que las estacas también producen raíces profundizadoras cuando el suelo tiene buenas condiciones de drenaje.

Por otra parte, si el suelo está húmedo y hay un nivel freático se induce ramificación lateral de las raíces inmediatamente sobre el nivel freático.



CLIMA

La Jojoba crece naturalmente en un rango amplio de altitud, desde el nivel del mar en la costa de Sonora y Baja California, a 1 524 m. al sur de Arizona. La distribución altitudinal está aparentemente asociada a temperatura. A mayor altitud se le encuentra predominantemente en topografía de pendiente con buen drenaje del aire frío,no se encuentra en las zonas bajas y frías. En latitudes menores como en Sonora y Baja California con inviernos más cálidos, aparecen nuevos suelos relativamente planos y menor altitud.

Las plantas maduras de Jojoba soportan temperaturas hasta 9,5°C y las jóvenes de hasta -4,0°C (Gentry, 1958) en poblaciones naturales. En el otro extremo, tolera de 43 a 46°C a la sombra en su hábitat. En poblaciones naturales en Twenty Nine Palms, California, la precipitación media anual en 22 años fue de 90 mm, la temperatura mínima de 6,0°C y la máxima de 46°C (Yermanos, 1974).

Por otra parte en Del Mar, California, la jojoba crece a nivel del mar con una precipitación media anual de 223 mm, una temperatura media mínima de 3,3°C y una máxima media de 35,5°C. Bajo condiciones de sequía extrema, la Jojoba puede defoliarse en forma completa por foliarse en forma completa por varios meses y reanudar el crecimiento después de una lluvia (Gentry, 1958). La Jojoba natural más productiva se encuentra en zonas de 380 a 460 mm, de precipitación.

La jojoba es más susceptible a las bajas temperaturas que lo que comúnmente se cree. En la Estación Experimental de Agricultura de la Universidad de Arizona, en Safford, murió la totalidad de las plantas de una colección de un año de edad en el invierno de 1976 a temperatura de -7,2°C una durante 3 horas en una noche y de -6,0°C durante 4 horas en otra noche de 100 procedencias de 100 localidades de Arizona, California, Israel y México (Hogan, 1979).

La misma colección resistió -2°C con daño menor y un 90% de las plantas murieron a -5,0°C. Yermanos (1978) en un estudio en cámaras de crecimiento encontró que las plantas de 6 meses de edad murieron al mantenerlas durante 12 horas a -5,5°C, pero murieron cuando el tratamiento se mantuvo por un período de tiempo mayor.

A -4°C los ápices de crecimiento y las hojas jóvenes de las plantas de 2 años se marchitaron y las hojas mayores desarrollaron una necrosis marginal, pero todas las plantas continuaron el crecimiento normal.

Para el cultivo comercial de Jojoba, el área no debiera tener una temperatura inferior a -4,0°C. Las temperaturas bajas también afectan la floración y fructificación, las flores se ven dañadas entre - 4,0°C y -5,0°C (Yermanos, 1978).

Fundación Chile (1983), basada en una extensa revision bibliográfica sugirió los siguientes requerimientos climáticos como óptimos para el cultivo comercial de la Jojoba:

a) Temperatura máxima media del mes más cálido 35°C.
b) Temperatura mínima media del mes más frío 4°C.
c) Integral Térmica base 10°C, 1 500 días - grado/año.
d) Radiación solar media anual 375 langleys/día.

FISIOLOGÍA

Fotosíntesis y Respiración

Rieth, Richarson y Storey (1981), observaron en plántulas de jojoba (3 a 9 meses) que la incorporación de C en fotosíntesis se producen mediante la enzima 1,5-rigulosa difosfato carboxilasa (48 mol $14C0_2$/ mg clorofila/h). Las plantas no mostraron fluctuación diaria de acidez titulable, características de las plantas CAM, teniendo además una muy baja actividad de la enzima PEP carboxilasa. Rawson, Begg y Woodward (1977), y Collapz (1977), observaron además que las hojas de Jojoba no tienen anatomía tipo "Krantz" tienen un alto punto de compensación para CO_2, y que la tasa de fotosíntesis se satura a un flujo cuántico de 700 uE m^{-2} s^{-1}.

Todas estas son características asociadas al metabolismo C_3 de fotosíntesis. La temperatura óptima para fotosíntesis está entre 19 y 25°C para plantas sometidas al régimen térmico día/noche entre 23/8 y 36/31°C. Sin embargo, la fotosíntesis se mantiene en un amplio rango encontrándose que la fotosíntesis neta es aún positiva a temperaturas entre 5°C y 40°C (Wardlaw et al., 1983).

Esta es una especie afiestomática con un número similar de estomas en ambas caras de la hoja (Yermanos, et al., 1987; Adams et al., 1977) y las conductancias al vapor de agua en ambas caras son también similares alcanzando valores del 0,6 cm. s^{-1} (resistencia de 1,7 s cm^{-1}) para hojas enteras de hasta 2,5 años (ambas caras consideradas en paralelo) en plantas sin restricción hidricas. Estos valores son similares a los de muchas plantas mesófitas (Adams et al., 1977; Nobel, 1974).

Durante la noche los estomas se cierran y la conductividad en este caso es del orden de 0,002 cm s^{-1} (resistencia de 500 s^{-1}). La conductividad del mesófilo al CO_2 es relativamente alta, 0,05 cm^{-1} en una cara ó 0,1 cm s-11 cm considerando ambas caras de la hoja (resistencia de 10 s cm^{-1}), lo que hace que un cierre parcial de estomas afecte más a la transpiración que a la fotosíntesis (Gaastra, 1959).

Valores muy similares de resistencia de la fase gaseosa y resis-

tencia del mesófilo al paso de CO_2 han sido informados por Collatz (1977), en plántulas de 8 meses de edad. La resistencia del mesófilo aumentó exponencialmente, en este caso, para valores de potencial del agua en la hoja de -2,5 MPa al amanecer, en comparación con una disminución aparente de la tasa de fijación de CO_2 a potenciales de -4,5 MPa de potencial del agua en la hoja medidos al mediodía por Adams et al., (1977).

Ambos trabajos son consistentes en este sentido, en particular considerando las diferentes metodologías utilizadas.

Medios salimos (solución Hoagland + NaCl y $CaCl_2$) hasta 0,9 MPa no afectaron el intercambio gaseoso en esta especie, sin embargo, en plantas deficientes de Nitrógeno tanto la conductividad al CO_2 como su tasa de fijación disminuyó significativamente (Adams et al., 1977). La deficiencia de Nitrógeno no afectó la conductividad a vapor de agua.

El rango de la tasa de fotosíntesis aparente en la Jojoba sin déficit hidrico fluctúa normalmente entre 7 y 11 mg. CO_2 dm^{-2} H^{-1} (Collatz, 1977), en poblaciones naturales se han informado grandes fluctuaciones estacionales (Al-Ani et al., 1972; Woodhouse, 1979). La respiración en la oscuridad, es por otra parte del orden de 1,5 a 2,5 mg. CO_2 dm^{-2} H^{-1} (Hogan y Bemis, 1983), la que también sufre altas fluctuaciones estacionales en poblaciones naturales.

Crecimiento

Estudios realizados en el fitotron de Camberra (Begg, 1983), señalan que la Jojoba crece y produce hierbas florales en un amplio rango de temperaturas día/noche (18/13 a 36/31°C), si existe abundancia de agua y nutrientes.

En el proceso de germinación hay un aumento drástico de una éster-hidrolasa en los cotiledones de la jojoba en forma paralela al proceso glucogénico. La hidrolasa que cataliza la descomposición de la cera tiene una actividad óptima a pH alcalino (8,5-9,0), es estable a 40°C por 30 minutos pero se ve inactivada a temperaturas más altas (Huang et al., 1978).

Uno de los aspectos más característicos de crecimiento de la jojoba en sus primeros estados es el desarrollo vigoroso de la raíz previo a la emergencia. La semilla en suelo húmedo y a 27°C germina en unos pocos días, luego, una raíz gruesa y carnosa se elonga a una tasa de 2,5 cm. por día y puede alcanzar una profundidad de 50 a 60 cm. antes que el tallo aparezca en la superficie del suelo.

De las plántulas que emergen, algunas son vigorosas y otras de lento crecimiento, lo que no es sino otra manifestación de la alta

variabilidad de germoplasma existente a la fecha, la que se extiende al hábito de crecimiento, tiempo de floracion, polinización, forma y tamaño de la semilla, madurez del fruto y salinidad (Hogan y Bemis, 1983).

La formación de las yemas florales está asociada y depende del nuevo crecimiento vegetativo. Las yemas florales de la Jojoba aparecen principalmente en primavera y verano, pudiendo permanecer en dormancia hasta la próxima primavera.

Aproximadamente 305 de las yemas se desarrollan para constituir flores y la mitad de ellas producen semillas. Una posible razón de esta baja cuaja de frutos está en una polinización incompleta por falta de sincronización entre la maduración de la flor femenina y la liberación del polen (Birnbaum y Mizrahi, 1976).

La ruptura incompleta de la dormancia de las yemas florales constituye un impedimento para alcanzar mayores rendimientos en jojoba. Las yemas florales se producen en posición terminal en el nuevo crecimiento vegetativo y luego son desplazadas a un lado por una yema vegetativa axilar que continúa el crecimiento de la ramilla (Dunstone y Begg, 1983).

Este proceso puede ocurrir en cualquier momento del año (Benzioni, Nerd y Forti, 1983). Las yemas florales pueden, sin embargo, permanecer en dormancia, por un periodo de hasta 3 años (Gentry, 1958) y los mecanismos que controlan su latencia aún no se conocen. A partir de observaciones de campo podría pensarse que la dormancia de las yemas florales se rompiese por disminución del fotoperiodo, por una disminución en la temperatura media, por un aumento de la fluctuación diaria de la temperatura, debida a una baja en la temperatura nocturna o por una mayor disponibilidad hídrica a continuación de un período seco.

Se ha observado que todos estos controles de floración pueden operar en especies perennes. En la medida que los estudios del efecto de los factores ambientales sobre la floracion de la jojoba progresan, el cuadro se torna cada vez más complejo. De los factores estudiados a la fecha, radiación, fotoperíodo, temperaturas, régimen hídrico y fertilización se ha observado que sólo el fotoperíodo no tiene efectos sobre la floración (Dunstone, 1980).

En estudios en condiciones controladas las yemas florales generalmente permanecen latentes a temperaturas de 30/25°C (día/noche) y superiores. Cuando estas plantas se someten a temperaturas bajas, las flores se abren aumentando el porcentaje de floración en la medida que la emperatura disminuye hasta valores 12/7°C en las plantas hembras y 15/10°C día/noche en las plantas machos (Dunstone, 1989).

El fotoperíodo no afecta la floración en un rango de 8 a 16 horas;

sin embargo, existe una correlación positiva entre la radiación media diaria durante la época de floración y el porcentaje de floración (Dunstone y Dawson, 1983). La floracion aumentó hasta valores de 20 Mj m^{-2} de radiación diaria.

Se ha demostrado que el régimen hídrico es un factor importante en la ruptura de la dormancia de yemas florales en Jojoba. Gentry (1958) informó que en California y Arizona el período de floración está directamente relacionado a la cantidad y oportunidad de las lluvias de invierno y primavera. Estudios experimentales confirman esta observación (Mizrahi, 1976; Benzioni et al., 1980) concluyendo que el riego en zonas áridas aumenta el crecimiento vegetativo y , por lo tanto, el rendimiento y que el regadío en invierno es crucial para romper la dormancia de las yemas si la lluvia es escasa.

En un trabajo posterior (Benzioni et al., 1983) se encontró que plantas no regadas florecían principalmente en la segunda mitad de setiembre y plantas regadas con 0,5 m^3 de agua por mes tenían un período de floración más largo de mediados de agosto hasta fines de setiembre.

Al fertilizar con NPK la floración fue más temprano produciéndose además alguna floración entre abril y julio tanto en plantas machos como hembras, es decir otoño-invierno. La floración fuera de estación aumentó a mayor dosis de fertilizante. Al bajar el riego a la mitad (menor frecuencia), la fertilización no tuvo un efecto pronunciado con respecto a la floración fuera de estación. Por otra parte, a frecuencias de riego y fertilización alta la floración fuera de estación estuvo relacionada al genotipo y algunos no respondieron al tratamiento.

Los autores concluyeron que el riego y la fertilización estimulan la floración normal de primavera, que la fertilización puede romper la dormancia de las yemas florales en otoño, respuesta que puede estar asociada al genotipo, que el efecto de la fertilización y del riego depende de la concentración del fertilizante y de la frecuencia de aplicación del agua.

De los trabajos realizados se desprende que aparentemente se requiere un período relativamente de baja temperatura (18°C por aprox. 20 días, según Dunstone, 1980) para romper la dormancia en las yemas florales y que luego todos los factores que promueven al crecimiento vegetativo promueven la floración, comportamiento en cierta forma similar a plantas mesófilas de hábito no determinado.

Los frutos de las flores tempranas crecen más lentamente que los de las flores más tardías por lo que ambos maduran aproximadamente en la misma fecha. La síntesis de cera fomenta rápidamente durante el desrrollo del óvulo y está relacionado a su crecimiento hasta que alcanza aproximadamente la mitad del peso máximo. Probablemente

este período de 40 a 60 días después de la antesis, corresponde al de mayor importancia en la síntesis de enzimas involucradas en la formación de cera y debería ser crítico en la determinación de la calidad de la semilla, por ello, en este período se requieren condiciones favorables de crecimiento, especialmente en relación al régimen hídrico (Benzioni, 1978).

Observaciones realizadas por Yermanos (1975) en relación a peso de semilla y contenido de cera en frutos obtenidos a peso de semilla y contenido de cera en frutos obtenidos a diferentes estados de madurez en poblaciones naturales de jojoba. (Aguanga, California) coinciden en señalar que el porcentaje de cera en la semilla se estabiliza cuando éstas alcanzan aprox. la mitad de su peso máximo. No sucede lo mismo con el porcentaje de proteínas de la torta, el que aumenta lenta y progresivamente hasta la madurez.

Para un buen crecimiento en condiciones naturales, la Jojoba requiere precipitaciones superiores a los 30mm al año, teniendo una mayor dominancia poblacional en zonas de 380 a 460 mm anuales. La precipitación mínima para producción de semillas es del orden de 250mm bien distribuidos entre abril y octubre (Gentry, 1958).

En un estudio de ecología fisiológica de diferentes poblaciones naturales de Jojoba, Al-Ani et al. (1972) encontraron que las actividades metabólicas estacionales de poblaciones costeras y desérticas estaban generalmente correlacionadas con las variaciones en potencial hídrico de las hojas, siendo mayores las fluctuaciones en las plantas de desierto que en las de la costa, coincidiendo con una mayor variación de potencial de las primeras.

Todas las poblaciones estudiadas mantuvieron actividad fisiológica a través de todo el año, indicando que esta especie es capaz de tener un balance positivo de carbono aún en condiciones de sequía extrema. Woodhouse (1979) observó que tanto la apertura de los estomas como la fotosíntesis eran aún medibles a valores de potencial hídrico de la hoja de -7,0 MPa y Bunce et al., (1977) señalan valores letales del potencial hídrico de las hojas del orden de -8,5 MPa. Adams et al., (1977) muestran evidencia que tanto estomas como fotosíntesis se comienza a afectar a potenciales del agua en la hoja de -3,4 a -4,0 MPa, correspondiente en sus observaciones a potenciales del agua en el suelo de -1,5 a -2,0 MPa.

Las características morfológicas y anatómicas de las raíces como de las hojas confieren a esta especie una adaptación importante a condiciones de sequía. En estudios realizados en Australia se observó que el contenido de agua de las hojas fue de 96% a -3,0 MPa, de potencial hídrico en comparación con 85% en hojas de trigo a un potencial de 2,5 MPa (Begg, 1978). Además, la anatomía foliar de Jojoba hace que a valores altos de déficit de presión de vapor (2 KPa), la tasa de transpiración sea significativmente menor que en otras es-

peciales, aproximadamente la décima parte de la de trigo, girasol y poroto soya, la mitad de Atriplex hallmus y la quinta parte de la de sorgo, en plantas creciendo en condiciones cercanas al óptimo, en invernadero bajo luz natural a 26°C en el día y 22°C en la noche (12h) (Rawson et al., 1977).

Los mismos autores determinaron que las tasas medias de fotosíntesis neta en hojas individuales no se veían afectadas dentro de un rango de déficit de presión de vapor (DPV) de 0,8 a 2,7 KPa siendo para trigo, girasol, poroto, soya y Jojoba (especies con metabolismo C_3) de 94 $\pm$1,117 $\pm$2,100 $\pm$1 y 22 $\pm$1 ng CO_2 cm^{-2} s^{-1}, respectivamente y para sorgo y atriplex hallmus (especies con metabolismo C_4) de los 105 $\pm$4 y 52 $\pm$2 ng CO_2 cm^{-2} s^{-1}, respectivamente.

A pesar de la baja tasa de fotosíntesis neta de la Jojoba, ésta usa el agua en forma eficiente en comparación con otras especies C_3, tenieno un índice de eficiencia del uso del agua para hojas individuales de 2,39 mg CO_2 g^{-1} H_2O KPa^{-1} DVP, en comparación con 3,98 de Atriplex hallmus, una planta C_4. Los valores antes mencionados bajo óptimas condiciones hídricas. Si se desarrolla un déficit hídrico, la resistencia estomática tiende a aumentar por sensibilidad a DPV, lo que hace que para plantas enteras, en particular con metabolismo C_3 y, en consecuencia, alta resistencia del mesófilo (rm) a la carboxilación (en Jojoba (rm) es aproximadamente igual a 9,4 s cm^{-1} en comparación con 2,4 s cm^{-1} en Atriplex hallmus), la eficiencia del uso del agua aumenta (Rawson et al., 1977).

Aun así, para períodos largos de tiempo se ha observado que la eficiencia del uso del agua (EUA) de especies C_3 y C_4 a nivel de planta tiende a mantenerse constante si este valor es corregido por el déficit de presión de vapor (Fisher y Turner, 1978). Esta característica otorga a este parámetro un alto valor predictivo en términos de la cantidad de agua transpirada, asociada a la producción de una determinada cantidad de biomasa o una fracción de ello (Ejem. Frutos) si se conocen los coeficientes de reparto de los productos de fotosíntesis de la especie. La idea anteriormente expuesta, puede ponerse en forma sucinta en la siguiente relación:

$$MSf = EUA \times T \times F$$

en que MSf es la materia seca destinada a la producción de frutos, EUA la materia seca producida por unidad de agua transpirada y F el coeficiente de reparto de la especie para producción de frutos.

Woodhouse (1979) ha encontrado valores de EUA del orden de 3 mg. de materia seca por gramo de agua transpirada en poblaciones naturales y para períodos de 14 meses. Por otra parte, Wallace y Rundel (1979), estudiaron la distribución relativa de recursos nutricionales y metabólicos.

☞

Para 5 parámetros estudiados: Biomasa, Calorías, Nitrógeno, Fósforo; las plantas masculinas entregaron de un 10 a 15% al tejido reproductivo. En las plantas femeninas la distribución fue altamente dependiente de la cuaja de frutos, por cuanto un gran porcentaje de los productos queda en la semilla.

Con un 100% de cuaja las plantas hembras utilizan entre un 30 y 40% de sus recursos en reproducción, en cambio con un 30% de cuaja, el coeficiente de reparto a tejido reproductivo es del orden de 20%.

La jojoba responde extraordinariamente bien al riego. En California en un área de 76 mm de precipitación invernal el crecimiento de las plantas en un cultivo de 2 años de edad aumentó significativamente al subir la tasa de riego en un sistema por goteo de 460 mm año (-1) a 600 mm año (-1) (Belsbey, 1982). Ehrler et al. (1978) utilizaron técnicas de cosecha de agua en plantas nativas en las cercanías de Phoenix, Arizona y aumentaron el suministro de agua de 154 mm a 876 mm en promedio para 4 años durante los meses de abril a diciembre.

El volumen de las plantas aumentó 43% a 237% de acuerdo a los tratamientos y los rendimientos de 27 a 208 gr. de fruto planta (-1) con un rendimiento máximo de 514 gr. planta (-1). Concluyeron que el uso-consumo para la localidad es superior a 450 mm y puede alcanzar a 900 mm/año. Ortiz (1980), observó en la costa de Hermosillo, México, que con una precipitación de 195 mm, aplicaciones de agua de riego de 570 mm distribuídos en cinco riegos aumentaban el crecimiento de las ramillas en un promedio de 15 cm.

Dado que a la fecha no existe suficiente información cuantitativa sobre uso de agua por jojoba en diferentes medio ambientes, es instructivo utilizar el concepto de EUA y coeficiente de reparto para estimar la cantidad de agua transpirada asociada a una determinada producción de semilla.

Fundación de Chile (1983) en una extensa revisión y análisis del potencial del cultivo de la jojoba, considerando una población de 2 530 plantas por hectárea de las que 2 100 son plantas hembras, estimó los siguientes rendimientos de semillas para plantaciones comerciales con buena tecnología:

AÑO	g planta (-1)	Kg. ha (-1)
3	26	55
4	47	100
5	238	500
6	429	900
7	571	1200
8	714	1500
9	857	1800
10	1000	2100
11	1095	2300
12	1190	2500

Considerando una eficiencia en el uso del agua de 3 kg de materia seca producida por m^3 de agua transpirada, un coeficiente de reparto para estructuras reproductivas de 20% y suponiendo que estos valores permanecen constantes entre los años 3 y 12 del cultivo, es posible estimar la transpiración del agua por el cultivo en el período mencionado. El cálculo se presenta en el Cuadro 1.

Cabe enfatizar que los valores estimados en el Cuadro 1 son de transpiración de las plantas, y, en consecuencia, corresponden al agua efectivamente absorbida por éstas. Obviamente estos valores deben corregirse por evaporación superficial y eficiencia de aplicación, ya sea que el agua provenga de lluvia, en que deberá considerarse la precipitación efectiva, o de riego cuya eficiencia de aplicación variará con el sistema utilizado. En todo caso, los datos del Cuadro 1 son indicativos de las necesidades de agua del cultivo y están dentro del orden de magnitud de los mencionados anteriormente. Es probable que el cálculo tenga una sobreestimación orientada en el hecho de que los rendimientos utilizados son bajos, 1,0 kg por planta al 10º año.

Además del conocimiento de la necesidad anual de agua para la producción de un determinado nivel de biomasa, es importante saber la distribución de ésta. La evidencia aportada por Adams et al. (1977) y Collatz (1977) permiten inferir que el proceso fotosintético no se verá afectado dentro del rango de variacion de la humedad aprovechable del suelo (0 a -1,5 MPa). Sin embargo, el crecimiento es mucho más sensible a un déficit hídrico de lo que es la fijación de carbono (Acevedo et al. 1971; Boyer. 1968). Como se mencionó, las nuevas yemas florales se producen terminalmente en las ramillas en crecimiento (Dunstone y Begg, 1983), por ello, el período de crecimiento de ramillas es crítico para la presencia de un número determinado de yemas florales, las que aumentan con éste.

Además, como la planta presenta un tipo de crecimiento indeterminado (producen yemas vegetativas y florales al mismo tiempo), el agua en este período podría jugar un papel importante en la inducción y diferenciación floral. Benzoni et al. (1980) han demostrado que, además de otros factores, el agua es necesaria para romper la dormancia de las yemas florales. Por último, el período de llenado de grano requiere de una activa fotosíntesis. Se distinguen así tres períodos críticos en relación al agua en jojoba: crecimiento vegetativo e inducción floral, ruptura de la dormancia de yemas florales y período de llenado de granos, cuyas fechas aproximadas son los meses de febrero-marzo, julio-agosto y noviembre para condiciones de clima mediterráneo.

☞

CUADRO 1

ESTIMACION DE LA TRANSPIRACION DE UNA PLANTACION DE JOJOBA ENTRE LOS 3 Y 12 AÑOS

La estimación considera un 20% de plantas polinizantes, una EUA de 3 y F de 20%

Agua transpirada

AÑO	m^3 ha - 1 año	mm.año-1	planta -1 año-1
3	110	11	44
4	200	20	79
5	1000	100	397
6	1800	180	714
7	2400	240	952
8	3000	300	1190
9	3600	360	1429
10	4200	420	1667
11	4600	460	1825
12	5000	500	1984

Nutrición

Los conocimientos publicados a la fecha sobre nutricion de jojoba son escasos. En una recopilación bibliográfica de 685 citas (Elías-Cesnik, 1982) sólo una dice relación directa con nutrición. La información sobre fertilización de la jojoba es mayor aunque muy poco cuantitativa. Al respecto, Hogan (1979) razona que es difícil medir respuestas de jojoba a fertilizantes bajo condiciones de campo con poblaciones de plantas obtenidas de semilla, ya que la variabilidad genética es muy grande y puede ser muy superior al efecto de los tratamientos. El mismo autor señala que estudios de respuesta de jojoba en cultivo en arena en invernadero no mostraron diferencia significativa entre seis tratamientos con diferentes dósis de nitrógeno, que fueron de 0 a 400 ppm de NH_4NO_3 durante los primeros 124 días de crecimiento. Scarlet (1978) comenta que las plantas de vivero responden a los fertilizantes con un mayor crecimiento y con un color más verde, en concordancia con lo informado por Fisher (1980). Fieldman et al. (1982) trabajaron con fertilizantes de liberacion lenta (N-P-K) en el enraizamiento de estacas y aun cuando la fertilización usada no afectó el porcentaje de enraizamiento, estimuló notablemente el nuevo crecimiento de las plantas hasta doce meses después del transplante.

En plantaciones de jojoba los autores, en general, no han encontrado respuestas a fertilización NPK (Hogan, 1979; Scarlet, 1978;

Balakrishna e Iyenar, 1979) en aplicaciones al voleo, localizadas y foliares (Fisher, 1980), aunque Belsbey (1982) afirma que el agua y el nitrógeno mejoran el crecimiento de las plantas de jojoba bajo cultivo, y Benzioni et al. (1983) encontraron que fertilizaciones de 260 unidades de N/ha, 50 unidades de P_20_5/ha y 515 unidades de K_20/ha aumentaban el crecimiento y rendimiento en híbridos de 10 años de edad cultivados en Israel en condiciones de riego. Estos últimos autores, sin embargo, enfatizan la necesidad de mantener un equilibrio entre crecimiento vegetativo y rendimiento, por cuantos rendimientos altos en un año pueden competir con el crecimiento vegetativo y afectar la producción del año siguiente.

Es lógico encontrar una gama de respuestas a fertilizantes, muchas de ellas contrapuesta si se considera de alta variabilidad genética de la jojoba, diferentes estados de crecimiento y desarrollo, y diferentes medios de enraizamiento. Así, Hogan (1979) observó que análisis foliares de plantas no fertilizadas que crecían en el campo mostraron valores relativamente altos de N y P, en comparación con plantas que crecían en invernadero con tratamientos altos de N y P.

Tal vez una mejor aproximación a las necesidades nutricionales de esta especie, sea considerar la composición de los tejidos y de acuerdo a la biomasa producida estimar la extracción, Wallace y Rundel (1979) encontraron los siguientes contenidos de N y P en poblaciones naturales de jojoba, los que por su procedencia pueden considerarse mínimos:

NUTRIENTES	PLANTAS	
	Hembra	*Macho*
Nitrógeno (% peso seco*)		
Hojas	1,34	1,41
Tallos	1,11	0,98
Tejido Reproductivo	1,46	2,33
Fósforo (% peso seco *)		
Hojas	0,23	0,25
Tallo	0,23	0,23
Tejido Reproductivo	0,32	0,38

* Con alto crecimiento se asocian valores de 3% de N y 0,3% de P en los tejidos (Hogan y Bernis, 1983).

Si se consideran las producciones de biomasa calculadas en el Cuadro 1, se pueden aproximar la extracción de N y P de la parte aérea del cultivo para diferentes edades, suponiendo un coeficiente de reparto de productos de fotosíntesis (F) y una concentración constante para las diferentes edades. Los cálculos se presentan en el Cuadro 2.

La información anterior podría utilizarse con fines de manejo si se conociese el aporte del suelo y la eficiente de los fertilizantes. En el cuadro 3 se dan valores medios y aproximados de eficiencia de ferti-

lizantes para la primera temporada. El valor residual de los fertilizantes fosforados y potásicos podría estimarse, en una primera aproximación, como porcentaje de los aplicados el primer año a través de la relacion 1/(t+1) en que t es el tiempo en años.

CUADRO 2

EXTRACCION DE N y P_2O_5 POR LA AREA DE UN CULTIVO DE JOJOBA EN DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO

(Supone 1,3% de N y 0,26% de P)

Año	Kg/Ha	
	N	P_2O_5
4	6,5	6,0
5	32,6	29,8
6	58,7	53,6
7	78,2	71,5
8	97,8	89,3
9	117,3	107,2
10	136,8	125,0
11	150,0	136,8
12	163,0	149,0

CUADRO 3

EFICIENCIAS GENERALES DE LOS FERTILIZANTES

Fertilizantes	Máxima	Media o Normal	Mínima
Nitrogenada	70 a	50 c	20 e
Fosfatado	25 b	15 d	10 f
Potasio	50	50	

a. Fuente nítrica no sujeta a lixiviación.
b. Fertilizante localizado en formas solubles granulares en suelos no fijadores.
c. Todas las fuentes, buen manejo.
d. Suelos no fijadores.
e. Nitrato sujeto a lixiviación.
f. Suelos fijadores.

Polinización

En una planta dioica, como la jojoba, la polinización es de gran importancia para la producción de semilla.

La jojoba es una planta anemófila, por lo que el viento predominante juega un papel vital en la distribución del polen como ha sido

demostrado por observaciones de Thomson (1982) tanto en poblaciones naturales de Baja California como en plantaciones comerciales. Para lograr una polinización adecuada se requiere que las plantas macho estén bien distribuídas, que florezcan al mismo tiempo y sean compatibles con las hembras que se polinizarán. El polen de jojoba puede caer rápidamente del aire a unos pocos metros, entre 1 y 5, de las plantas macho (Buchmann et al. 1982). Las plantas macho producen grandes cantidades de polen (entre 2 y 15 gr por planta). Las flores de ambos sexos son apétalas y verdes, sin nectarios, por lo que no son atractivas a los insectos.

Hay una poca información en relación a estudios experimentales de polinización por el viento en esta especie. Estos estudios son necesarios para consideraciones agronómicas como la relación hembra-macho en plantaciones, distribución y espaciamiento de las plantas polinizantes, la utilidad de aumentar la turbulencia del aire por medios mecánicos y colección y conservación del polen para su posterior uso en polinización. En este últimos aspecto Lee et al. (1980) pudieron mantener la viabilidad del polen por un período de cinco meses a -197°C utilizando nitrógeno líquido.

Buchmann et al. (1982) informaron concentraciones de polen en el aire entre 69 y 1 128 g/m³ en una población natural de jojoba en Tucson. Estos valores correspondieron al 55,7% del total del polen colectado en la parte central de una población densa de esta especie. La abundancia de polen fue siempre superior durante las horas de luz, en que la masa de aire tiene mayor turbulencia. La lluvia disminuyó notablemente la concentración de polen en el aire por un período que duró al menos 18 horas después de la lluvia. Los autores observaron además una tendencia al aumento del polen en el aire con aumento de temperatura y disminución de humedad relativa. En días cálidos y luminosos la deshiscencia de las anteras ocurrió entre las 8:00 y las 10:00 horas, la que se vió impedida en días lluviosos.

Por el momento, y hasta que no se conozca en detalle la distribución, dinámica y viabilidad del polen, se ha sugerido una proporción de 5 plantas femeninas por 1 masculina (Gentry, 1958) en un arreglo rómbico. Experiencias agronómicas recientes indican que una relación más estrecha (3:1 a 2:1) podría mejorar la polinización (Corella y Mexa, 1982: Laborin, 1982).

Se están realizando investigaciones para el desarrollo de plantas de jojoba hemarfroditas (Yermanos, 1982) que evitarían el problema de la polinización anemófila y permitirían la obtención de líneas autopolinizadas homocigotas para la producción de híbridos superiores. El principal problema parece estar en el mejoramiento de la cuaja las plantas hermafroditas y en la lentitud del proceso de producción de híbridos demoraría 30 años si se puede mejorar la fertilidad de las plantas hermafroditas.

☞

La obtención de plantas hermafroditas o bien monoicas con flores perfectas, evitaría el problema de distribución de plantas macho en plantaciones comerciales, aseguraría la disponibilidad de polen al mismo tiempo que la parte femenina de la flor está receptiva, aseguraría la polinización bajo cualquier condición de viento, proveería granos de polen fértil no sujetos a desecación durante el transporte por el viento (Yermanos 1982).

Reproducción

La Jojoba se puede propagar tanto sexual como asexualmente. La propagación por semilla es la más simple y utilizada actualmente (Thomson, 1982); sin embargo, este sistema produce plantas muy variadas no sólo en rendimiento sino que además el hábito de crecimiento, tamaño de los frutos, tiempo en el que el fruto madura y muchos otros factores (Hogan, 1979).

En semilla fresca el porcentaje de germinación es generalmente alto, del orden del 96 al 100% y la semilla almacenada por 4 ó 5 años puede tener aún un 90% (Thomson, 1982). Según Gentry, (1958) semilla almacenada por 11 años en un cobertizo abierto, tuvo un 38% de germinación. La semilla se puede sembrar en macetas utilizando cualquier mezcla que tenga buen drenaje y que sea neutra ligeramente al cálido (pH 7,0 a 8,0), sembrando las semillas de 2 a 3 cm de profundidad. La germinación es hipógea, la radícula emerge y se extiende por varios centímetros en el suelo antes de que emerja la parte aérea.

La temperatura óptima del suelo para la germinación y buen crecimiento inicial, es de 26 a 29°C; bajo 21°C la germinación es mucho más lenta. La mayor parte de la semilla muere entre 37 y 43°C.

Experiencias realizadas por Lennon (1984) muestran que la fase de inhibición de la semilla de la Jojoba tiene una duración de 48 horas y que la aparición de la radícula se produce entre 72 y 120 horas cuando se mantiene a 25°C.

Para que ésta ocurra se requiere de buena aireación, semillas sumergidas por períodos prolongados en agua, sufrieron un fuerte deterioro por descomposición. En este estudio la brotación de semillas se inició al noveno día. Sin embargo, en aproximadamente un 50% de ellas se observó una necrosis del tejido radicular causada, probablemente, por ataques fungosos.

Reproducción Vegetativa

El uso de material propagado vegetativamente se recomienda en Jojoba para asegurar plantaciones uniformes, de alto rendimiento, de

sexo conocido y propiedades de cultivo deseables (Gentry, 1958; Yermanos, 1977; Hogan, 1979). Aún cuando la injertación y el tejido de cultivo son métodos potenciales de propagación clonal, el uso de propagación por estacas aparece como el más promisorio en el futuro cercano.

La Jojoba se puede injertar temprano en la primavera, desde agosto hasta mediados de octubre. La madera del patrón debe ser de 1 ó 2 años de edad, que tenga una corteza de color pardo grisáceo y un grosor de 0,6 a 1,3 cm. Se deben sacar constantemente todos los brotes nuevos bajo el injerto despúés de dos semanas de realizada la injertación, para forzar el crecimiento del injerto. Los resultados han sido muy variables, con prendimientos entre 0 y 100%, dependiendo de la planta. La injertación debe realizarse lo más bajo posible ya que el patrón ramifica profusamente bajo el injerto. El injerto crece muy poco durante el primer año.

El patrón se debe podar permanentemente, dejando solo 1/4 de su volumen. La injertación es una forma de convertir machos en hembras de buena producción, pero se recomienda solo en pequeña escala, debido al alto trabajo que implica (Thompson, 1982).

Uno de los métodos de reproducción vegetativa que ha tenido mayor auge en los últimos años es el uso de estacas enraizadas. Los principales factores que afectan la formación de raíces adventicias de estacas de plantas leñosas son la condición fisiológica de la planta madre, su edad, el tipo de madera que selecciona para la estaca, la variación entre plantas y el tratamiento entre las estacas con reguladores de crecimiento, fungicidas y cortes.

La propagación de la Jojoba por estacas no es simple. Diferentes plantas muestran una gran diferencia en su capacidad de enraizamiento, la que además varia según su época, edad y otros factores (Reddy et al., 1982; Low y Hackett, 1981). Por otra parte, si se logra el enraizamiento, a menudo se observa un crecimiento lento por varios meses (Feldman et al., 1983). En el país se están realizando experiencias en reproducción por estacas (Fundación Chile-Universidad de Chile) con el fin de incrementar germoplasma con características superiores y estables.

El tejido de cultivos es otra técnica de reproducción clonal, cuyo desarrollo en Jojoba data del año 1973, en que se realizaron los primeros intentos de reproducción de esta especie a patir de tejido meristemáticos (Thompson, 1982). El desarrollo de plantas completas a través de esta técnica solo se logró a comienzos del 80. La técnica de cultivo de tejidos es de alto potencial que puede proporcionar cantidades ilimitadas de plantas superiores, genéticamente idénticas, para nuevas plantaciones. Involucra la multiplicación asexual del tejido inicial y la aclimatación y transferencia posterior de las plántulas así obtenidas a invernadero.

Lizárraga y Ayala (1982) informaron sobre la composición de medios de cultivo para promover la formación de raíces, hojas y tallos en Jojoba a partir de trozos de hojas, yemas axilares y terminales. Birnbaum (1982) utilizó yemas terminales de plantas adultas de probado valor (10-20 años de edad) logrando la regeneración de la planta completa a través de micropropagación de yemas terminales y su posterior sobrevivencia en condiciones de invernadero.

El desarrollo de la técnica de cultivo de tejido será necesariamente lento, restando por demostrar que las características genéticas deseadas han sido totalmente conservadas, sin existir mutaciones no deseadas.

La propagación vegetativa de jojoba puede tener tres ventajas principales sobre la reproducción por semilla. Estas ventajas derivan de la alta heterocigocidad de la planta (Hogan y Palzkill, 1983):

a) Los rendimientos son más altos y uniformes. Las plantas de semilla tienen una alta variación en la cantidad de semilla que producen cada año, la semilla de diferentes plantas varía en el contenido de cera, los rendimientos generalmente cambian de un año a otro.
b) Las plantas propagadas vegetativamente producen antes, ya que no pasan por un estado de juvenilidad, florecen y entran en producción comercial uno o dos años antes que las plantas provenientes de semillas.
c) El material clonal es uniforme en tamaño y forma, tienen uniformidad en floración y fructificación y el fruto es más uniforme en tamaño y contenido de cera, la polinizacion se puede facilitar seleccionando machos que produzcan grandes cantidades de polen en el momento óptimo para polinización. Además, el tiempo de maduración de la semilla es más uniforme, necesitándose un menor número de cosechas.

En el momento actual se puede reproducir jojoba en forma efectiva a partir de estacas. Sin embargo, se carece de selecciones que hayan sido probadas en forma adecuada para plantaciones comerciales. Encontrar las mejores plantas para diferentes ambientes es un proceso largo, pudiéndose obtener selecciones preliminares en un período de 8 a 10 años.

Hogan y Plazkill (1983) son enfáticos en señalar que es dudoso que en la actualidad alguien tenga una selección de jojoba que haya alcanzado el estado de liberación comercial. A los 4 ó 5 años de la siembra se pueden comenzar los estudios de enraizamiento de las estacas. Estas estacas constituirán bloques madres para continuar el proceso de evaluación.

Fenología

La fenología relaciona los fenómenos biológicos periódicos con el medio ambiente, particularmente el clima. Como tal, la fenología de

una especie está sujeta a variación de acuerdo a las condiciones locales. Gentry (1958) observó que en condiciones naturales la jojoba crece en respuesta a las lluvias de invierno y primavera. La diferenciación sexual en plantas de jojoba se produce entre el segundo y cuarto año. La floración de los machos es más temprana que la de las hembras (Yermanos, 1983; Forti, 1972), la que se produce entre el segundo y cuarto año. La fructificación de las plantas femeninas generalmente se produce sólo a partir del tercer año, produciendo en forma más consistente a partir del cuarto año. El rendimiento es una característica individual y cambia de planta en planta y de año en año (Yermanos, 1983; Thompson, 1982).

Junto al crecimiento y aparición de nuevos brotes se producen yemas florales en posición terminal (Dunstone y Begg, 1983); luego el crecimiento vegativo continúa, quedando las yemas florales en las axilas de las hojas. Las primeras en aparecer, en otoño o invierno, permanecen dormidas por 3 a 5 meses hasta los días más cálidos de agosto o setiembre.

La polinización es anemofila y se produce fundamentalmente en los meses de setiembre y octubre. Si la humedad del suelo es escasa, la ruptura de la dormancia es sólo parcial y las flores que han producido semillas no logran llevarlas hasta la madurez, siendo estas pequeñas, con poca cera y proteínas. No sólo la humedad afecta la floración y producción de semillas. Otros factores ambientales como radiacion, temperatura, disponibilidad de nitrógeno y otros, afectan el proceso. Forti (1972) observó en Israel, bajo clima mediterráneo, que en plantas cultivadas, regadas en diciembre y marzo, la floración se produjo a través de un período de tiempo relativamente largo, generalmente desde fines de julio a fines de octubre, con un máximo en setiembre.

Además, la mayoría de las yemas que generaron flores fueron las formadas el año anterior, permaneciendo en dormancia un porcentaje alto de las yemas formadas en las cercanías de la época de floración. Estas yemas se abren en la próxima floración, tan pronto como se producen las condiciones favorables. Simmondsía tiene la habilidad de reaccionar rápidamente a las condiciones ambientales y de florecer en diferentes periodos del año, lo que está relacionado con las características de formar yemas durante un largo periodo y en algunos individuos en forma prácticamente constante, (Forti, 1972).

El máximo de actividad vegetativa se produjo en setiembre-octubre aumentando nuevamente, aunque en menor grado, en abril. Los máximos de producción de yemas florales están asociados al nuevo crecimiento, dependiendo de éste. El comportamiento de las plantas macho y hembras es similar aún cuando la producción de frutos afecta la fenología de las plantas hembras, las que presentan un menor crecimiento.

El riego durante el verano y comienzos de otoño, parece estimu-

lar una floración y fructificación adicional en algunos individuos, los que generalmente no produjeron en la estación normal (Forti, 1972). Al respecto, Yermanos (1983a) ha demostrado que este cambio fenológico, a través de una floración tardia inducida por el agua de riego, puede ocasionar pérdidas en producción de semillas en zonas en que las temperaturas invernales son bajas y destruyen las flores.

Otra característica fenológica de esta especie es que las plantas que se obtienen de semilla, rara vez muestran características comunes, aún cuando las semillas hayan sido producidas por un mismo individuo o por las plantas que crecen en el mismo medio.

Las características sexuales y de producción son muy heterogéneas. Se pueden encontrar plantas con frutos en todos los nudos o con racimos, pero estas características rara vez se distribuyen en toda la planta. Una misma ramilla puede producir flores alternadas o en todos los nudos de diferentes épocas del año (Forti, 1972), lo que probablemente está asociado a condiciones ambientales. Los frutos no maduran en forma simultánea en la misma planta ni en los individuos diferentes; se deben realizar dos o tres cosechas entre diciembre y marzo.

Los mayores rendimientos están generalmente asociados con una maduración lenta y prolongada. La forma y color de la semilla es constante para un individuo, siendo variable entre plantas. El tamaño y peso de las semillas son también característicos de una planta, aún cuando fluctuan en la misma planta en años diferentes y están probablemente condicionados al rendimiento.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Existen numerosas indicaciones, guías y experiencias acumuladas y presentadas en diferentes Congresos Internacionales, sobre el establecimiento de siembras y plantaciones de Jojoba (De la Vega, 1977; CIANO, 1979; Ramonet et al., 1981; Thomson, 1982; Haase y Mc Guinnes, 1972; Puebla, 1982; Elías Cesnik, 1982; 1983; Gentry, 1958).

Selección de Sitio

La elección de un sitio ideal de plantación es un factor crítico para el cultivo exitoso de la Jojoba. Hay muchos factores que influyen en la elección de un sitio adecuado, los que deben ser considerados tanto individuales como en conjunto. En primer lugar deben conocerse los requerimientos del cultivo y entre éstos, Hogan (1979a) sugiere los siguientes como los más importantes:

1) Temperatura.

2) Humedad
3) Suelo y
4) Viento.

Temperatura

La temperatura puede ser el factor más crítico de la Jojoba. Aún cuando a la fecha no se conocen con exactitud los rangos de temperatura para ella, el problema principal parece estar en su respuesta a bajas temperaturas. Hogan (1979) ha observado que cuando la temperatura alcanza a 1,7°C, el crecimiento terminal se hiela y a -5,5°C, las yemas florales mueren. En la medida que las plantas crecen tienden a endurecerse con respecto al frío, pero los brotes y flores se ven siempre afectados; en los primeros estados de desarrollo, una helada puede destruir la plantación.

En este sentido, es importante elegir un sitio de plantación con una topografía que permita el drenaje de aire frío y utilizar prácticas de manejo que endurezcan las plantas como es, aparentemente, una reducción del contenido de humedad en el período verano-otoño (Yermanos, 1983a), de manera que el tejido vegetal sea lo menos suculento posible. Probablemente a futuro se seleccionen plantas que tengan mayor tolerancia a las bajas temperaturas.

Humedad

El conocimiento sobre la cantidad y distribución de la precipitación anual es esencial para considerar la necesidad de riego. En la mayoría de los casos se requiere de riego para el cultivo de la Jojoba. Se deben considerar tanto la cantidad de agua disponible como su calidad y oportunidad.

La cantidad de agua necesaria para el cultivo de la Jojoba es función de varios factores, entre otros:
a) Cantidad y distribución de la pluviometría;
b) Temperatura;
c) Humedad ambiental y viento;
d) Edad y tamaño de las plantas;
e) Densidad de la plantación;
f) Control de malezas; y
g) Sistema de riego utilizado.

Durante el período de mayor demanda debe haber suficiente agua para necesidad de las plantas maduras. En el caso de siembra directa se debe tener presente, además que la zona adyacente a la semilla debe mantenerse cercana a capacidad de campo por un período de unos 30 días para una buena germinación y establecimiento.

En cuanto a la calidad del agua, hay algunas evidencias que indican que la Jojoba tolera niveles altos de salinidad en suelos con buen drenaje. No se conoce el efecto a largo plazo que los suelos y/o aguas salinas tengan sobre el cultivo de la Jojoba. Por el momento se deben usar las técnicas de manejo de cultivos similares.

Suelos

La Jojoba prefiere suelos sueltos, de textura liviana a media con buen drenaje y penetración de agua. No prospera bien en los suelos pesados y requiere de buena aireación. La presencia de patógenos que atacan la semilla y/o la plántula es otro aspecto de consideración.

Viento

La polinización de esta especia es anemófila, por lo que la dirección de los vientos predominantes es importante en la ubicación de las plantas masculinas, de modo de asegurar una buena polinización.

Establecimiento

La Jojoba se puede establecer por siembra directa o bien por transplante. La mayor parte de la jojoba que se ha establecido a la fecha se ha hecho por siembra directa de semilla obtenida de plantas nativas. La mejor semilla es de tamaño grande y cosechada directamente de la planta en contraposición a la que ha caído al suelo. Se debe probar el porcentaje de germinación el que debe ser por lo menos de 85% (Whittaker, 1983).

Dunstone y Beg (1982) informan que en Australia se trató de establecer plantaciones desde 1977, lográndose algún éxito a partir de 1980. Los principales problemas estuvieron relacionados con cercos inadecuados para proteger las plantas, fallas en el control de malezas durante los primeros estados del establecimiento, siembras demasiado profundas o en suelo seco y plantaciones en el suelo sin romper el hardpan.

Por otra parte, Corella y Meza (1982), y Ayerza (1983) señalan la necesidad de tratamiento de las semillas con fungicidas para evitar el ataque de hongos del suelo. Además, el Mardi et al., (1982) destacan la interacción entre riego y tipo de suelo para obtener un porcentaje alto de germinación y sobrevivencia en invernadero, debiéndose distanciar los riegos a 2 días si la mezcla contiene mayor porcentaje de material fino durante la germinación y hacerlo diariamente si la mezcla es rica en material grueso.

Luego de emergidas las plantas, el riego debe distanciarse (1 vez

por semana). El exceso de humedad (presencia de agua libre) es definitivamente dañino para la germinación y posterior crecimiento de la Jojoba (Lennon, 1984).

Preparación de Suelos

La preparación de suelos en Jojoba debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El suelo debe estar húmedo (2 m a Capacidad de Campo) en el momento de la siembra o plantación.
- Se debe hacer un control de malezas para asegurar la menor competencia posible en los primeros estados.
- Romper cualquier tipo de hardpan a lo largo de las hileras de siembra o plantación para facilitar las labores mecánicas. Dependiendo del suelo, es necesario pasar un tiller sobre la hilera después del subsolado y antes de formar el camellón. El camellón debe ser unos 50 cm. de ancho y 25 cm. de altura pudiendo tener surcos a ambos lados con fines de riego, colección de agua de lluvia y de guía para maquinaria de pulverización de cultivo.

Siembra Directa

La siembra directa tiene la ventaja de ser más barata y rápida que la plantación. Consiste en depositar directamente la semilla en el campo ya sea manualmente o con máquina sembradora. En este último caso se puede usar sembradora de maíz en que en los depósitos se adapta un embudo al tubo de salida de la sembradora, en la que una persona deposita la semilla a un ritmo determinado (Corella y Meza, 1982). En Australia se están utilizando sembradoras de vacío con platos que tienen hoyos que permiten depositar tres semillas por golpe espaciadas a 1 m. sobre la hilera. Las hileras se separan a 4-5 m. entre sí.

En zonas de riego la semilla debe quedar en la parte superior (nivel del agua) del surco de riego, de manera que no se produzcan excesos ni deficiencias de agua durante el proceso de germinación. Para lograr un stand uniforme de plantas se debe sembrar un exceso de semilla y ralear las plantas posteriormente para lograr las distancias deseadas y una relación adecuada de plantas macho y hembra. Las semillas se siembran entre 15 y 25 cm. de distancia sobre la hilera.

Se deben cumplir tres requisitos básicos para realizar la siembra:

- El suelo debe estar húmedo en profundidad para que la raíz pivotante pueda crecer.
- La temperatura del suelo debe ser lo suficientemente alta como para permitir la germinación de la semilla. Dunstone y Begg (1983) sugie-

ren temperaturas de suelo a profundidad de siembra sobre 24°C por más de 5 horas por día y Whittaker (1983), temperaturas sobre 21°C.
- Debe haber suficiente humedad en la superficie para permitir la germinación de la semilla.

El porcentaje de emergencia fluctúa entre 25 y 40% (De la Vega, 1976; Dunstone y Begg, 1983a). Los requisitos mencionados pueden cumplirse en otoño y primavera, siendo esta última época la más recomendable ya que hay mayor probabilidad de que la temperatura del suelo permanezca por un período adecuado dentro del rango apropiado para la germinación (Whittaker, 1983). En condiciones de riego la siembra puede extenderse hasta el verano, aún cuando se ha observado que temperaturas excesivas pueden quemar los ápices de las plántulas en emergencia.

La profundidad de siembra es crítica por lo que para la siembra mecanizada de la Jojoba se requiere una sembradora de precisión.

Con humedad adecuada de siembra de 2,5 cm. es ideal y la emergencia disminuye y tiende a retrasarse en la medida que la profundidad de siembra aumenta (Arago et al., 1979). En consecuencia, el problema de humedad no se puede solucionar sembrando a mayor profundidad.

Se ha observado (Whitakker, 1983) que si se riega inmediatamente después de la siembra, la germinación en el campo comienza en 5 días y las plantas comienzan a emerger a los 14-21 días continuando por aproximadamente 10 semanas en siembra de primavera. A fines de verano, la emergencia comienza a los 14 días y se completa aproximadamente 1 mes.

La siembra de primavera da la oportunidad de endurecimiento de las plantas antes del primer invierno. Se ha observado que embibiendo la semilla en agua con aireación por 12-24 horas, aplicando "mist" por 3-5 días adicionales a 27°C y sembrando en estado de germinación incipiente (Dunstone y Begg, 1983) se puede aumentar el porcentaje de germinación y acortar el tiempo a emergencia. Corella y Meza (1982), recomiendan efectuar un tratamiento con fungicidas a la semilla antes de la siembra para evitar el ataque de hongos del suelo. Los productos utilizados en Hermosilio con este fin son los siguientes:

En siembra directa se deben utilizar del orden de 10 kg. de semilla por ha para lograr una buena población (2000 plantas hembra/ha).

Transplante

Una alternativa a la siembra directa es transplantar plántulas previamente cultivadas en invernadero y endurecidas. El transplante se

realiza en los camellones cuando la planta tiene de 8 a 10 hojas. Los transplantes compiten mejor con la maleza y requieren menos agua para el establecimiento que la siembra directa (Hogan et al., 1981). Aún cuando es más fácil establecer la plantación, al haber menor número de plantas por superficie, la posibilidad de eliminar plantas no deseadas se reduce por ello el alto costo inicial.

También se ha mencionado como desventaja de este método la dificultad de mecanizar la plantación (Corella y Meza, 1982) y un probable "shock" de transplante que puede prolongarse por meses por daño a la raíz principal (Gentry, 1957; Hogan, 1979).

Gran parte del problema de transplante, sin embargo, puede eliminarse con prácticas adecuadas de viveros y cuidado después de realizada la plantación, sobretodo en relación a aspectos hídricos (Thomson, 1982) y utilizando plantas de pocas semanas de edad (Hogan, 1979).

Una de las mayores desventajas de la siembra directa, como del uso de *transplantes* provenientes de semillas es la alta variación entre plantas. Las plantas propagadas por semillas varían en casi todas sus características, incluyendo sexo, forma y potencial de rendimiento (Hogan et al., 1981). Probablemente a través de mejoramiento genético se desarrollen plantas que propagadas por semillas mantengan las características deseables. Por el momento para lograr este fin debe usarse la multiplicación vegetativa. Se pueden obtener clones de Jojoba enraizando estacas o mediante cultivos de tejidos, reproduciendo así las características de la planta madre.

Con este fin se debe seleccionar material madre en que se hayan separado las características genéticas de los efectos ambientales. Las estacas se pueden obtener de plantas que están en producción y que muestren características favorables, buen rendimiento o alto contenido de cera en las semillas.

Es importante considerar la estabilidad anual del rendimiente (Yermanos, 1983). Aún no se han seleccionado clones resistentes a enfermedades.

El establecimiento de una plantación de Jojoba a partir de estacas enraizadas, es indudablemente más caro, sin embargo, se elimina el costo de remoción del exceso de plantas macho y las plantas entran antes en producción.

Aplicaciones de reguladores de crecimiento en los primeros estados después del transplante muestran que el ácido giberílico en dosis de 100 ppm. duplicó el crecimiento de plántulas de Jojoba en cinco meses. Un efecto similar se obtuvo con la citokinina N6-benzyladenina en dosis de 20 ppm y con aplicaciones de ácido absicico en dosis de 1 ppm. (El-Mansy, 1978).

Densidad de Plantación

Gentry (1958) sugirió que el espaciamiento entre plantas debería estar en concordancia con el tamaño de la especie en la primera década de plena producción, es decir, entre los 10 y 20 años. Al respecto menciona que una plantación con una tasa de crecimiento puede ocupar un espacio de 3 x 3m. en 10 años.

En cultivo en hilera recomendó un espaciamiento de 1,8 m sobre la hielra y de 3,6 a 4,3 m. entre hileras, lo que proporcionaría entre 1540 y 1290 plantas por hectárea. Sugirió además utilizar la entrehilera durante los primeros 6 a 8 años con leguminosas que aportasen nitrógeno y que se desarrollen en la temporada invierno-primavera.

Actualmente se sabe que la planta requiere agua en forma crítica en este período para su crecimiento vegetativo, ruptura de la dormancia de yemas florales y llenado de grano (Benzioni et al., 1980) y dado que es común que exista escasez de agua en las zonas en que se está promoviendo el cultivo (excepto los trópicos), la posibilidad de cultivos intercalados no será discutida aunque puede ser una opción en áreas de alta pluviometría y/o abundante agua de riego.

Bernal (1982) estudió el efecto de espaciamiento sobre la hilera con una separación de 3 m. entre hileras en plantaciones jóvenes (5 años) de Jojoba bajo riego (690 mm/año). Los tratamientos incluyen 0,80, 1,20, 1,60, 2,00 y 2,40 m. sobre la hilera evaluó la altura de las plantas, diámetro de follaje y producción de semilla. Concluyó que en los primeros años de crecimiento, la producción de semillas por unidad de superficie es mayor con las mayores densidades de plantas; el rendimiento medio por planta es mayor en la medida que disminuye la densidad de plantas; en el 4º y 5º año de crecimiento observó que las plantas de mayor densidad tuvieron una menor altura y diámetro de follaje.

Los antecedentes anteriores evidencian competencia entre plantas. Tanto Bernal (1982) como Canales (1982) proponen, basados en la evidencia obtenida, utilizar una mayor población en los estados jovenes con raleos posteriores que permiten seleccionar las mejores plantas en la medida que se establece competencia. En particular, Canales (1982) propone sembrar 32 000 semilla útiles por hectárea el 1º año dejando al 4º año 6 300 plantas femeninas, el 7º año 2 970 y al 12º año 710 en casos de siembra directa.

En California y Arizona la tendencia es cultivar la Jojoba a un espaciamiento final que fluctúa entre 3 y 7 m. entre hileras con distancias entre 1 y 1,5 m. sobre la tierra. El espaciamiento inicial sobre la hilera es generalmente menor para permitir la remoción del exceso de machos y hembras menos productivas. Con fines de polinización la práctica usual es dejar una planta macho por cada cinco hembras en un arreglo romboidal (Hogamn, 1979).

En siembras directas los agricultores generalmente ponen semillas a 15-30 cm. sobre la hilera con separación de 3,6 a 4,8 m. entre hileras. Se forma así un seto continuo sobre la hilera con plantas separadas entre 0,9 y 1,2 m. después de sobrepasados los problemas de germinación y las necesidades de raleo (Whittaker, 1983; Ayarza, 1983).

Control de Malezas

En el cultivo de Jojoba el control de malezas es de gran importancia. Es de especial preocupación y constituye uno de los problemas principales (Lucas, 1983) durante los primeros años de crecimiento del cultivo hasta que las plantas comiencen a competir favorablemente en relación a radiación, agua, nutrimientos y otros factores de crecimiento. Aunque a la fecha el control de malezas ha sido fundamentalmente mecánico y manual, existen herbicidas en etapa experimental. En Arizona se ha autorizado el uso de zimazina como herbicida premergente (Lucas, 1983), sin embargo, el control de malezas por medios químicos es aún incipiente, realizándose generalmente por medios mecánicos.

Enfermedades y Plagas

La Jojoba, al igual que otras plantas, no está exenta del ataque de animales, insectos y patógenos que pueden causarle diferentes niveles de daño. Los ataques se presentan tanto en condiciones naturales como en el cultivo de esta especie (Gentry, 1958; Thomson, 1982) y se ven acentuados por la condición árido-activa del arbusto.

Constituye una fuente importante de ramoneo para ganado mayor y menor, además de conejos y liebres los que también comen las frutas en la medida que maduran y caen. Los ratones y animales similares suben al arbusto y cosechan las cápsulas inmaduras (Thomson, 1982). Los topos pueden cortar raíces, arrancar plantas jóvenes y comerles las hojas en sus cuevas. Las iguanas también pueden alimentarse de plantas nuevas de Jojoba. Así las plantaciones de Jojoba deben protegerse al máximo de las depredaciones de animales, cercándolas y poniendo mallas en el cerco de por lo menos 80 cm. de altura.

Insectos

Pinto y Frommer (1980) identificaron 106 especies de insectos y arañitas en Jojoba naturales adultas de cuatro sitios del estado de California, de las que un 47% eran fitófagas, un 27% parásitas, 17% predatoras y otras 9%. De las especies fitófagas, colectadas son tal vez específicas para la jojoba Dlapis sidmondslae, Puto sidmondslae,

Trichinorhipis Knull, Periploca n. sp., Asphondylla n. sp. y Pseudomethjia arida. Cuatro de las especies fitófagas de acuerdo a Pinto y Frommer (1980) presentaron gran abundancia y potencial como plagas y son Asphondylla sp. (Cecidomyiidae), Epinotla kasloana (Olethereutidae), una nueva especie de Periploca (Walshiidae) y una termina, Incistermes fructicavus (Kalotermitidae).

La larva de Asphondylla se ubica en el fruto, un solo fruto puede ser infestado por una a tres larvas. Los frutos infestados quedan pequeños, de 7 mm. o menos de longitud y no se desarrollan completamente secándose y cayendo. La presencia de la larva se detecta por una leve hinchazón de la pared adyacente al fruto. El estado de pupa ocurre en el fruto y eventualmente el adulto escapa dejando la pupa adherida. La mayor infestacióñ de los frutos se produce en invierno y temprano en primavera.

La larva de Epinotia kasloana ataca durante la primavera alimentándose de los frutos y preferentemente de las flores de las plantas machos. La infestación de plantas hembras es aparentemente superior cuando están ubicadas al lado de una planta macho. La larva madura de E. kasloanan cae al suelo, profundiza varios cm. y forma un hibernáculo con suelo cementado, donde pasa todo el verano. La pupación ocurre en abril y los adultos emergen y están aparentemente activos en mayo-junio. Las especies del género Ceanothus sirven como hospedaderas alternativas.

La nueva especie de periploca es un minador de la hoja de la Jojoba que se encuentra en diferentes partes del desierto de Sonora. La larva ataca entre 1/4 y 2/3 de ambos lados de la hoja; en la forma de mirador se presenta en diciembre-enero. El estado de pupa se produce probablemente en o sobre el suelo. Aparentemente los adultos están activos a fines de primavera.

La termita Incisitemes fructivacus infecta entre un 20 y 30% de las Jojobas naturales en California. Las Colonias generalmente se ubican en la base de las plantas, justo sobre el suelo y producen túneles hacia arriba en las ramas hasta diferentes alturas. Se produce un túnel ancho por rama viva. El potencial de daño no se conoce. Otra plaga observada por Pinto y Frommer (1980) corresponde a diferentes especies de thrips. Por otra parte estos autores enfatizan una alta variación en la predominancia o incluso presencia de las especies detectadas en diferentes sitios.

Considerando que el cultivo de la Jojoba está comenzando, el potencial de daño económico por insectos a plantaciones es conocido. Las plantas jóvenes parecen tener problemas de plagas importantes. Algunos agricultores han señalado daño substancial de hormigas, larvas de lepidípteros, langostas y otros en plantas jóvenes; pero hay poca información específica. Johonson (1978) informó ataques de áfidos (Aphis Craccivora), un enrollador de la hoja (Plantynota

stultana) y langostas como plaga de plantas jóvenes en algunas plantaciones de California. El hehco que muchas de las especies fitófagas encontradas en Jojoba sean polífagas, sugiere que las plantas de otros cultivos puedan tener a la Jojoba como hospedadero.

En Australia se han informado ataques de áfidos, escarabajos e insectos masticadores de la hoja, aunque el daño en las plantaciones no ha sido serio. Dunstone y Begg (1983) señalan a Hellothis punctigua, que destruye selectivamente las yemas florales, puede llegar a ser una plaga seria, a menos que pueda manipularse el momento de floración para evitar el problema.

Enfermedades

Aunque inicialmente se pensó que la Jojoba presentaba muy pocos problemas de enfermedades, observaciones más recientes señalan que numerosos patógenos pueden dañar seriamente a esta planta en condiciones determinadas. Stanghellini (1977) aisló Phytophthora parasitica, Pythlum aphanidermatum, Rhizoctonia solani y Fusarlum sp. de raíces afectadas de plántulas de Jojoba que crecían en invernadero en suelo no esterilizado. Plantas sanas que se inocularon con cultivos de P. parasitica expresaron síntomas similares a las observadas en invernadero en un lapso de 2 a 4 semanas.

Phymatotrichum omnivorum, un hongo endémico de varios estados sudoccidentales de Estados Unidos de Norteamérica y que es común también en México, particularmente la parte Norte de Baja California y los Estados de Sonora y Sinaloa, ataca las raíces de Jojoba como asimismo de un alto rango de especies dicotiledóneas. El hongo persiste en el suelo hasta profundidades de 4 m. Al inocularlo a raíces de Jojoba se observaron las hifas típicas en las raíces y los síntomas en las hojas variaron de una coloración amarillo grisácea a una colorosis generalizada y una eventual necrosis que apareció primero en las puntas de las hojas y en los márgenes de éstas cercanos a la punta. El tallo murió en forma basipétala (Alcorn y Young, 1978).

Verticillium dahiliae, un hongo cosmopolitano, tanto de suelos cultivados como no cultivados, infecta también a Jojoba. Plantas inoculadas con conidias del hongo en el hipocotilo mostraron síntomas en el curso de una semana y otras demoraron 8 meses en presentarlos. Los síntomas variaron de un verde-grisáceo en las hojas a una decoloración completa de la hoja, defoliación parcial o completa y ocasionalmente muerte de la planta. La descoloración vascular que es un síntoma común de infección por verticilium no se presentó en forma consistente en plantas de Jojoba (Alcorn y Young, 1978).

Las hojas y tallos de Jojoba se ven atacados fuertemente por hongos del género Alternaria que aparentemente pueden ser muy dañinos en la reproducción de estacas, produciendo defoliación. Otro

hongo, Conlothyrlum sp. produce manchas circulares de 1-2 cm. de diámetro de un color claro con un punto negro ligeramente levantado al centro de la mancha.

Inoculación con los picnidios del hongo reproduce los síntomas. Strumella simmondslae también ataca la parte aérea de esta especie (Bonar, 1942), la sintomatología, es similar a la causada por Conlothyrlum con manchas más grandes, pero este hongo no produce picnidios sino esporas de un color pardo a partir de las hifas.

En la producción de plántulas en vivero es necesario fumigar la substracto con el fin de evitar el ataque de patógenos del suelo tanto a la semilla como a las plántulas (complejo de hongos de la caída).

RIEGO

En condiciones de baja pluviometría se debe recurrir al riego para el cultivo de esta especie. Hay tres aspectos que deben considerarse en cualquier operación de regadío y a los que no escapa el cultivo de la Jojoba: disponibilidad de agua, método de riego, frecuencia de aplicación de agua.

Debido al corto tiempo de este cultivo en producción comercial, los métodos y prácticas de riego aún no han sido bien establecidos. la información técnica disponible es muy limitada (Halderman, 1983).

El Cuadro 4, muestra antecedentes básicos, como son la precipitación y la evapotranspiración de referencia, para la determinación de la necesidad de regadío en tres sectores del país. Se incluye además una columna de precipitación efectiva calculada de acuerdo al método del servicio de conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (Dastane, 1974). Es razonable suponer que la demanda máxima de agua de un cultivo de Jojoba ocurra de noviembre a enero cuando ET° es alto y las semillas de jojoba estarían completando su desarrollo y maduración.

Un valor promedio de ET° para el cultivo de este período sería de 4 mm/día para los sectores considerados en el Cuadro 4. Suponiendo un coeficiente de cultivos de 0,60 (equivalente al de un huerto de cítricos con 50% de cubierta), la evapotranspiración del cultivo sería en el máximo del orden de 2,4 mm.día. El agua se puede manejar de modo de entrar al período de máximo consumo con el suelo a Capacidad de Campo, lo que hace que se reduzca la necesidad de agua en este período.

Suponiendo una capacidad de retención de humedad aprovechable de 100 mm, y una profundidad de raíces de 2 m, el suelo podría suministrar aproximadamente 1 mm.día si se regase el 50% de la superficie. Así, la necesidad de agua en el período de máxima demanda bajaría a 1,4 mm/día. Para llevar este valor a caudal de

agua es necesario considerar la eficiencia de riego y el número de horas que se riega al día.

Lo más probable es que la Jojoba se riegue por surcos con una eficiencia alcanzable de 60% lo que representa un caudal de 0,3 litros por segundo (lps) por hectárea para 24 horas de riego ó 0,6 lps para 12 horas de disponibilidad de agua de regadío. La precipitación efectiva se supone despreciable para este período. Las necesidades de agua en otros períodos del año se pueden calcular siguiendo un razonamiento similar presentado y descontando la precipitación efectiva cuando ello sea pertinente.

CUADRO 4

PRECIPITACION Y EVAPORATRANSPIRACION DE REFERENCIA (ETo) PARA TRES SECTORES DE LA IV REGION DE CHILE SEGUN CALDENTEY Y PIZARRO (1980)

MES	pp mm	Tall ppe1 mm	ETo mm	pp mm	Los V ppe mm	ETo mm	pp mm	Puni ppe mm	ETo mm
E	0,1	0,1	104,6	0,4	0,4	125,8	0,1	0,1	156,3
F	0,8	0,8	93,2	1,0	1,0	106,4	1,2	1,2	139,7
M	1,3	1,3	73,1	1,4	1,4	79,6	0,9	0,9	115,8
A	2,6	2,6	53,8	9,9	9,9	60,6	2,9	2,9	91,0
M	23,9	16,0	43,2	42,9	26,0	45,5	27,0	16,5	65,5
J	34,3	20,0	39,0	56,1	30,0	40,6	40,0	24,5	54,6
J	23,1	16,0	37,9	41,7	23,0	41,3	27,2	18,0	54,6
A	17,6	12,0	46,4	27,9	16,0	49,6	20,4	17,0	70,7
S	4,8	4,8	58,6	10,5	10,5	64,2	5,7	5,7	89,6
O	3,4	3,4	71,9	6,9	6,9	78,6	4,1	4,1	111,2
N	0,7	0,7	90,1	1,6	1,6	105,7	1,0	1,0	143,0
D	0,4	0,4	110,0	0,8	0,8	114,8	0,4	0,4	152,6
	113,0	78,1	821,8	201,1	127,5	912,7	130,9		1244,6

1 ppe = precipitación efectiva

Los métodos de riego se pueden clasificar en tres grandes categorías: superficiales, aspersión y goteo. De acuerdo a los estudios de factibilidad económica del cultivo en Chile (Fundación Chile, 1983), debe preferirse un sistema de riego superficial, siendo el que mejor se adapta a este, el cultivo por surcos ya sea rectos o en contornos. Cabe señalar que este último tiene la ventaja de captar el escurrimiento superficial de las lluvias invernales aumentando así la precipitación efectiva. En relación a riegos localizados, de mayor eficiencia de aplicación de agua, cabría considerar tubería de doble pared.

La frecuencia de riego variará de acuerdo al estado de la plan-

tación, establecimiento, desarrollo de las plantas y producción. Durante el establecimiento se sugieren riegos semanales para favorecer la germinación o el establecimiento de las plántulas. Durante el desarrollo y producción de las plantas se debe aplicar riegos profundos, en particular en los períodos críticos, después de cosecha, salida de invierno (floración) y llenado de granos (noviembre), cuidando que la humedad del suelo se mantenga dentro del rango de humedad aprovechable y tenga en consideración la fisiología del agua en la planta (ver capítulo correspondiente).

Calidad de Aguas y Salinidad

Uno de los primeros estudios sobre el efecto del nivel de salinidad en el desarrollo de la Jojoba fue realizado por Yermanos et al., (1967). Los autores salinizaron el suelo con partes iguales de NaCl y $CaCl_2$ a cuatro niveles de conductividad eléctrica del extracto a suturación del suelo (CEe): 3,0; 6,6; 9,3 y 13,6 mmhos/cm a 25°C y observaron los cambios anatómicos y morfológicos que se producían en las plantas. En el primer año no hubo diferencias, pero el segundo año las plantas tratadas se diferenciaron por tener tallos más delgados y hojas más gruesas.

El contenido de humedad fue más alto a mayor salinidad del suelo, variando de 57,6% a 71,8% entrer 3,0 y 13,6 mmhos/cm, lo que estuvo asociado a una concentración de Cl^-, 24 veces mayor y de Na^+, 45 veces mayor en las hojas, respectivamente. Sólo el tratamiento de mayor salinidad redujo el número de flores tanto masculinas como femeninas en forma significativa. Además se observó una disminución en el diámetro de los vasos de xilema, una disminución de 25 a 30% en el número de estomas por unidad de superficie tanto en la dermis superior como la inferior y espacios intercelulares más pequeños en las plantas tratadas.

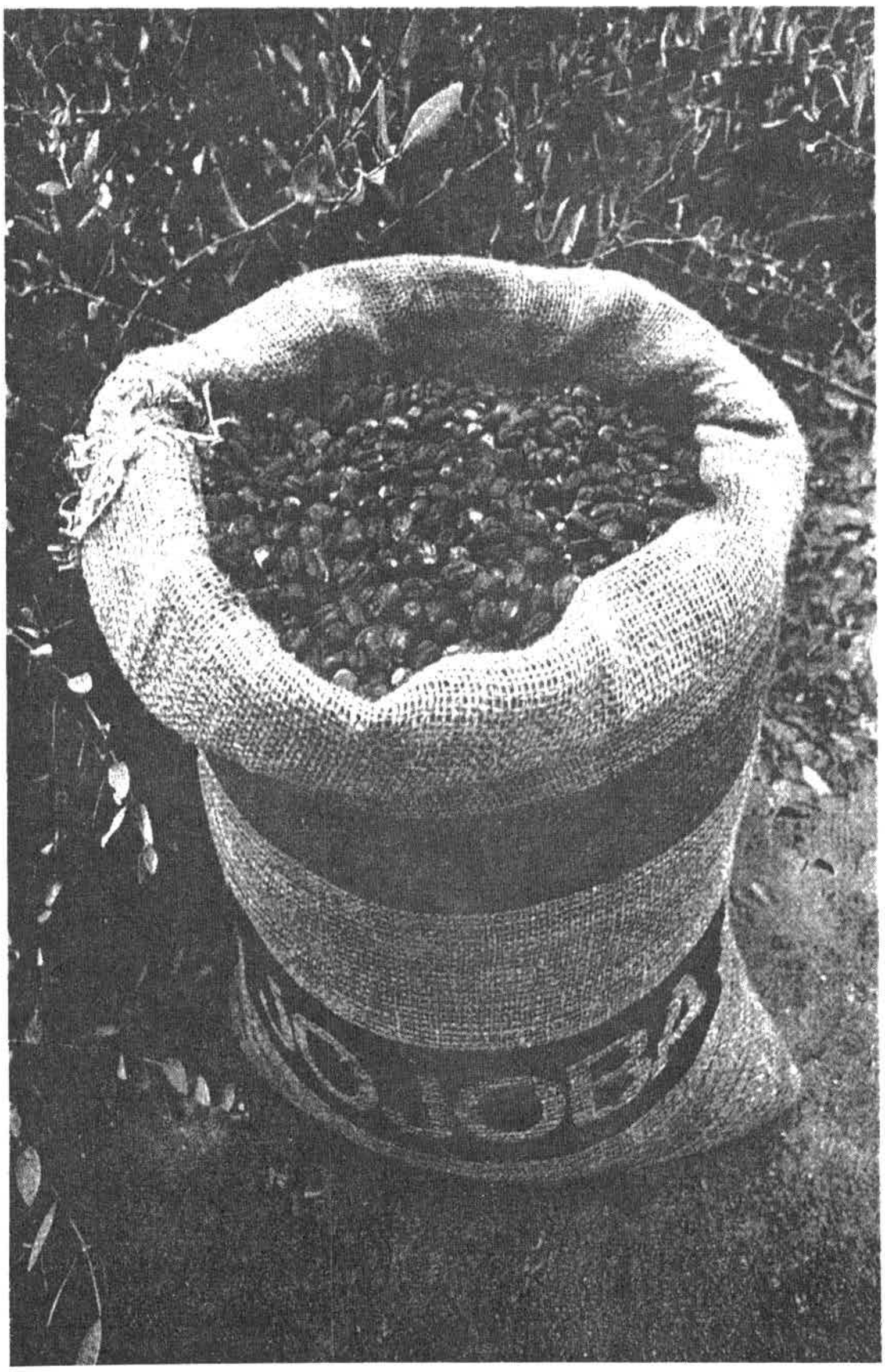
Por el contrario, Adams et al., (1977) no observaron una disminución en la conductividad al vapor de agua, tasa de fijación de CO_2 y conductividad del sesófilo a CO_2 cuando sometieron plantas de 2,5 años de edad a salinidad crecientes (NaCl + $CaCl_2$) hasta -0,9 MPa de potencial de solutos en el medio de enraizamiento, equivalente a una CEe de aproximadamente 25 mmhos/cm. Tal et al., (1979) sometieron plántulas de Jojoba que crecían en solución Hoagland a concentraciones crecientes de NaCl (100 a 600 mmolar) equivalente aproximadamente a conductividades eléctricas de 10 a 60 mmhos/cm^{-1} y potenciales de soluto del medio de -0,36 a -1,96 MPa.

En un período de dos meses el crecimiento no se vio afectado hasta al menos 200 mmolar NaCl en el medio (-0,72 MPa), tampoco se vió afectado el balance hídrico de las plantas a juzgar por la remantención del contenido relativo de agua de las hojas. Con los

tratamiento se produjo una alta acumulació de Na^+, Cl^- y prolin a nivel de las hojas y una disminución de K^+, los que volvieron a sus niveles normales cuando las plántulas fueron transferidas a soluciones sin NaCl.

Plantas cultivadas en el Mar Muerto por Forti y Levi (1977) creciendo en suelo salino, regadas con aguas con 57 met 1-1 de Cl^- (2000 ppm Cl^-) y bajo condiciones de clima seco y caluroso tenían un buen desarrollo y algunas producirían frutos al segundo año de plantadas.

Se concluye que además de la alta resistencia a la sequía de esta especie, su tolerancia a la salinidad es aparentemente alta. Para apoyar completamente esta aseveración se requieren estudios de mayor duración en el tiempo.



Rendimientos

Se ha enfatizado la alta variabilidad en los rendimiento de las plantas provenientes de semilla, tanto a nivel experimental como en plantaciones comerciales (Yermanos, 1983a; Hogan y Bemis, 1983). Aún en individuos de un mismo clon, propagado por estacas, 25 plantas produjeron 759 g. en promedio a los 3,5 años con una variación de 307 g. a 1238 g. Algunas plantas tienen la tendencia a manifestar añerismo anual y otras bienal (Hogan y Bermis, 1983; Durazo, 1983) aunque el promedio de producción de éstas puede ser igual o superior al de las plantas que no lo manifiestan.

En Meza, Arizona se plantó una colección de plantas provenientes de semillas de diferentes localizaciones (Arizona, California, Baja California e Israel) obteniéndose a los 6 años un promedio de 691 g. de semilla en 264 plantas con un máximo de semilla de 2 070 g/planta. Los rendimientos promedio en Meza para plantas provenientes de semilla de 4 años de edad fueron de 207 g/planta en comparacion con 367 g/planta a los 3,5 años en Bakersfield (California) de plantas obtenidas de estacas de madera con rendimiento superior (Palzkill y Hogan, 1983).

Las cifras anteriores son indicadores de las variaciones en rendimiento que se deben esperar en este cultivo. En la medida que el proceso de selección continue, se obtengan clones de buen potencial y se propaguen vegetativamente, los rendimientos tenderán a estabilizarse.

Usos

Los usos de la cera de la Jojoba son múltiples (Miwa, 1980; Hogan y Bemis, 1983), con potencial en las áreas de cosmética, lubricación, ceras para pulir y fabricación de productos farmacéuticos. Se ha sugerido como sustituto del aceite de ballena. La sensación no aceitosa que deja en la piel asociada a una carencia de toxicidad han hecho que la cera sea muy cotizada en cosmética, en preparaciones de aceites para cuerpo y manos, champúes y otros productos para la piel. La limitada producción actual ha restringido su uso industrial como lubricante, pudiendo utilizarse como aditivo en aceites de motores, fluído para transmisiones automáticas y aceites para equipos que trabajan a altas temperaturas y presiones.

La cera de jojoba puede constituir una fuente de ácidos y alcoholes de cadena simple monoinsaturados que pueden utilizarse como intermediarios en la preparacion de otros productos tales como desinfectantes,surfactantes,detergentes, agentes emulsificantes, resinas,

cubiertas protectoras, anticorrosivos. Al hidrogenarla produce una cera blanca que puede utilizarse en el encerado de pisos, muebles, zapatos, automóviles.

Después de extraída la cera de jojoba queda una torta que contiene carbohidratos, fibra y un 26 a 32% de proteína, que una vez detoxificada (sidmondsina y ferlato de sidmondsina) puede ser útil en alimentación animal (Elmansy, 1978). La detoxificación se puede realizar en forma económica tratando la torta con Lactobacillus acidphilus, bacteria comestible que baja a nivel de sidmondsina y compuestos ciánicos de tres semanas (Verbiscar y Banigan, 1983)

UNIVERSIDAD DE LIMA
BIBLIOTECA
665.35 45688
F76
Lu/M.U/0r 25595

EL POTENCIAL QUIMICO E INDUSTRIAL
DEL ACEITE DE JOJOBA

Se imprimió en el
Dpto. de Impresiones
. de la
Universidad de Lima
1995