

11821

36-A
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

EFFECTO DE 4 NIVELES DE HUMEDAD EN JOJOBA
(Simmondsia chinensis (Link) Schneider) EN
RELACION AL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y
PRODUCCION DE SEMILLA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :

JOSE RUBEN TAMAYO REYES

DIRECTOR DE TESIS: M. C. RICARDO RAMONET RAZCON

M. C. EDVINO IOSAFAT ROJAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL DE LA TESIS

	PAGS.
I.- RESUMEN	2
II.- INTRODUCCION	3
III.- EL PROBLEMA	6
1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.- DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
IV.- OBJETIVOS	8
V.- REVISION DE LITERATURA	9
1.- GENERALIDADES	9
2.- ANTECEDENTES	9
3.- ORIGEN Y DISTRIBUCION	11
4.- IMPORTANCIA ECONOMICA NACIONAL Y MUNDIAL	11
5.- TAXONOMIA DE LA JOJOBA	12
6.- DESCRIPCION BOTANICA	13
7.- GENETICA DE LA JOJOBA	16
8.- DOMESTICACION DE LA JOJOBA	18
9.- ASPECTOS AGRONOMICOS	18
10.- ASPECTOS ECOLOGICOS	22
11.- ECO-FISIOLOGIA DE LA JOJOBA	24
12.- RELACION SUELO-PLANTA-AGUA	26
VI.- MATERIALES Y METODOS - METODOLOGIA	27
VII.- RESULTADOS Y DISCUSION	30
VIII.- CONCLUSIONES	37
IX.- BIBLIOGRAFIA	39
X.- APENDICE	45

EN EL TRANSURSO DE 1986 SE REALIZO LA PRESENTE INVESTIGACION EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL "COSTA DE HERMOSILLO", QUE ESTA UBICADO EN EL ESTADO DE SONORA Y QUE FORMA PARTE IMPORTANTE DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DEL NOROESTE (CIANO); CON LA FINALIDAD DE ESTABLECER EL EFECTO QUE TIENEN DIFERENTES NIVELES DE RIEGO SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCION DE SEMILLA DE JOJOBA (Simmondsia chinensis).

LA JOJOBA ES UNA XEROFITA QUE SE DISTRIBUYE EN EL SUROESTE DE E.U.A. Y NOROESTE DE MEXICO; Y DEBIDO AL POTENCIAL QUE REPRESENTA COMO CULTIVO EN ZONAS MARGINALES, DONDE LA ESCASEZ DE AGUA HACE INCOSTEABLE LA EXPLOTACION DE OTROS CULTIVOS, CASO DE LA ZONA AGRICOLA DEL GOLFO DE BAJA CALIFORNIA, ES NECESARIO ESTABLECER LA JOJOBA BAJO RIEGO. EN BASE A LO ANTERIOR SE PROGRAMARON 4 LAMINAS DE RIEGO (40, 50, 60 y 70 cm), SE TOMARON DATOS DESDE FLORACION HASTA COSECHA, TALES COMO PESO SECO Y HUMEDO DE CAPSULA Y SEMILLA LONGITUD DE BROTES, APARICION DE NUDOS, Y CONTENIDO DE AGUA EN EL PERFIL 0-150 cm. ASIMISMO SE HIZO ANALISIS DEL CONTENIDO DE ACEITE PARA CADA TRATAMIENTO. LOS RESULTADOS DEL TRABAJO INDICARON QUE LA HUMEDAD DISPONIBLE EN LOS PERFILES DEL SUELO EN EL TRATAMIENTO MAS SECO FUE SUFICIENTE PARA MANTENER UNA TAZA DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO SIMILAR A LOS TRATAMIENTOS MAS HUMEDOS.

SE CALCULA QUE LA LAMINA QUE REQUIERE LA PLANTA EN UN PERIODO DE 176 DIAS (FEB.-JULIO) NO EXCEDA DE 10 cm. BAJO LAS CONDICIONES EN LAS QUE SE LLEVO ACABO ESTE TRABAJO.

II.- INTRODUCCION

En México se presentan condiciones de aridez y semiaridez en aproximadamente 800,000 km² de su territorio, que representan el 40% de la superficie total. Dentro de este porcentaje se encuentra el desierto sonorense que está constituido por la planicie costera del estado de Sonora y por la mayor parte de la península de Baja California; extendiéndose a los Estados de California y Arizona en E.U.A. En este eco-sistema árido, existen algunas especies xerófitas que tienen características etnobotánicas que mediante su domesticación y cultivo extensivo podrían ser alternativas para un mejor desarrollo económico y social en el Noroeste de la República Mexicana. Una de estas especies es la jojoba (Simmondsia chinensis (Link) Schneider).

La jojoba es una especie arbustiva dioica, perenne, nativa del desierto de Sonora, distribuida en los 4 estados que conforman este eco-sistema. Las características principales por las que esta planta ha generado interés a nivel mundial son: su capacidad de desarrollo y sobrevivencia bajo condiciones extremas de sequía y por el valor industrial de la cera líquida que de ella se obtiene (Ramonet R., R. 1985).

La jojoba es la única fuente vegetal conocida en el mundo en la que sus semillas contienen cera líquida y no un aceite graso. El contenido de esta cera varía de 40% a 50% del peso seco de la semilla. Se extrae por prensado de las semillas o utilizando solventes (Sherbrooke y Haase, 1974).

La cera vegetal difiere químicamente de las grasas y aceites del mismo origen en que estos últimos son ésteres de la glicerina con ácidos grasos en una molécula ramificada generalmente de alto peso molecular y las

ceras contienen esteres de alcoholes superiores monohidroxilados con ácidos grasos de alto peso molecular constituidos en una molécula alargada (Robles, S.R. 1980).

La cera de la jojoba tiene diversos usos como son: farmacología, producción de antibióticos, lubricantes de motores de alta presión, cosmología, fabricación de jabones, cremas y puesto que su cera líquida es similar a la del aceite de ballena, podría sustituirla en la industria de peletería y de lubricantes de alta calidad (Daugherty, et.al., 1953).

La jojoba posee características morfológicas y fisiológicas que le permiten sobrevivir a las difíciles condiciones de sequía y altas temperaturas típicas del medio desértico. Sus hojas están cubiertas por una gruesa capa de cera y posee numerosos haces vasculares, además de que éstos se encuentran hundidos. La posición de las hojas es vertical lo que le permite reducir la radiación solar en las horas de máxima radiación o interceptar adecuada cantidad de luz para la fotosíntesis en las primeras horas del día o por la tarde. Estos mecanismos permiten a la planta mantener una actividad adecuada de fotosíntesis, mientras que la pérdida de agua por sus hojas es reducida, lo que incrementa su eficiencia en el uso de agua (Begg, 1978).

La jojoba es una especie en proceso de domesticación, no obstante, existen en el mundo aproximadamente 20,000 ha cultivadas comercialmente en zonas áridas y semiáridas, principalmente en el Suroeste de Estados Unidos (17,000 ha), Noroeste de México (2,000 ha), Centro y Sudamérica, Australia, Israel y varios otros países de África, Medio Este, Asia y Europa, en plan experimental.

No existen variedades comerciales disponibles y la gran mayoría de las siembras comerciales se establecieron mediante la siembra de semilla de origen silvestre, esto ocasiona alta heterogeneidad en las plantaciones con producciones variables.

La investigación agrícola está enfocada a desarrollar tecnología de producción que permita alta productividad en las plantaciones. Una de las áreas de investigación está enfocada a determinar los requerimientos mínimos de agua en este cultivo.

La jojoba es una especie con potencial biológico y económico para convertirse en cultivo extensivo en las zonas áridas y semiáridas del mundo. No obstante su tolerancia a la sequía requiere de una mínima cantidad de agua de riego para producir semilla comercialmente. El objetivo fundamental del presente trabajo es establecer el efecto que tienen diferentes niveles de riego sobre el crecimiento de la planta y el desarrollo de la semilla.

III. EL PROBLEMA

A) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La jobjoba es una especie xerófila con capacidad de sobrevivir períodos prolongados de sequía, posee tolerancia a salinidad y sus semillas contienen cera líquida en 50% de su peso seco, con alto valor industrial. Estas características son de gran importancia para el desarrollo económico y social de las zonas áridas del Noroeste de México, en especial en los Distritos de Riego con agua de bombeo profundo, en donde la tendencia actual de la agricultura es la búsqueda de cultivos con alta eficiencia en el uso del agua, en términos económicos.

La jobjoba es un cultivo potencial importante en esta región desértica, principalmente para aquellos lugares en los cuales los cultivos que tradicionalmente se han venido sembrando, resultan incosteables debido al bajo precio de venta, baja productividad y altos costos de producción.

En las zonas agrícola del litoral del Golfo de Baja California, la precipitación es inadecuada para poder establecer plantaciones de temporal comercialmente productivas de jobjoba. En base a lo anterior y considerando el potencial de mercado y su valor como un producto de exportación, se hace necesario establecer las plantaciones de jobjoba bajo condiciones de riego.

B) DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO:

El Campo Agrícola Experimental "Costa de Hermosillo" está ubicado a una altitud de 40 msnm; el clima según la clasificación de Koppen, modificado para nuestro territorio por E. García, es desértico seco (BW), muy

cálido, con una temperatura media anual de 23°C, con registros de máximas diarias hasta de 50°C y mínimas de -2°C. La región tiene un régimen de lluvias en verano con un porcentaje invernal de 10.2%. La precipitación media anual es de 200 mm y un promedio de evaporación de 2400 mm.

La topografía es plana con pendientes suaves de .15 a .30%. Los suelos son profundos, ligeramente alcalinos, de constitución física variable, representados en un 46% por suelos de textura pesada, 32% media y 22% ligera, con un contenido bajo en materia orgánica, deficientes en N₂ y con abundancia de P y K. En la Costa de Hermosillo existen 498 pozos profundos que pertenecen al Distrito de Desarrollo Rural No.51 y 70 en el Sahuaral, los que abastecen agua para cultivar al año alrededor de 120,000 hectáreas (CIANO, 1984).

El sistema de producción agrícola de esta región es en su mayor parte del tipo empresarial. Los cultivos más importantes en cuanto a superficie de siembra son: trigo y garbanzo en el ciclo de otoño-invierno y algodón, frijol y ajonjolí durante el ciclo primavera-verano. Dentro de los cultivos perennes sobresalen los frutales y de ellos la vid, con una superficie aproximada de 12,000 hectáreas, de las cuales 10,000 están destinadas a la producción de uva para elaboración de vino y el resto para la producción de uva de mesa, con el objetivo fundamental de exportación. Algunos otros frutales de importancia son: nogal, cítricos, manzano y durazno. El enfoque actual de este sistema de producción está dirigido a establecer cultivos perennes de alta rentabilidad por m³ de agua aplicada, así como a la generación de más empleos.

IV. OBJETIVOS

A) OBJETIVO GENERAL: Establecer indicadores para calendarizar la aplicación y volumen de riego adecuado para optimizar el rendimiento de semilla y cera líquida de jojoba.

B) OBJETIVOS PARTICULAR: 1.- Establecer las fases de crecimiento y desarrollo del fruto de jojoba en función del agua de riego.

2.- Determinar la etapa máxima de acumulación de cera líquida con el fin de establecer una época óptima de cosecha.

C) VARIABLES CONSIDERADAS: 1.- Dinámica de crecimiento y desarrollo de fruto.

2.- Dinámica de abatimiento de humedad en el perfil del suelo.

3.- Crecimiento longitudinal de brotes y dinámica de formación de botones florales.

V. REVISION DE LITERATURA

1.- GENERALIDADES:

La jojoba (Simmondsia chinensis (Link) Schneider), es un arbusto dioico, perenne, resistente a sequía y salinidad. Generalmente arbustivo; puede crecer de 25 cm hasta 3 m de altura, dependiendo del medio ambiente en que se desarrolla. Es una especie longeva con posibilidades de vida entre 100 y 200 años (Gentry, 1958).

La jojoba ha recibido reciente atención debido a que además de resistir sequía, su semilla contiene aceite en una cantidad del 50% de su peso seco total y es químicamente similar al obtenido de la ballena esperma o cachalote (especie animal en peligro de extinción). Una importante industria basada en la adecuada utilización de esta especie desértica, aparece en un futuro cercano para las regiones áridas y semiáridas del mundo, incluyendo México, ya que la jojoba es la única planta hasta hoy conocida que produzca este tipo de cera líquida comúnmente conocida como aceite de jojoba (Sherbrooke y Haase, 1974).

2.- ANTECEDENTES

Clavijero, 1789, en su *Storia de la California*, fué el primero en describir los usos de la jojoba que eran medicinales en esa época. Los habitantes de Baja California usaron las semillas de jojoba como remedio medicinal y la emplearon también en la cocina. Los indios norteamericanos utilizaron ampliamente las semillas de jojoba a través de todo el ciclo vegetativo de ésta (Sherbrooke y Haase 1974).

Green y Foster (1933), anuncian un asombroso descubrimiento del

aceite de la semilla de jojoba, difiere radicalmente del aceite contenido en todas las semillas conocidas, ya que se trata de una cera líquida; este hallazgo hizo obvio que el aceite de jojoba podría proveer una nueva materia prima con características químicas aún no encontradas en alguna especie vegetal.

Daugherty, et. al. (1953), mencionan que el aceite de jojoba podría competir con el aceite de ballena en el mercado mundial de aceites y derivados, con buenas perspectivas.

Gentry (1958), reportó que para una buena producción de semillas es necesario un mínimo de 25 cm anuales bien distribuidos de abril a octubre y que para romper la latencia de las yemas florales, son muy importantes las lluvias de invierno y primavera. Benzioni (1977), encontró que el riego no tuvo efecto significativo sobre el peso seco de la semilla, ni sobre la síntesis de cera; indica que estos resultados se deben a la heterogeneidad del material experimental, aunque también es posible que el riego no afecte el desarrollo de los frutos ya cuajados.

Benzioni, et. al. (1980), en estudios experimentales, concluyen que el riego en zonas áridas aumenta el crecimiento vegetativo y por consiguiente la producción y confirman lo encontrado por Gentry (1958) de que el riego en invierno es importante para romper la latencia de las yemas florales; Ortiz (1980), encontró resultados similares del crecimiento vegetativo de jojoba bajo riego.

Benzioni, Nerd y Forti (1982), trabajando con riego y fertilización dan las siguientes conclusiones; riego y fertilización propician floración normal en primavera; el efecto del riego y la fertilización depende de la concentración del fertilizante y de la frecuencia de la aplicación del

riego. Nerd y Denzioni (1984), estudiando niveles de humedad en relación al crecimiento vegetativo y llenado de frutos, encontraron que el crecimiento del pericarpio precedió al del óvulo en plantas regadas y no regadas y el peso seco máximo del pericarpio fue alcanzado antes que el del óvulo; el desarrollo del fruto en plantas no regadas no fue afectado.

3.- ORIGEN Y DISTRIBUCION:

Gentry (1958), menciona que el crecimiento en jojoba se relaciona directamente con la presencia de lluvias en invierno y primavera y las respuestas de la jojoba a la temperatura y precipitación la ubican como originaria de un clima mediterráneo. Al-Ani, et al. (1972), indican que la jojoba tiene un amplio rango ecológico de distribución, encontrándose poblaciones naturales en México, Sur de California y Arizona, en ambientes con influencia marítima y desérticos con clima continental. Su distribución natural comprende aproximadamente 160,000 km², entre las latitudes 25 y 31 Norte y entre las longitudes 109 y 117 Oeste (Gentry, 1958).

Mapas de la distribución de la jojoba muestran que su extensión fitogeográfica abarca la mayor parte del desierto sonorense (Gentry, 1958; Shreve y Wiggins, 1964). Sin embargo, no se encuentra en todo este territorio sino en manchones. Se calcula una superficie real de jojoba en 20,000 hectáreas.

4.- IMPORTANCIA ECONOMICA, NACIONAL Y MUNDIAL:

En México, donde las zonas áridas ocupan una gran parte de su territorio, es factible considerar que la jojoba pudiera ser un cultivo potencial para esas tierras marginadas, pues necesita cuidados mínimos en comparación con otros cultivos. La importancia económica de la jojoba se basa

en su capacidad de supervivencia en condiciones de sequía y su potencial de producción de semilla, de la cual se extrae una cera líquida de alta calidad; también genera empleo, principalmente en la época de cosecha, que se hace en forma manual sin embargo, se busca la manera de cosechar mecánicamente para reducir los costos de producción, pudiendo generar un mayor número de empleos a través de agroindustrias (Ramonet, 1985).

El aceite de jojoba es motivo para la entrada de divisas, puesto que es un producto de exportación. El aceite de jojoba se cotiza de acuerdo a la oferta y la demanda del mercado internacional, principalmente en los últimos siete años por la industria de cosméticos y que en 1981 alcanzó su máximo precio de 200 dólares por galón, según Kato y Kuhimoto (1982), teniendo hoy en día un precio de 20 a 30 dólares por galón. El valor de la producción fluctúa entre 1000 a 1700 dólares la tonelada de semilla.

Las cualidades tan excepcionales del aceite de jojoba, así como su diversificación de usos industriales han hecho que varios países se interesen en esta planta y además de México, U.S.A., Israel y Australia, se llevan investigaciones en otros países como Costa Rica, Perú, Chile, Argentina y Rusia.

5.- TAXONOMIA DE LA JOJOBA

La taxonomía de la jojoba, propiamente conocida como Simmondsia chinensis (Link) Schneider, ha estado sujeta a confusión y debate (Gentry, 1965). Link, en 1821, la describe como Buxus chinensis, por creer provenía de China; Nuttall, en 1844, la designa como Simmondsia californica; Mueller, en 1869, reconoce que ambas especies son la misma planta, pero prefiere usar S. californica. Schneider, en 1907, se basa en las reglas

de prioridad de la nomenclatura botánica internacional y retiene la especie chinensis dentro del género Simmondsia. Hasta hoy se usan indistintamente S. chinensis y S. californica en la literatura agronómica (Sherbrooke y Haase, 1974).

La posición sistemática del género monotípico Simmondsia ha sido motivo de considerables diferencias de interpretación. Con frecuencia ha sido incluida en la familia Buxaceae, de acuerdo a Gail, 1964 y Hutchinson, 1967; pero algunos autores usan la familia monotípica Simmondsiaceae, designada por Van Tieghem en 1897 (Sherbrooke y Haase, 1974).

En la actualidad se considera a la jojoba como Simmondsia chinensis y corresponde a la familia monotípica Simmondsiaceae (Takhtajan, 1969).

6.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

6.1. Raíz: pivotante alcanza gran longitud, si el sustrato no se lo impide. La primera respuesta de la germinación de la semilla de jojoba, es una profunda y rápida penetración de la raíz, que alcanza hasta 40 cm, aún antes de que emerja el tallo (Begg, 1978). Se han realizado algunos muestreos para determinar la profundidad a la que puede llegar esta raíz y se han encontrado de 4 a 10 m (Gentry, 1958); de 2.1 m en plantas de un año (Yermanos, 1979) y de 4.5 m a los 5 años (Ortiz, 1980).

La ramificación lateral es muy escasa y en suelos sin problemas de compactación se produce a 60 cm (Gentry, 1958). En la Costa de Hermosillo, en suelos con perfiles compactos se induce la formación de raíces fibrosas (Ortiz, 1980).

6.2. Tallo: La jojoba es un arbusto leñoso, con tallos múltiples (Sherbrooke y Haase, 1974). En la corona de la raíz empieza la ramifica-

ción de tallos y con el tiempo se va formando una copa de follaje conforme avanza en edad (Gentry, 1958). En ambientes áridos con poca precipitación, el crecimiento es usualmente menor que en aquellas regiones donde haya más disponibilidad de agua; las plantas masculinas presentan una mejor condición vegetativa que las femeninas. Esto último debido a que el crecimiento vegetativo de las plantas femeninas se reduce de una manera drástica como consecuencia de la derivación de fotosintatos para producción de semilla (Nerd y Benzioni, 1984). Existe alta variabilidad en formas de crecimiento o arquitectura de planta, algunas bastante influenciadas por la condición ambiental, como es el caso de las plantas bajas rastreras comúnmente observadas en las zonas cercanas al mar y expuestas a vientos fuertes (Al-Ani, et al. 1972; Gentry, 1958).

6.3. Hojas: son opuestas y oblongas, dos en cada nudo, la coloración varía de verde-grisáceo a un verde-amarillento, lámina foliar gruesa (Gentry, 1958). La epidermis está cubierta por una capa de cera y por pubescencias (Gentry, 1958; Sherbrooke y Haase, 1974). La funcionalidad de las hojas se mantiene de 2 a 3 años y luego se desarrolla una zona de abscisión y caen; la sequía aumenta este proceso (Gentry, 1958). El mesófilo consiste de parénquima en empalizada, así como cristales de oxalato de calcio en la periferia de la hoja (Sherbrooke y Haase, 1974).

Las células del mesófilo son relativamente pequeñas, el poro del estoma está ubicado en la mitad de la epidermis, hundido, en algunas ocasiones con un collar protector de cera (Al-Ani, et al., 1972). Gentry (1958), nota que las hojas de diferentes plantas varían en tamaño, color, forma, grosor y cantidad de pubescencias. Begg (1978), se refiere a la morfología de la jobjoba y menciona que el arreglo vertical de las hojas, casi sésiles,

permite a la planta reducir la incidencia solar; por lo que se logra una menor evaporación y mejor eficiencia del consumo de agua.

6.4. Flores: las femeninas son usualmente solitarias, inconspicuas, de un verde pálido; las maculinas son pequeñas, amarillas y se dan en racimo; ambas son apétalas y nacen en la axila de las hojas. Normalmente solo una de las axilas florea y la otra permanece en latencia; las sequías extremas pueden inhibir la floración y las yemas permanecen latentes hasta que haya humedad suficiente.

La floración puede ser en nudos alternos, en todos los nudos, en fascículos de 2 ó 3 por nudo y en racimos de hasta 6 flores por nudo (Gentry, 1958). La polinización es anemófila, ya que las flores femeninas no son atractivas para los insectos.

6.5. Fruto: Es una cápsula dehiscente, que puede contener de uno a tres óvulos; éstos van unidos a la placenta en el ápice de la cápsula, el óvulo tiene un crecimiento acropeto, del ápice a la base de la cápsula (Gentry, 1958).

El crecimiento de la cápsula es más rápido que el de la semilla, alcanzando su tamaño normal en aproximadamente tres meses (Gentry, 1958; Nerd y Benzioni, 1984). La semilla alcanza su maduración plena en 6 a 7 meses. Algunas veces se producen cápsulas con una, dos y hasta tres semillas; entre más semillas sean, disminuye más su tamaño; aún no hay resultados concluyentes respecto a si es mejor producir una, dos o tres semillas por cápsula, relacionándolo al contenido de aceite.

Las cápsulas tienen una gran variación en tamaño, forma y color; el tamaño y la forma pudieran estar sujetos a la influencia del número de

semillas, pero esto es secundario del genotipo (Gentry, 1958). Algunas de estas formas parecen estar correlacionadas con ciertas formas de la hoja; así, hojas pequeñas con cápsulas pequeñas, hojas grandes y cápsulas grandes (Gentry, 1958). En un trabajo posterior, Ramonet (1980), no encontró esta correlación.

6.6. Semilla: son de tamaño pequeño 1.5 x 1 cm y de forma elipsoide, contienen poco o nada de endospermo y consisten de embrión y cotiledones cubiertos por una delgada y dura testa (Gentry, 1958). Las células de los cotiledones consisten en parénquima celular con cuerpos proteicos y pequeños granos de aleurona (Rost, et al., 1977); la testa consiste de varios estratos de células de parénquima con pigmentación café (Vaughan, 1970). La germinación de la semilla es rápida, los pecíolos de los cotiledones se alargan y forzan al embrión hacia afuera de los cotiledones y de la testa; el hipocotilo se alarga y la raíz primaria se extiende con un crecimiento de 30-40 cm, aún antes de emerger del cotilo, que lo hace a 4 ó 6 días después de la raíz. El aceite almacenado en los cotiledones es utilizado por el embrión durante la germinación y se ve disminuido desde un 48% al primer día, hasta 10% de aceite en 30 días (Rost, et al., 1977). La semilla de jojoba además de contener aceite en 50% de su peso seco, tiene 15% de proteína cruda, 4-6% de azúcares reductores y no reductores, 20% de otros carbohidratos, 4% de fibra cruda, 4.5% humedad, 1.5% de cenizas, 2.3% de simmondsina y .7% de ferulato de simmondsina (Verbisca y Baningan, 1978).

7.- GENETICA DE LA JOJOBA:

Raven, et al., 1965, citados por Sherbrooke y Haase (1974), encontraron que el número cromosómico de *Simmondsia chinensis* es $2n=26$. Sherman

y Ray (1978), en base a estudios de la citología de plantas de jobjoba, encontraron normalmente 26 bivalentes, en células madres de polen, en aproximadamente 25 individuos y concluyen que el número de cromosomas fue de $2n=52$; también hallaron con frecuencia 25 bivalentes y un arillo o cadena de 4 cromosomas. En 1368 células meióticas observaron un núcleo con un bivalente unido; en 20 células encontraron 2 nucleolos, mientras que 11 células contenían 3 ó 6 nucleolos y otras 5 ó 6. La formación de cuadrivalentes y el número de nucleolos indica que Simmondsia chinensis es probablemente un poliploide.

Gentry (1973), menciona que la poliploidia en jobjoba podría proveer de un gran potencial para crear y liberar variedades nuevas para uso agrícola. La liberación de variedades en cualquier planta es un proceso que requiere bastante tiempo; se considera que la selección de individuos con alta productividad y la propagación asexual de éstos para formar poblaciones clones, es el método más eficiente para mejorar esta especie. En la Costa de Hermosillo, ya se cuenta con clones que tal vez pronto serán liberados. Algunas características genéticas se relacionan con plantas masculinas y otras con plantas femeninas. Morales (1984), demostró en jobjoba que el amarre del fruto en plantas femeninas depende en gran parte de la planta masculina y que la capacidad de producir una, dos o tres semillas se asocia al progenitor femenino. Aparentemente hay diferenciación genética de ecotipos; esta diferenciación se ha observado en la capacidad de adaptación a temperaturas bajas y altas, de poblaciones costeras y de regiones áridas, respectivamente (Al-Ani, et al., 1972; Gentry, 1958).

8.- DOMESTICACION DE LA JOJOBA:

Las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de la *S. chinensis* que hacen posible su permanencia en las zonas áridas, no están relacionadas a una producción alta y estable de semilla puesto que la planta ve reducido su desarrollo y crecimiento. Es por esto que se hizo necesaria la investigación sobre los requerimientos agronómicos de la jojoba, para así conocer las condiciones óptimas en las que el cultivo muestre su verdadero nivel de producción y dar las recomendaciones a seguir para establecer plantaciones comerciales. En la década de los setentas se inicia la investigación encaminada a la domesticación de la jojoba; U.S.A. y México son los primeros países que se avocan a la búsqueda de tecnología adecuada para este propósito. Se han hecho avances substanciales en este proceso y ya se tienen principios básicos en el manejo de este cultivo, y aún cuando no podemos hablar de variedades de jojoba, sí podemos decir que esta especie silvestre ha pasado a ser una opción de cultivo con bastantes expectativas.

Ramonet (1986), menciona que en las zonas áridas y semiáridas, donde el factor agua es la limitante, la jojoba por su capacidad de sobrevivencia, desarrollo, crecimiento y producción de semilla, es un cultivo potencial.

9.- ASPECTOS AGRONOMICOS:

9.1. Sitio de plantación: En esta elección se basa en forma importante el éxito del establecimiento de la jojoba en plantaciones comerciales. Hogan (1979), menciona los siguientes factores que están relacionados con la ubicación del sitio y que deben tomarse en consideración: temperatura, suelos, disponibilidad de agua y vientos.

9.2. Material de plantación: Para establecer la jojoba se pueden utilizar el método sexual y el asexual. Por medio de semilla se han hecho la mayoría de las plantaciones establecidas y esto ha ocasionado que no haya homogeneidad en el hábito de crecimiento y por consiguiente en la productividad de las plantas. El método asexual solo se ha utilizado en poca escala de 1982 a la fecha (Ramonet, 1986). Ambos métodos tienen ventajas; en siembra por semilla se establece la plantación fácilmente y a menor costo (Corella y Meza, 1982); en trasplante se obtiene mejor adaptación y producción más rápida de semilla. Para obtener plantas que tengan las características positivas de la planta madre, el método asexual es el más indicado, aunque más costoso.

9.3. Densidad de población: Gentry (1958), hace referencia al espaciamiento entre plantas y menciona que 1.8 m entre plantas y 3.5 a 4.5 m entre surcos, son adecuados para el crecimiento de la jojoba. Ramonet, et al. (1981), consideran que una distancia de 4 m entre surcos y 2 m entre plantas, es favorable para una buena producción.

Aunque esta separación resulta insuficiente a los 7 años de vida de la plantación, es probable que plantaciones más densas sean más convenientes siempre y cuando se logre controlar el crecimiento vegetativo por medio del uso de reguladores del crecimiento.

9.4. Fecha de siembra: En vista de que las bajas temperaturas disminuyen la tasa de crecimiento en jojoba es adecuado hacer las siembras con un margen de tiempo razonable para que la plántula tenga un crecimiento tal que pueda soportar heladas ocasionales. Ramonet, et al. (1981), mencionan que para la Costa de Hermosillo, la siembra puede efectuarse desde primavera a otoño, pero recomiendan hacerla en la primavera y mencionan

que una temperatura entre los 21°C y 29°C favorece una germinación rápida.

9.5. Densidad de siembra: La joboba se puede propagar por semilla y por trasplante; en siembra directa 10 kg de semilla por hectárea, proporciona una población aceptable; una profundidad de 5 cm en tierra venida y 2 cm en tierra seca, son sugeridas por Ramonet, et al. (1981); en condiciones de invernadero la siembra puede hacerse a 1 cm; un remojo de 12 hrs y una aplicación de PCNB-CAPTAN en dosis de 250 gr por 100 kg de semilla, ayudan a la germinación y evitan pudriciones. Para trasplante se requiere que haya suficientes plantas establecidas de yemas o semillas y que las plántulas hayan pasado por un periodo de ambientación, consistente en sombreado e insolación y tengan una altura de 10-20 cm (Ramonet, et al., 1981).

9.6. Relación hembras y machos: No hay aún datos experimentales de una proporción óptima; sin embargo, se considera adecuada una relación de 10:1.

9.7. Riego: En la Costa de Hermosillo se han llevado a cabo experimentos con riegos mensuales de febrero a mayo, y un riego de postcosecha en agosto; cada riego consistió en 10 cm de lámina excepto el último que fue de 15 cm, dando una lámina total de 55 cm, logrando así la máxima producción; además que la lámina total es similar a los 57 cm donde se alcanzó el mejor crecimiento vegetativo.

9.8. Fertilización: Debido a que hay pocos estudios de la respuesta de joboba a fertilización, aún no es posible determinar una dosis óptima de nutrientes; sin embargo, Belsbey (1982), afirma que el riego y la fertilización nitrogenada incrementan crecimiento vegetativo y Benzioni, et al. (1982), determinaron que fertilización con N_2 , P_2O_5 y K_2O aumenta creci-

miento en jojoba de 10 años en Israel. En el CIANO no se han observado incrementos de producción con N_2 . Se considera que la jojoba tiene bajos requerimientos de fertilización, pero al tomar nutrientes de la solución del suelo y no ser corregida esta pérdida de elementos, es obvio que con el tiempo habrá una deficiencia de éstos y por lo tanto un descenso en el rendimiento (Razonet, 1986).

9.9. Plagas y enfermedades: Aparentemente la jojoba no tiene plagas de cuidado; en muestreos realizados en jojoba en la Costa de Hermosillo por González (1980), se detectaron varias especies, aunque la única que podría considerarse peligrosa es una chicharrita, la Homalodisca tacerta (Flower), cuya mayor densidad de población se presenta en octubre a abril; esta especie causa daños a la jojoba ya que al dejar sus desechos sobre las hojas, ocasiona que se desarrolle fumagina y se provocan defoliaciones.

Las malezas más importantes son: Convolvulus arvensis L. (Correhuela) y Sorghum halepense L. (Zacate Johnson). Respecto a la fitopatología de la jojoba tampoco hay, hasta ahora, una enfermedad que pudiera dañarla en forma significativa; sin embargo, se pudiera considerar como patógeno potencial al hongo Cercospora spp.

Romo (1980) en estudios realizados en la Costa de Hermosillo, identifica a los siguientes agentes causales: Macrophomina phaseoli, que causa pudrición radicular; Fusarium oxysporum, que produce marchitez; Alternaria spp., causa defoliación y Phytophthora omnivora, produce marchitez de hojas y pudrición de las raíces.

9.10. Cosecha: La recolección de la semilla de jojoba en la Costa de Hermosillo es en los meses de mayo y junio y se efectúa en forma manual, un poco antes de que abra el fruto y tire la semilla, cuando la coloración del fruto es oscura; algunas plantas tienen aún frutos verdes a la cosecha y no se aconseja su colecta, ya que no se lograría buen contenido de aceite y alta germinación; cosechar tarde ocasiona pérdida de semilla pues el fruto es dehisciente y abre en forma natural cayendo la semilla al suelo (Ramonet, et al., 1981). En California y Arizona, U.S.A., la cosecha es mecánica con equipo especial aún no perfeccionado (Ramonet, 1986).

9.11. Postcosecha: Después de cosechada la semilla de jojoba, se pone a secar al sol; una semana es un lapso suficiente para quitarle la humedad; es necesario que la semilla esté bien extendida y que no se formen capas de más de 5 cm de espesor para evitar pudriciones por la humedad del fruto y semilla; ya seca la semilla se pasa por una cribadora que le quita los carpelos, quedando la semilla lista para empacarse en costales de 30-40 kg para su transporte.

10.- ASPECTOS ECOLOGICOS

10.1. Suelos: La jojoba está limitada usualmente a los gruesos y bien drenados suelos de zonas áridas, aluvión, arenoso y a mezclas de grava con arcilla derivadas de material ígneo (Gentry, 1958). Algunas veces se le encuentra en suelos limo-arenosos, National Vegetation Committee, 1973, citado por Sherbrooke y Haase (1974). Este suelo contiene un alto porcentaje de arena, pero con suficiente arcilla y limo para darle consistencia (Servicio de Conservación de Suelos, U.S.A., 1972).

Gentry (1958), notó que la jojoba no prospera bien en suelos arcillosos, ya que requiere buena aereación; generalmente el pH de los suelos para jojoba va de neutro a alcalino, teniendo abundancia de fósforo. Ortíz Villanueva y Ortíz S. (1980), indican que el P estimula desarrollo radicular.

10.2. Humedad: La jojoba tiene su mejor crecimiento en áreas que tienen más de 30 cm de lluvia anual, con una dominancia poblacional en regiones de 38 a 40 cm de precipitación anual y una precipitación mínima de 25 cm (Gentry, 1958).

Además, para la sobrevivencia de la planta, las suaves lluvias de invierno y primavera por su mejor nivel de infiltración son más importantes que las lluvias convencionales de verano, pues éstas de ordinario solo humedecen las capas superiores del suelo (Gentry, 1958).

10.3. Altitud: La jojoba crece naturalmente en un amplio rango altitud. Natural Vegetation Committee, 1973, citado por Sherbrooke y Haase (1974), fórmula que puede encontrarse desde los 400 m a 1600 m; pero en las costas de Sonora, Baja California y California, aparece al nivel del mar (Gentry, 1958).

10.4. Temperatura: La jojoba tolera las fluctuaciones diarias de temperatura que en la mañana tienen un rango entre 30 y 40°C; temperaturas extremas de 39 y 41°C son usuales para la jojoba en verano (Gentry, 1958).

Yermanos (1974), encontró que la jojoba tolera temperaturas de 46°C para poblaciones naturales en California; aunque altas temperaturas sobre el crecimiento de los frutos causan quemaduras y pérdida de semilla

(Gentry, 1958).

Las plantas maduras de jojoba soportan hasta -9.5°C y las plantas jóvenes de hasta -4°C ; temperaturas por debajo de este rango causan la destrucción de las yemas florales (Gentry, 1958).

Hogan (1979), reporta que temperaturas tan bajas como -5°C y -6°C , tienen un marcado efecto negativo sobre la floración y fructificación.

11.- ECOFISIOLOGIA DE LA JOJOBA

Rieth, et al., (1981), encontraron para plantas jóvenes de jojoba, que la fijación del CO_2 se produce por conducto de la enzima 1,5 ribulosa bifosfato carboxilasa, característica de las plantas C-3. Collatz (1977), menciona que las hojas de jojoba carecen de la anatomía especial denominada "kranz" que es peculiar de las plantas C-4; todo lo antes expuesto nos sugiere que la jojoba es una planta C-3.

Wardlaw, et al., (1983), estudiando la adaptación de la jojoba a la temperatura, llegaron a interesantes conclusiones: el rango de temperaturas para una fotosíntesis óptima es de 19°C a 25°C , lo que ratifica lo hallado por Al-Ani, et al., (1972), de que 25°C es una temperatura muy favorable para el proceso fotosintético; la fotosíntesis aún tiene valores positivos a 40°C y 5°C , esta estabilidad fotosintética parece ser una adaptación para sobrevivir a diferentes ambientes.

Wardlaw y Dunstone (1984), sugieren que periodos prolongados por arriba de $36/31^{\circ}\text{C}$ o por debajo de $15/10^{\circ}\text{C}$ (día/noche), pudieran ser nocivos para el desarrollo de semilla. Dunstone, et al., (1984), mencionan que la concentración de aceite en semillas se ve reducida a temperaturas superiores a $36/31^{\circ}\text{C}$ e inferiores a $15/10^{\circ}\text{C}$ (día/noche).

Al-Ani, et al., (1972), sugieren que la jojoba pudiera formar ecotipos con diferentes adaptaciones a sequía, dependiendo de la humedad disponible en sus ambientes naturales. Lo antes expuesto nos indica que el agua es un factor primordial en el desarrollo de la jojoba. Adams, et al., (1977 b), mencionan que los potenciales hídricos de la hoja en plantas bien regadas (-20 baríos en día y -10 en noche) son bajos en comparación con algunas plantas mesófitas y que la recuperación de plantas con potencial hídrico de -50 baríos y -40 baríos del potencial hídrico del suelo, demuestra gran tolerancia a sequía. Tal, et al., (1979), estudiando los efectos de condiciones de salinidad sobre jojoba, encontraron que tiene gran tolerancia a salinidad y que concentraciones de hasta 609 m-mol/l, no afectan su crecimiento y desarrollo. No sufre mayores consecuencias acumulando grandes cantidades de Na^+ , Cl^- y prolina, con un descenso en K^+ ; los autores sugieren que la tolerancia a salinidad pudiera estar relacionada con la resistencia a la sequía y que el aminoácido prolina pudiera actuar como un regulador osmótico.

Adams, et al., (1977 a), en un trabajo sobre el intercambio gaseoso en las hojas de jojoba, reportan que la conductancia de H_2O en la parte adaxial (haz) y en la parte abaxial (envés) de las hojas son similares, por lo que el número de estomas también es similar; además la apertura de estomas está asociada con potenciales hídricos que podrían ser letales para la mayoría de las plantas mesófitas. En un estudio posterior en plantas de jojoba provenientes de Sonora, León y Fanjul (1983), encontraron que el número estomático es superior en el envés en un 16% del número de estomas en el haz. Al-Ani, et al. (1972), reportaron que a potenciales hídricos tan bajos como -10 baríos la fotosíntesis en jojoba aún es positiva. Gastra, 1959, citado por Adams, et al., (1977 a), menciona que un

cierre parcial de estomas afecta más a la transpiración, lo cual pudiera tener relevancia en condiciones de sequía. En un estudio de ecología fisiológica sobre jujoba, Al-Ani, et al., (1972), notaron que poblaciones costeras y desérticas de jujoba son capaces de mantener un balance positivo de carbono aún en condiciones de sequía extrema.

12.- RELACION SUELO-AGUA-PLANTA:

El movimiento del agua de la solución del suelo hacia el interior de las plantas, es un flujo que incluye diferencias de potencial hídrico, de potencial de soluto y se realiza a favor del gradiente hídrico; Wardlaw, et al., (1983), encontraron que en jujoba hay cierto mecanismo fisiológico que favorece el flujo de agua del suelo a la planta; el sostenimiento de un potencial negativo de soluto en las hojas debido al lento % de translocación de fotosintatos, aunque no quedó demostrado si este % es inherente a la hoja o si refleja un bajo % de crecimiento.

Adams, et al., (1977 b), mencionan que a una profundidad de 1.5 cm en el suelo, el potencial hídrico de la hoja disminuye a medida que el potencial hídrico del suelo disminuye y que la salinidad del agua provoca un pequeño ajuste osmótico. Nerd y Benzioni (1984), mencionan que un ajuste osmótico en verano hizo posible algún crecimiento, a bajos valores de potencial hídrico en otoño.

Por otra parte, Reyes (1975), demostró que tanto el aumento de la temperatura del suelo como el incremento de la concentración de oxígeno interactúan para aumentar la producción de materia seca en jujoba.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS. NEQUENUNIA.

1.- SELECCION DE LA ZONA DE ESTUDIO:

El experimento se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano, en el -- campo agrícola experimental "COSTA DE HERMESILLO", teniendo en consideración que es representativo de la zona ecológica conocida como desierto Sonorense; se mantiene una investigación constante sobre la jojoba desde 1972 y además hay una población bien establecida de esta especie vegetal.

2.- DELIMITACION DEL AREA EXPERIMENTAL.:

Se ubica en el lote del CLON LU-51-C con un tiempo de 4 años de haber sido establecido, que ha estado sometido a riegos constantes desde 1982 para facilitar el establecimiento de la planta. Se utilizó el diseño " BLOQUES - COMPLETOS AL AZAR ", 4 X 4.

Cada parcela experimental tuvo una área de 204 m²., con parcela útil -- de 68 m². (17X4) y una superficie total de 3264 m². Las características químicas y físicas del suelo se presentan en el cuadro No. 1.

3.- LAMINAS DE RIEGO Y EPOCA DE APLICACION:

FICHAS DE RIEGO	.-	3 FEB.	12 MAR.	30 ABR.	4 JUN.	30 JUL.	LAMINAS TOTAL (CM)
TRATAMIENTO	1.-	20.50				19.08	39.55
TRATAMIENTO	2.-	21.62	12.22			20.17	54.01
TRATAMIENTO	3.-	22.77	11.76	13.38		20.31	68.22
TRATAMIENTO	4.-	22.35	10.48	11.47	11.19	18.50	73.99

EL ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO SE MUESTRA EN EL CUADRO No. 2.

4.- DESARROLLO DEL EXPERIMENTO:

Se hizo la elección de 5 plantas por tratamiento en base a la homogeneidad de su estructura vegetativa. El 31 de enero se les marcaron 100 yemas florales y 4 puntos de crecimiento. La última semana de febrero se registró el porcentaje de floración para cada planta.

A partir de abril 2, se tomaron 2 muestras de fruto por planta, hasta el día de la cosecha (25 junio) totalizando 32 muestras por planta, en un período de 84 días.

A cada muestra se le registró el dato de peso fresco de cápsula y semilla, se secaron en estufa a una temperatura de 80°C durante 3 días y se anotó el peso seco de la cápsula y de la semilla, guardando las muestras para su posterior análisis de porcentaje de aceite. A la cosecha, se realizó el análisis de varianza para peso seco de cápsula y semilla.

El crecimiento vegetativo se evaluó a los 7 meses y se anotó la aparición del número de nudos, a ambos parámetros se les realizó el análisis de varianza.

A todas las muestras de semilla de cada tratamiento se les hizo el análisis del porcentaje de aceite, en los laboratorios de análisis de calidad del CIANO-OBRECON. El contenido de aceite se determinó por medio del aparato de resonancia nuclear magnética (RMN), método similar al usado por Dunstone, et al., (1984); para corroborar esta medición, también se hicieron determinaciones del contenido de aceite por medio del aparato "SOXHLET" de extracción de aceite, que usa éter de petróleo como solvente, método este, similar al usado por Rost, et al., (1977).

La aplicación de los riegos se hizo con tubería de P.V.C. de 12 pulgadas. Para la parcela útil se abrieron 3 salidas del tubo, y por medio -

De una cubeta de 25 ltr. y una probeta de 1 ltr. se determinó el volumen vertido al interior de la parcela, en un tiempo dado (5seg.), para una salida, calculando así la lámina de riego proyectada.

La disponibilidad de humedad en el suelo se calculó por medio del dispersor de neutrones y por análisis gravimétricos. En cada tratamiento se colocó un tubo de acceso de P.V.C. de 2 pulgadas, sellado por su parte inferior, a una profundidad de 1.50 m; los hoyos para estos tubos se hicieron con una barrera manual. Debido a que no había en existencia los tubos adecuados para este experimento, se tienen datos del 28 de abril en adelante, del porcentaje de humedad.

Se registraron los datos de humedad de los perfiles 0-3-, 30-60, 60-90, 90-120- y 120-150 cm., con el dispersor de neutrones "Troxler" a la par que los análisis gravimétricos con una barrera "Vimeyer". Los datos se correlacionaron y se obtuvo una ecuación de regresión ($r=.80$), en base a la cual se determinaron con los datos obtenidos por el dispersor, los contenidos de humedad en cada perfil del suelo. La ecuación de trabajo fue $Y=.2420 + .1052 (x)$.

5.- Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una diferencia media significativa en aquellos casos en que hubo diferencia significativa en los tratamientos.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.

1.- PESO SECO DE SEMILLA:

EN LA GRAFICA #1, SE OBSERVA LA DINAMICA DE CRECIMIENTO DE SEMILLA DE JOJOBA, ESTA DINAMICA SE EMPEZO A VALORAR 33 DIAS DESPUES DE LA FLORACION.

COMO SE INDICA EN LA GRAFICA EL CRECIMIENTO DE LA SEMILLA EN SU PRIMERA FASE, QUE CORRESPONDE AL PERIODO DEL 2 AL 25 DE ABRIL, MUESTRA UN REDUCIDO INCREMENTO EN EL PESO SECO PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS. A PARTIR DEL 25 DE ABRIL ES CUANDO SE OBSERVA QUE EL CRECIMIENTO TIENDE A AUMENTAR DE MANERA LINEAL. PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS, TENDENCIA QUE SE OBSERVA EN EL MES DE MAYO, DONDE DESTACA EL TRATAMIENTO 4, - AL MANTENER SU GANANCIA DE PESO SECO POR ARRIBA DE LOS OTROS 3 TRATAMIENTOS, NO -- OBSTANTE, NO SE DETECTO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ESTADISTICAMENTE. LA DINAMICA DE CRECIMIENTO DE TODOS LOS TRATAMIENTOS, ALCANZA SUS MAXIMOS DE PESO SECO EN EL MES DE JUNIO, SIENDO PARA LOS TRATAMIENTOS 1 Y 4, EL 9 DE JUNIO, CON UN PESO SECO DE - .68 GR. Y .78 GR. RESPECTIVAMENTE, 101 DIAS DESPUES DE LA FLORACION, EL TRATAMIENTO 2 ALCANZA SU MAXIMO VALOR EL 2 DE JUNIO, CON .66 GR., 94 DIAS DE LA FLORACION, - Y EL TRATAMIENTO 3 LOGRA SU MAXIMO DE PESO SECO EL 25 DE JUNIO, CON .77 GR., 117 - DIAS DESPUES DE LA FLORACION.

LA DINAMICA DE CRECIMIENTO DE SEMILLA, EN ESTE EXPERIMENTO DIFIERE DE LOS RESULTADOS REPORTADOS POR NERD Y BENZIONI (1984), EN PLANTAS DE JOJOBA SOMETIDAS A DIFERENTES TRATAMIENTOS DE RIEGO, YA QUE LOS AUTORES, ENCONTRARON QUE EL MAXIMO PESO SECO DE LA SEMILLA SE LOGRA A INICIOS DE JULIO.

POR OTRA PARTE, EL RETRASO INICIAL DEL CRECIMIENTO DE SEMILLA Y SU POSTERIOR CRECIMIENTO LINEAL ACTIVO, ESTA ACORDE A LO REPORTADO POR WARDLAW Y DUSTONE (1984), EN EL SENTIDO DE QUE EL CRECIMIENTO DE LA SEMILLA OCURRE EN 2 FASES; UN RETRASO INICIAL DEL CRECIMIENTO DE LA SEMILLA DESPUES DE LA POLINIZACION, MIENTRAS SE EXPANDE LA CAPSULA, SEGUIDO POR UN RAPIDO CRECIMIENTO DE LA SEMILLA HASTA ALCANZAR SU MADUREZ FISIOLOGICA, Y QUE LA DURACION TOTAL DEL CRECIMIENTO VARIA DE 40 A 250 DIAS DEPENDIENDO DE LA TEMPERATURA EN QUE SE DESARROLA EL FRUTO. EN ESTE TRABAJO EL RETRASO INICIAL FUE DE 56 DIAS PERIODO DE TIEMPO QUE ES MUY SIMILAR A LOS 50 DIAS DE RETRASO, BAJO UNA TEMPERATURA DE 21/16°C (dia/noche) REPORTADO POR ESTOS AUTORES, EN LA GRAFICA #4 SE PRESENTAN LAS TEMPERATURAS MEDIAS SEMANALES DURANTE EL TRANCURSO DE MARZO A JUNIO, PERIODO EN QUE SE REALIZO ESTE EXPERIMENTO. SE OBSERVA QUE LA TEMPERATURA A LA CUAL OCURRE EL RETRASO INICIAL DEL CRECIMIENTO DE SEMILLA Y QUE CORRRESPONDE AL PERIODO DE LAS PRIMERAS 8 SEMANAS, TIENE UN RANGO QUE OSCILA ENTRE 17°C Y 27°C, RANGO QUE ABARCA LA TEMPERATURA DE LOS 21/16°C REPORTADOS POR DUNSTONE Y WARDLAW (1984).

LOS RESULTADOS INDICAN QUE LOS NIVELES DE HUMEDAD APLICADOS EN ESTE EXPERIMENTO, NO INTERFIEREN CON LA GANANCIA DE PESO SECO MAXIMO, Y POR LO TANTO EL CRECIMIENTO DE LA SEMILLA SIGUE UNA DINAMICA NORMAL PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS.

EL ANALISIS DE VARIANZA DE ESTOS DATOS SE PRESENTAN EN EL CUADRO #4.

2.- PESO SECO DE CAPSULA:

LA DINAMICA DE CRECIMIENTO DEL PERICARPIO SE PRESENTA EN LA GRAFICA

No. 2. Esta dinámica de crecimiento es similar para los tratamientos 2,3- y 4, en lo relativo al máximo peso seco, que se alcanzó en la primera semana de mayo (día 6), y cuyos valores son .35 gr., .35 gr. y .38 gr., respectivamente, los cuales se diferencian estadísticamente ($p=.10$), del peso seco del tratamiento 1 y cuyo valor máximo fué logrado 13 días después (19 de mayo). La dinámica de crecimiento del pericarpio, para todos los tratamientos, después de llegar a su nivel máximo, tiende a la estabilización, aunque sufre ligeras fluctuaciones no significativas, durante mayo y junio. En la gráfica se observan reducciones de peso seco del pericarpio, que fluctúan entre .07 gr. y .05 gr., después de alcanzado el peso máximo, estas reducciones se consideran mínimas y como consecuencia de la variación en el material de muestreo. Los resultados de peso seco máximo del pericarpio, en este trabajo, difieren de los reportados por Nerd y Benzioni (1984) en plantas de jujoba bajo diferentes niveles de riego, -- después en su trabajo encontraron que los máximos pesos del pericarpio fueron observados a finales de mayo. Esta situación se puede explicar también en función de los resultados reportados por Wardlaw y Dunstone (1984) referente al efecto de la temperatura sobre crecimiento de fruto. Bajo las condiciones de temperatura de 21/16°C (día/noche), los autores indican que se alcanza un peso seco máximo de semilla en un período aproximado de 120 días, después de la polinización, y que el peso seco máximo de la cápsula se logra en un período aproximado de 90 días, a partir de la polinización, aproximadamente 30 días antes que el peso seco máximo de la semilla. Los resultados obtenidos en este trabajo, en Hermosillo, demuestran que el crecimiento máximo de la cápsula se logra en un período de 67 días, que anteceden en aproximadamente 40 días al peso seco máximo de la semilla.

Asimismo los resultados indican que el tratamiento 1, efectivamente afectó el crecimiento del pericarpio, sin embargo, esta situación aparentemente no tuvo consecuencias en el posterior desarrollo de la semilla ya que no se detectó, diferencia significativa en cuanto a esta variable como se indica anteriormente. El análisis de varianzas para peso seco de pericarpio se muestra en el cuadro No. 3.

3.- PRODUCCION DE ACEITE:

El contenido de aceite (porcentaje), en semilla de jobo se muestra en la gráfica No. 3.

Se observa que el contenido de aceite tiene un desarrollo lento durante el mes de abril; y ya en el mes de mayo este desarrollo del contenido de aceite tiene un incremento notable, que se comporta en forma lineal para todos los tratamientos, destacando el tratamiento 4 que se mantiene en un porcentaje mayor en todo mayo, aún cuando sufre una pequeña disminución en su porcentaje de aceite el 9 de mayo; en el mes de junio los 4 tratamientos alcanzan su máximo contenido de aceite; tratamiento 1: 48.78% de aceite, de 25 de junio; tratamiento 2: 37.81%, 2 de junio; tratamiento 3: 50%, de 25 de junio, tratamiento 4: 50.30%, 9 junio. El incremento del porcentaje de aceite, tiene un comportamiento similar al crecimiento de semilla (gráfica 1), en cuanto a tiempo, ya que los máximos alcanzados — por ambos, se registran en junio. Estos resultados del máximo porcentaje de aceite difieren de lo reportado por Dunstone, et al., (1984) con respecto a que el máximo contenido de aceite se logra cuando las semillas tienen — un 75% de su peso seco final, aunque ellos lo hallaron para plantas con — régimen de temperatura 25/16°C (día/noche) y aquí en la Costa de Hermosillo la fluctuación de temperatura durante el crecimiento de la semilla —

FUE DESDE 17°C (marzo) HASTA 31.5°C (junio).

4.- DESARROLLO:

EL RIEGO DEL 3 DE FEBRERO DE 20 CM. PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS, HIZO POSIBLE -
QUE LA LATENCIA DE LAS YEMAS FLORALES SE VIERA INTERRUMPIDA, PUESTO QUE PARA LA
ULTIMA SEMANA DE FEBRERO, TODAS LAS PLANTAS EN LOS 4 TRATAMIENTOS, YA MOSTRABAN
UN 80% DE FLORACION; ASI SE HACE NECESARIO ESTE RIEGO DE INVIERNO PARA MEJORAR-
LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTAS.

5.- PRODUCCION DE SEMILLA:

NO FUE POSIBLE HACER LA EVALUACION DE ESTE PARAMETRO DEBIDO A QUE EL MUESTREO-
QUE SE LLEVO A CABO EN CADA PLANTA, DEMERITO LA PRODUCCION. ASIMISMO, EL ESCA-
SO NUMERO DE PLANTAS POR TRATAMIENTO (5) FUE OTRO FACTOR QUE IMPOSIBILITO LA -
TOMA DE DATOS QUE FUERON CONFIABLES PARA HACER UNA DETERMINACION PRECISA.

6.- CRECIMIENTO DE BROTES:

EN LO QUE SE REFIERE A ESTA VARIABLE, SE MIDIERON LOS BROTES A LOS 7 MESES DE
HABERSE MARCADO LOS PUNTOS DE CRECIMIENTO, SE LES APLICO EL ANVA A LOS BROTES
Y TRATAMIENTOS EN RELACION AL CRECIMIENTO LONGITUDINAL Y NO SE DETECTO DIFE--
RENCIA SIGNIFICATIVA (cuadro #5). EL NUMERO DE NUDOS TAMBIEN SE CUANTIFICO Y-
TAMPOCO MOSTRO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (cuadro #6).

7.- CONSUMO DE AGUA: En el cuadro No.7 se presentan los volúmenes disponibles de agua en los 4 tratamientos al inicio del muestreo de humedad del suelo, así como el consumo respectivo en un periodo de 91 días (28 de abril al 28 de julio). El consumo de agua muestra un comportamiento lineal (gráfica No.5), en función de la humedad disponible en el suelo. El consumo de los tratamientos 3 y 4 fué 5 y 7 veces mayor que el consumo del tratamiento 1, que fué el más seco. En vista de que no se encontró diferencia significativa en las variables de crecimiento vegetativo, y peso seco de semilla, además de que el contenido de aceite de semilla fué muy similar para los cuatro tratamientos; se considera que los excedentes de consumo de agua no tuvieron efecto en el crecimiento y desarrollo de la planta.

El análisis de varianza para el consumo de agua por perfil del suelo (cuadro No. 8) solo mostró diferencia significativa en el tratamiento 2. En general se observa un patrón uniforme de abatimiento en todo el perfil muestreado en los tratamientos 1, 3, y 4. En el tratamiento 2 el consumo máximo ocurrió en el perfil 0-30, seguido por el 60-90. Considero que los excedentes en el consumo de agua de los tratamientos húmedos se debieron principalmente a la evaporación de agua de la superficie del suelo y a pérdidas por infiltración por debajo del perfil explorado en este trabajo. La humedad infiltrada a niveles inferiores de 1.50 m. puede ser utilizada por la planta, considerando que esta tiene una profundidad radicular mayor de 3m.

En el cuadro No.7 se presentan los consumos diarios calculados por el período comprendido entre el 28 de abril y el 28 de julio. El consumo mínimo fué de 4.29 Lts./planta en el tratamiento 1 y de 31.9 Lts./planta, en el tratamiento 4.

En base a los resultados obtenidos, con respecto a las variables de crecimiento y desarrollo de la jobaba evaluados en este trabajo, se considera que un volumen total de agua de .781 m³ por planta, son suficientes para lograr un completo desarrollo de fruto y no afectar por lo menos hasta el 28 de julio, el crecimiento vegetativo de la planta. Este volumen de agua equivale a una lámina de riego de 10cm. con una efectividad del 100% de aplicación.

Para establecer este consumo total de agua se calculó el consumo diario en el período comprendido entre el 28 de abril y el 28 de julio (época de máximo crecimiento y desarrollo del fruto) el valor obtenido se extrapola, multiplicando por 176 días, que corresponden a la fecha de aplicación del primer riego (3 febrero) hasta la fecha del último muestreo.

Dado que el período de muestreo ocurrió en los meses de mayor demanda evaporativa (mayo, junio, julio) se considera aceptable este máximo consumo de agua.

VIII. CONCLUSIONES.

- 1.- Se estableció la dinámica de crecimiento del fruto de jujoba, este se comporto de manera similar al reportado por otros autores, bajo condiciones de temperatura parecidas a las observadas durante el periodo de tiempo comprendido en este trabajo.
- 2.- La dinámica de acumulación de cera en la semilla de jujoba fue similar a la dinámica de crecimiento que se observó en el peso seco de la semilla. Estas dos variables alcanzan su máximos valores en el mismo periodo, lo que difiere de los resultados reportados por Wardlaw y Dunstone -- (1984).
- 3.- El crecimiento inicial de la cápsula fue afectado significativamente por los tratamientos de riego, no obstante, esta situación no afectó el desarrollo final del fruto.
- 4.- El riego inicial del 3 de febrero activó en forma significativa la -- floración de todas las plantas.
- 5.- Los riegos posteriores al primero, no afectan crecimiento y desarrollo de las plantas.
- 6.- Los consumos de agua por perfil, fueron en general iguales, no habien-- dose detectado una absorción de agua preferencial en algun perfil determinado, con excepción del tratamiento 2 en el cual la máxima absorción ocurrió en el perfil 0-90 cm.

- 7.- La humedad disponible en los perfiles del tratamiento más seco (tratamiento 1) fué suficiente para mantener una tasa de crecimiento y desarrollo de fruto similar a los tratamientos más húmedos. Se calcula que la lámina que requiere la planta en un período de 176 días (febrero-julio) en el cual se completa el desarrollo del fruto, no exceda de 10 cm., lo que equivale a un consumo de agua por planta de 781 lts.

IX.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adams, J.A., Johnson, H.B., Bingham, F.T. and Yermanos, D.M. 1977a. Gas-exchange of *S. chinensis* (jojoba) measured with a double isotope porometer and related to water stress, salt stress, and nitrogen deficiency. *Crop Science* 17: 11-15.
- 2.- Adams, J.A., Bingham, F.T., Hoffman G.F. and Yermanos, D.M. 1977b. Responses of Stomata and Water Osmotic, and Turgor Potentials of Jojoba to Water and Salt Stress.
- 3.- Al-Ani, H.A., Strain, R.B. and Mboney, H.H. 1972. the physiological ecology of diverse populations of the desert shrub. *Simmondsia chinensis*. --- *Journal of Ecology*. 60:41-57.
- 4.- Begg, J.E. 1978. Jojoba research in Australia. In: Proceedings Third International Conference on Jojoba. University of California. Riverside and the Council of Jojoba. Riverside, Calif. pp-141.
- 5.- Belsbey, A. 1982. Farming in jojoba cultivation. In: M. Puebla ed. *Memorias: IV Reunion Internacional de la jojoba*. Consejo Internacional de la Jojoba. pp.410-430.
- 6.- Benzioni, A. 1977. Fruit development and wax biosynthesis of Jojoba plants as affected by irrigation. In: *Experiment in Jojoba Cultivation in 1977*.
- 7.- Benzioni, A., Mizrahi, Y. and Nerd, A. 1980. Effects of water and fertilization regime on floral bud dormancy, fruit-set and vegetative growth of jojoba plants. In: M. Puebla ed. *IV Reunion Internacional de La Jojoba*. pp.162-171.

- 8.- Benzioni, A., Nerd, A. and Porti, M. 1982.
Effect of irrigation, fertilizing and genetic back-ground on flowering in jojoba. In: Jojoba and its uses through 1982. Proceedings of the Fifth International Conference, University of Arizona, Tucson, Az.
- 9.- C.I.A.N.O. 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola, Área de Influencia del C.A.E.C.H. S.A.R.H. 206p.
- 10.- Collatz, G.J. 1977. Influence of certain environmental factors on photo-respiration in *S. chinensis*. *Planta* 134: 127-132.
- 11.- Corella, B.R. y Meza, J. 1987. Avances agronómicos de la jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider), bajo condiciones de cultivo. En: M. Puebla ed. *Memorias IV Reunión Internacional de la Jojoba*. Consejo Internacional de la Jojoba. pp. 389-398.
- 12.- Daugherty, P.M., Sineat, H.H. and Wastler, T.A. 1953.
Industrial Raw Materials of Plant Origin.
IV. A. Survey of *Simmondsia chinensis*.
Bulletin No. 17 pp. 20-24.
- 13.- Dunstone, R.L., Tennet, M.L., Wardlaw, I.F. and Shani, A. 1984.
Effect of temperature on seed development in jojoba (*Simmondsia chinensis*: (Link) Schneider). II Wax Content and Composition.
Aust. J. Research 35: 693-700.
- 14.- Gentry, H.S. 1973. Supplement to the natural history of jojoba.
In: Haase, E.F. and Mc Guinnies, eds., *Jojoba and its uses: An International Conference*. June 1972, pp. 11-12
- 15.- Gentry, H.S. 1958. The natural history of jojoba (*Simmondsia chinensis*) -- and its cultural aspects. *Economic Botany* 12(3): 261-295.

- 16.- Gonzalez, V.F. 1980. Identificación de la población de insectos asociados en plantas de jojoba bajo condiciones de cultivo en la Costa de Hermosillo, Son.
En: Memorias IV Reunion Internacional de la Jojoba.
M. Puebla ed Consejo Internacional de la Jojoba.
México D.F. pp. 385-388.
- 17.- Green, R.A., Foster, E.O. 1933. The liquid wax of seeds of *Simmondsia Californica*. *Botanical Gazette* 94 (4): 826-828.
- 18.- Hogan, L.M. 1979. Site selection for jojoba.
Jojoba Happenings (29): 1-5.
- 19.- Katoh, M. and Kuhimoto, T. 1982. The use of jojoba oil in cosmetics in Japan. In: *Jojoba and its uses through 1982*.
University of Arizona, Tucson, Az. pp. 281-288.
- 20.- Leon de la Luz, J.L. y Fanjul, L. 1983. Densidad estomática en plantas masculinas y femeninas de jojoba (*Simmondsia chinensis*) (Link) Schneider) -- procedentes de la Costa de Sonora, México.
Biotica. Volumen 8, Número 3. 1983. pp. 302-307.
- 21.- Morales, M.A. 1984. Evaluación de Progenitores Masculinos de Jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) mediante cruzamientos en la Costa de Hermosillo, Sonora. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 83p.
- 22.- Nerd, A. and Benzioni, A. 1984. Effects of water deficits and of fruit falling on vegetative growth of jojoba. In: Wisniak, J. and Zabicky, J. eds. *Proceedings of the Sixth International on Jojoba and its uses*. Beer-Sheva Israel.
Ben-Gurion. University of the Negev.

- 23.- Ortiz, J. 1980. Avances de Investigación en la aplicación de los riego - en jojoba bajo cultivo en la Costa de Hermosillo. En: E. Puebla ed. Memorias IV Reunion Internacional de la Jojoba pp. 488-490.
- 24.- Ortil, V.B. y Ortiz, S.C. 1980. edafología 3^a Edición, Ed. Chapingo, México. pp. 307.
- 25.- Ramonet, R.R. 1980. Estudio de correlación y regresión entre características cuantitativas y la productividad en peso de semilla de jojoba. Tesis. Universidad de Sonora.
- 26.- Ramonet, R., Bernal, J., Guerrero, C. y González, F. 1981. Guía para cultivar jojoba en la Costa de Hermosillo. I.N.I.A. C.I.A.N.O. Hermosillo, Sonora, México. Folleto para productores No. 1 .12p.
- 27.- Ramonet, R.R. 1985. El Cultivo de la jojoba en el Noroeste de México. Ponencia en la Reunión Sobre Manejo de Plantas en Zonas Áridas. Saltillo, - Coahuila, México. 18p.
- 28.- Ramonet, R.R. 1986. Nuevas Perspectivas del Cultivo de la Jojoba. En: Programa de Seminarios Técnicos del C.A.E.C.H. para 1986. Hermosillo, Sonora, México. 20p.
- 29.- Reyes, M.D. 1975. Effects of Soil Aeration and Soil Temperature on Physiology of Tomato, Sunflower and Jojoba. Tesis ph Dr. Universidad de California, Riverside, U.S.A. pp. 120-169.
- 30.- Rieth, J., Richardson, W. and Storey, R. 1981. The pathway of ¹⁴CO₂ fixation in young green house grown jojoba seedlings. Jojoba Happenings 36:3.
- 31.- Robles, R.S. 1980. Producción de Oleaginosas y Textiles. 2a Edición. Ed. - Limusa, México, D.F. pp 533-548.

- 32.- Romo, L.I. 1980. Identificación de agentes causales de enfermedades fungo-
sas en jojoba cultivada en la Costa de Hermosillo, Sonora. Tesis, Escuela
de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Jalisco, México. pp.27-
28-33-47-52.
- 33.- Rost, T.L., Simper, A.D., Schell, P. and Allen, S. 1977.
Anatomy of Jojoba (*Simmondsia chinensis*) Seed and the Utilization of Li-
quid Wax During Germination.
Economic Botany, Vol. 31 No:2.
- 34.- Servicio de Conservación de Suelos. U.S.A. 1972.
Relación entre Suelo-Planta-Agua.
1a. Edición. ED. Limusa. pp 13-18.
- 35.- Sherbrooke, W.C. and Haase, E.F. 1974. Jojoba. A wax producing shrub of
the Sonora Desert. Arid Lands Resource Information Paper No5, University
of Arizona. pp. 1-31.
- 36.- Sherman, R. and Ray, D. 1978. Chromosome number in *Simmondsia Chinensis*.
Jojoba Happenings No 22.
- 37.- Shreve, F. and Wiggins 1964. Vegetation and Flora of the Sonora Desert.
Stanford University Press, Stanford, California. pp. 838-840
- 38.- Takhtajan, A.I. 1969. Flowering plants, origin and dispersal. Smithsonian
Institution Press, Washington, D.C. p. 221.
- 39.- Tal, M., Rosental, I. Abramowitz, R. and Forti, M. 1979.
Salt tolerance in *Simmondsia chinensis*: water balance and accumulation of
chloride, sodium and proline under low and high salinity. Ann. Botany.
43:701-708.
- 40.- Vaughan, J.G. 1970. The Structure and Utilization of oil seeds. Chapman
and Hall, London. pp. 20-22.

- 41.- Verdoorn, A.J. and Redington, T.F. 1978.
Composition of jojoba seeds and foliage. Journal Agric. Food Chemistry. -
26(6): 1456-1459.
- 42.- Wardlaw, I.F., Begg, J.E., Bagnall, D. and Dunstone, R. 1983.
Jojoba: temperature adaptation as expressed in growth and leaf function.
Aust. J. Plant Ph. 10:299-317.
- 43.- Wardlaw, I.F. and Dunstone, R.L. 1984.
Effect of temperature on seed development in jojoba: I Dry Matter Changes.
Aust. J. Research. 35:685-691.
- 44.- Yermanos, D.M. 1974 Agronomic Survey of Jojoba in California. Economic Botany 8:160.
- 45.- Yermanos, D.M. 1979. A crop whose time has come.
California Agriculture. 33:4-11.

X.- A P E N D I C E

- A) CUADRO No. 1
Características químicas y físicas del suelo en el experimento de tratamientos de riego en jojoba.
- B) CUADRO No. 2
Análisis de la calidad de agua para riego en el cultivo de la jojoba.
- C) CUADRO No. 3
Anva. Peso seco capsula.
- D) CUADRO No. 4
Anva. Peso seco semilla.
- E) CUADRO No. 5
Anva. Crecimiento en longitud de jojoba en 7 meses.
- F) CUADRO No. 6
Anva. Nudos en jojoba de 7 meses.
- G) CUADRO No. 7
Consumo total de H_2O en plantas de jojoba en el perfil 0-1.5 m. (m^3 /planta).
- H) CUADRO No. 8
D.M.S. consumo total por perfil.
- I) GRAFICA No. 1
Dinámica de crecimiento de semilla de jojoba en cuatro tratamientos de riego. Hermosillo, Sonora 1986.
- J) GRAFICA N. 2
Dinámica de crecimiento de capsulas de jojoba en cuatro tratamientos de riego. Hermosillo, Sonora 1986.

K) GRAFICA No. 3

Dinámica del contenido de aceite (%) en semilla de jobo en cuatro tratamientos de riego. Hermosillo, Sonora 1986.

L) GRAFICA No. 4

Promedio semanal de temperatura en el período marzo-junio en Hermosillo, Sonora 1986.

M) GRAFICA No. 5

Consumo total de agua en plantas de jobo en función de la humedad disponible en el perfil del suelo (0-1.5 m) expresado en M^3 .

CUADRO No. 1.- CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS DEL SUELO EN EL EXPERIMENTO DE TRATAMIENTOS DE RIEGO EN JOJOBA.

FACTOR ANALIZADO	RESULTADO
PH	7.5
Conductividad Eléctrica	0.5 mmhos/cm a 25°C
Nitrógeno Nítrico	17.0 kg/ha
Nitrógeno total	7.0 kg/ha
Materia Orgánica	0.59 %
Fósforo Soluble	55.0 kg/ha
Saturación	32.5 %
Capacidad de campo	15.6 %
Punto de marchitamiento permanente	8.5 %
Humedad aprovechable	7.1
Textura	Migajón arenoso
Velocidad de infiltración	1.5-1.5 cm/hora

FUENTE : Avance de investigación en la aplicación de los riegos de jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) bajo cultivo en la Costa de Hermosillo. M.C. Ortiz, M.J. 1980.

CUADRO No. 2.- ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO EN EL CULTIVO DE LA JOJOBA.

FACTOR ANALIZADO	RESULTADOS
pH	7.2
CARBONATOS	0.0
BICARBONATOS	2.92 Me/lit
CLORUROS	0.68 " "
SULFATOS	1.10 " "
CALCIO + MAGNESIO	3.43 " "
SODIO	1.20 " "
TOTAL DE SALES SOLUBLES	3.00 PPM
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	4.70 Micromhos/cm a 25°C
RAS	0.92 %
PSI	1.10

FUENTE: Avance de investigación en la aplicación de los riegos de jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) schneider) bajo cultivo en la Costa de Hermosillo. M.C. -- Ortiz, M.J. 1980.

CUADRO No.3 ANVA. PESO SECO CAPSULA.

F.V.	GL	SC	CM	F.PES.	F.T.	
TOTAL	15	.66			5%	1%
BLQUES	3	.145	.048	3.87	3.86	6.69
TRATAMIENTOS	3	.404	.134	10.37		
ERROR	9	.112	.012			

CUADRO No.4 ANVA. PESO SECO SEMILLA.

F.V.	GL	SC	CM	F.PES.	F.T.	
TOTAL	15	.163			5%	1%
BLQUES	3	.014	4.90	.675	3.86	6.89
TRATAMIENTOS	3	.033	.027	3.81		
ERROR	9	.065	7.26			

CUADRO No.5.ANVA. CRECIMIENTO EN LONGITUD DE JOJOBA EN
7 MESES.

F.V.	GL	SC	CM	F.OBS.	F.T.	
					5%	1%
TOTAL	15	78.67				
BLOQUES	3	22.45	7.98	1.20	3.36	6.99
TRATAMIENTOS	3	.330	.11	.017		
ERROR	9	55.88	.620			

CUADRO No.6. ANVA. NUDOS EN JOJOBA DE 7 MESES.

F.V.	GL	SC	CM	F.OBS.	F.T.	
					5%	1%
TOTAL	15	15.76				
BLOQUES	3	2.13	.712	.486	3.36	6.99
TRATAMIENTOS	3	.454	.151	.103		
ERROR	9	13.17	1.46			

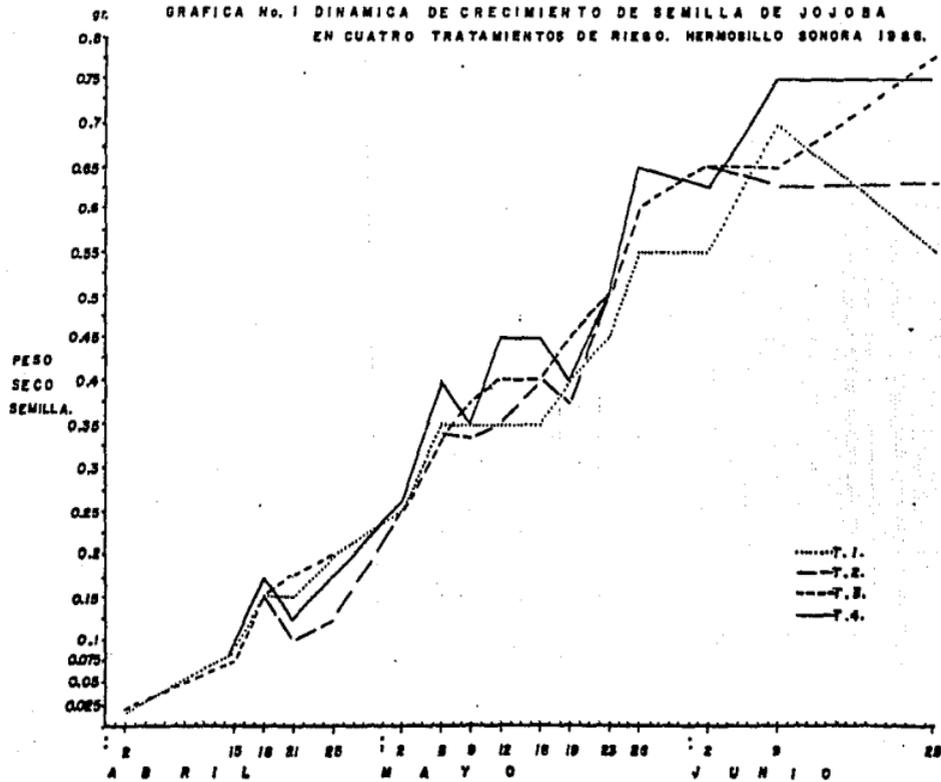
CUADRO No. 8. D.M.S. CONSUMO DE H₂O POR PERFIL DEL SUELO (M³).

PERFIL TRATS.	0-30cm.	30-60cm.	60-90cm.	90-1.20cm.	1.2-1.5cm.
1	.2281	.0386	.0945	.1394	.0114
2	a .2994	b .1173	b .1830	c .0236	c .0628
3	1.4225	1.4075	1.4708	1.335	.9725
4	2.44	2.3125	2.315	2.045	2.07
		F.T..05	4.12		
		VALOR t	2.179		

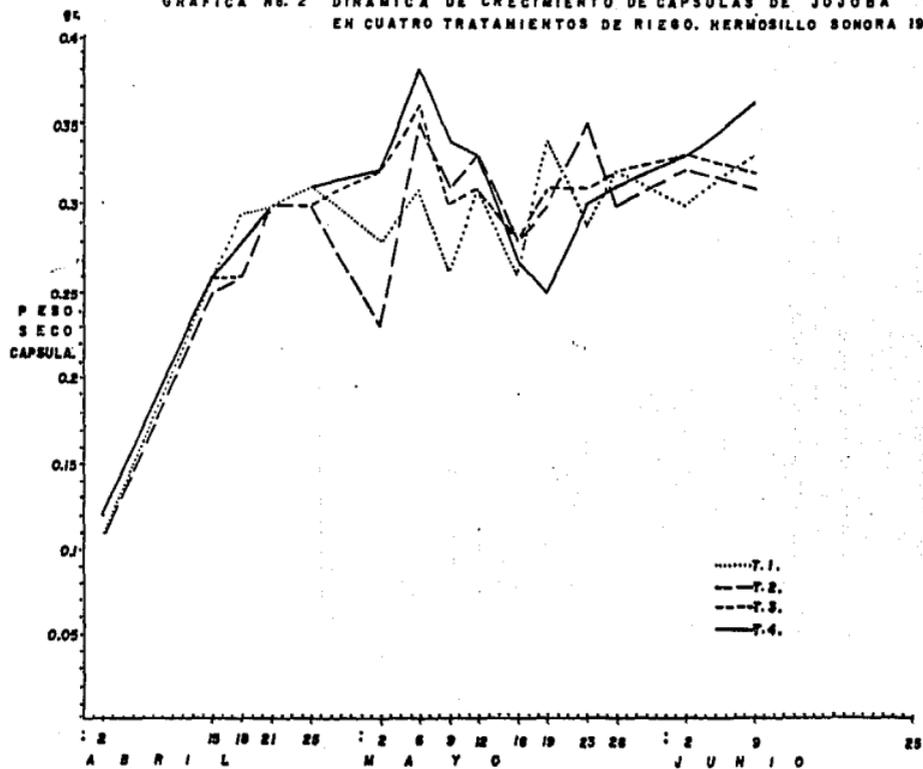
CUADRO No. 7. CONSUMO TOTAL DE H₂O EN PLANTAS DE JOJOBA EN EL PERFIL 0-1.5m. (m³/PLANTA).

TRATS.	VOL. INICIAL	CONSUMO (91 DIAS)	CONSUMO/DIA (28 ABRIL A 28 JULIO)	CONSUMO. (176 DIAS)
1	1.911	.4049	.09443	1.781
2	2.19	.6423	.00705	1.242
3	3.345	1.5408	.01693	2.980
4	4.250	2.9907	.03187	5.610

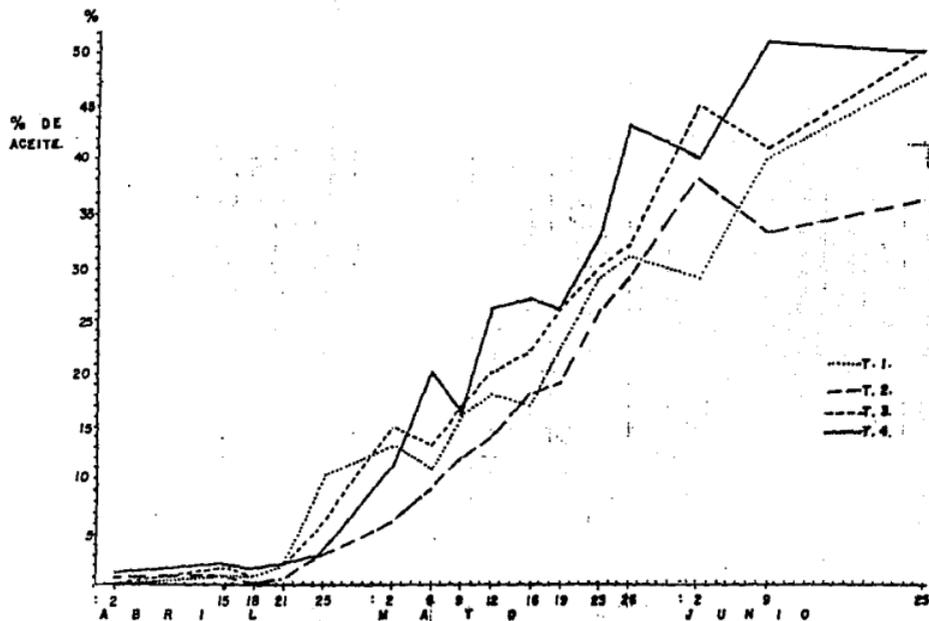
GRAFICA No. 1 DINAMICA DE CRECIMIENTO DE SEMILLA DE JOJOBA
 EN CUATRO TRATAMIENTOS DE RIEGO. HERMOBILLO SONORA 1966.



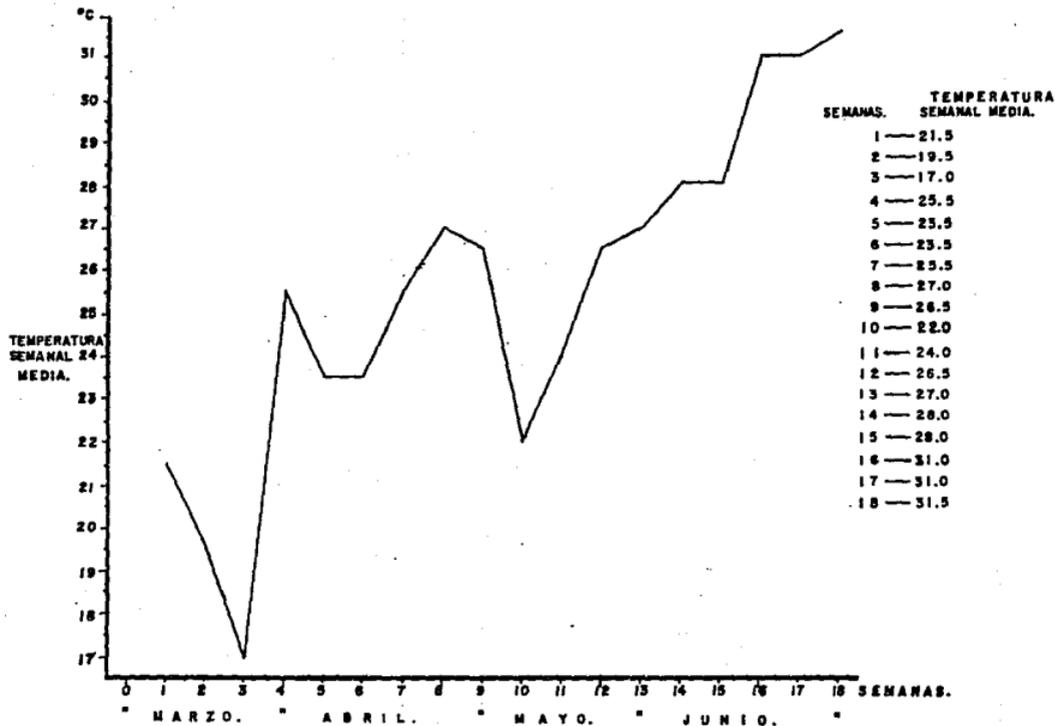
GRAFICA No. 2 DINAMICA DE CRECIMIENTO DE CAPSULA DE JOJOBA
 EN CUATRO TRATAMIENTOS DE RIEGO. HERMOSILLO SONORA 1986.



GRAFICA No. 3 DINAMICA DEL CONTENIDO DE ACEITE (%) EN SEMILLA DE JOJOBA EN CUATRO TRATAMIENTOS DE RIEGO. HERMOSILLO SONORA 1986.



GRAFICA No. 4 PROMEDIO SEMANAL DE TEMPERATURA EN EL PERIODO MARZO-JUNIO.
EN HERMOSILLO SONORA 1966.



GRAFICA No. 6 CONSUMO TOTAL DE AGUA EN PLANTAS DE JOJOBA EN FUNCION DE LA HUMEDAD DISPONIBLE EN EL PERFIL DEL SUELO (0-15m) EXPRESADO EN m³

