

ESTUDIO DE CORRELACION Y REGRESION ENTRE CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS  
Y LA PRODUCTIVIDAD EN PESO DE SEMILLA DE JOJOBA CULTIVADA *Simmondsia -*  
*chinensis* (LINK) Schneider, EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA

T E S I S

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Manuel Ricardo Ramonet Razcón

Como requisito parcial para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo con  
especialidad en Fitotecnia

Diciembre de 1980

# Repositorio Institucional UNISON



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



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

# I N D I C E

	Pág.
Introducción -----	1
Literatura Revisada -----	3
Materiales y Métodos -----	18
R e s u l t a d o s -----	21
D i s c u s i ó n -----	32
Resumen y Conclusiones -----	39
B i b l i o g r a f í a -----	39
A p é n d i c e -----	45

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.- Coeficientes de correlación y significancia de las variables independientes y el rendimiento .....	21
Cuadro 2.- Evaluación del modelo incluyendo todas las variables, analizado por el método general de regresión múltiple .....	22
Cuadro 3.- Evaluación independiente de las variables y su efecto en el modelo general, por el método de regresión "STEPWISE" .....	23
Cuadro 4.- Ecuaciones de regresión correspondientes a los modelos de variables por el método "STEPWISE" .....	24
Cuadro 5.- Ecuaciones de regresión correspondientes a las variables en forma independiente (excepto $V_3$ ) por el método "STEPWISE" .....	25
Cuadro 6.- Datos originales obtenidos de 147 plantas - de jojoba de seis años de edad .....	26
Cuadro 7.- Rendimiento promedio de semilla por planta de jojoba y límites de confianza durante los cinco primeros años de producción .....	29
Cuadro 8.- Producción de semilla de jojoba bajo condiciones de cultivo comercial en la Costa de Hermosillo .....	30

## INTRODUCCION

La jojoba es una especie silvestre en proceso de domesticación. El campo de investigación en sus aspectos agronómicos es muy amplio y debido al lento crecimiento de la planta se ha desarrollado más lentamente.

Un problema desde el punto de vista agronómico y una ventaja para el mejoramiento genético, es la variabilidad entre plantas que se encuentran en las poblaciones silvestres y cultivadas.

La variación entre plantas dificulta la determinación de las mejores prácticas de fertilización, control de organismos dañinos y niveles óptimos de humedad. El rendimiento de semilla de jojoba en términos comerciales es desconocido por lo que su rentabilidad es incierta; no obstante, se considera un cultivo promisorio cuando las alternativas de producción con limitantes de agua son mínimas.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la variabilidad de la jojoba, producto de su carácter alogámico de reproducción, da un amplio margen de selección de individuos con características más convenientes para cultivar. Cuando se desconocen los componentes de rendimiento, la selección individual de plantas se hace en función de su producción; sin embargo, esto resulta ser poco exitoso al desconocerse las condiciones de desarrollo de la planta que se selecciona. Aparte de lo anterior, la productividad de semilla de jojoba está también en función de la edad de la planta, factor muy difícil de calcular en las plantas silvestres.

Siendo el mejoramiento genético mediante la selección de plantas una de las áreas prioritarias para lograr la domesticación de la jojoba, se vió la necesidad de conocer sus características que pudieran servir como indicadores de selección. Por esta razón se realizó - el presente trabajo con el fin de determinar la correlación de algunas características de plantas de jojoba y el grado en que éstas afectaban la producción de semilla.

Otro de los objetivos de este trabajo, es el de aportar al conocimiento general de la jojoba datos sobre el rendimiento de semilla bajo cultivo en base al cual se pueda determinar la relación beneficio-costos de su explotación

## LITERATURA REVISADA

Gentry (13) en 1958, publicó: "The Natural History of Jojoba *Simmondsia chinensis* and Its Cultural Aspects", lo cual representa el trabajo que más ha aportado a su conocimiento. Daugherty (5) en 1953, publicó el trabajo titulado: "Industrial Raw Materials of Plant origin. IV. A Survey of *Simmondsia chinensis* (Jojoba)" donde analiza en forma extensa las posibilidades de uso industrial que tiene la cera líquida que se extrae de la semilla de jojoba. La revisión más completa de literatura de jojoba es el trabajo realizado por Sherbrooke y Haase (38), donde se citan 214 autores con 256 artículos relacionados con jojoba. En 1977 Yermanos (40), actualizó la recopilación bibliográfica de jojoba hasta esa fecha. En 1980 Parra (33), publicó una revisión bibliográfica actualizada hasta esta fecha, de las más completas escritas en español.

## NOMENCLATURA

El nombre común de la jojoba, viene del nombre pápago Hohowi - tomado por los colonizadores españoles (14). Botánicamente se le conoce como *Simmondsia chinensis*, no obstante existe discusión al respecto (5,14,27,37).

La jojoba ha sido nombrada *Simmondsia chinensis*, *Simmondsia californica* ó *Buxus chinensis*. La confusión tiene su origen tanto en sus características botánicas como en un desafortunado error. En 1822, el botánico inglés H.L. Link colectó ejemplares de plantas en una visita al Suroeste de Estados Unidos. Las muestras posteriormente se mezclaron,

con especies que fueron colectadas de China por el mismo Link. Originalmente éste botánico desingó a la jojoba dentro del género *Buxus*. En 1844 Nuttall clasificó unos especímenes que él había colectado en San Diego, California, EUA, como un género monotípico *Simmondsia* en honor del naturalista F.W. Simmonds. Esta designación la mantuvo Tieghem en 1897 y más tarde Schneider en 1907. Un estudio más reciente efectuado en 1966, concluye que al revisar la anatomía y morfología floral de la jojoba, ésta probablemente no pertenece a la familia Buxaceae, aunque se acepta su similitud. Actualmente se ha aceptado más comunmente el monotípico género *Simmondsia*, existiendo aún la controversia en lo que respecta a la especie. Las reglas internacionales de la nomenclatura indican que su nombre original *chinensis* se debe mantener (3,5,14,26,27, 37,38).

#### H A B I T A T

La jojoba es nativa de la región geográfica conocida como el Desierto Sonorense. Crece en el Noroeste de México en los estados de Sonora y Baja California y regiones aldeañas de Arizona y Sur de California en los Estados Unidos. Se encuentra distribuida en una superficie de 258,888 kilómetros cuadrados entre 25°y 31°de latitud Norte y 109°y 117°de latitud Oeste donde los suelos son generalmente infértiles y la precipitación varía de 38-46 cm anuales (13,31,42,44).

En Sonora la distribución natural de jojoba está limitada a las regiones costeras. Murrieta (29) en 1976, define tres áreas preliminares donde crece la jojoba silvestre en Sonora: La región de San Carlos que se encuentra en una área comprendida entre 28.4°a 27.9°latitud Norte y 110.8°a 111.5°de longitud Oeste se estimó para el invierno, una pre



cipitación promedio de 46.9 mm, para la primavera 3.7, para el verano 121.8 y para el otoño 62.53 mm; mientras que las temperaturas son de 16.07°, 21.38°, 30.10° y 25.4°C respectivamente. La vegetación asociada con la jojoba, mencionando únicamente la más frecuente es: *Bursera microphylla*, *Jatropha cuneata*, *Larrea tridentata*, *Lemairocerus thurberi* y *Pachycerus pringlei*. La elevación sobre el nivel del mar fluctúa entre los 5 y 10 metros en el área visitada. Otra área de distribución de jojoba es el Cerro de San Nicolás, localizado entre 29° latitud Norte y 112.1° longitud Oeste, con una precipitación promedio de 45 mm - para el invierno, 3.26 para la primavera, 68.05 en el verano y 39 mm durante el otoño; las temperaturas son de 14.05°, 20.14°, 30.31° y 24.68° C respectivamente. La vegetación asociada es la misma que en San Carlos a excepción de la presencia de *Cercidium microphyllum* en lugar de *Lemairocerus thurberi*. La zona que se ha identificado más al norte es la de Puerto Libertad, que se encuentra entre los 29.5° y 30.3° latitud - Norte y los 112.4° y 112.8° longitud Oeste; la precipitación media en el invierno es de 37.4 mm, 3.4 en la primavera, de 77.39 en el verano y 37.4 mm en el otoño, la temperatura es de 14.35, 20.22, 30.10 y - 24.15°C respectivamente. La vegetación asociada con la jojoba en esta localidad es *Bursera microphylla*, *Cercidium microphyllum*, *Fouquieria splendens* y *Jatropha* sp. (29).

En Estados Unidos en California, las poblaciones de jojoba se encuentran a lo largo de la Costa Sur, así como en las áreas desérticas tierras adentro. En Arizona en las regiones desérticas del Sur, cerca del Río Colorado, hacia el Este esporádicamente a través de todo el estado y al Norte después de Phoenix y la reservación india de San Carlos. A través del área de distribución de jojoba hay poblaciones aisladas

das que varían de unos cuantos individuos hasta 500 por hectárea (17).

La jojoba usualmente está restringida a suelos desérticos de arena gruesa bien drenados. Generalmente son suelos de Ph neutro a alcalino con abundancia de fósforo y sujetos a la deshidratación anual, (13). Yermanos (44), indica un rango de Ph de 5 a 8.

El mejor desarrollo de la jojoba se observa en áreas con precipitación mayor de 300 mm al año. No obstante se encuentra en el desierto donde la precipitación es menor de 125 mm anuales. Parece que la planta está limitada en estos sitios a las áreas de mayor escurrimiento como son las orillas de arroyos y entradas de vertientes o cañones. Son más importantes para la supervivencia de la planta las lluvias lentas del invierno y primavera que logran mayor penetración de humedad que las fuertes de verano, las cuales ordinariamente humedecen solamente los niveles superficiales del suelo. *Simmondsia* tolera fluctuaciones diarias de temperatura de 1°C bajo cero a 4°C durante la mañana. En verano se alcanzan temperaturas de 43°C a 46°C. Las plantas adultas resisten temperaturas hasta de 10°C bajo cero sin un daño serio. Las plántulas no obstante son sensibles a las heladas ligeras de 3°o 4°C bajo cero y se ha reportado que algunas flores han sido destruidas por heladas tardías aún permaneciendo como botones florales. Temperaturas altas causan quemadura y pérdida de semilla cuando el fruto está en desarrollo (13).

Yermanos (46), reportó que cuando la temperatura alcanza 5° a 6°C bajo cero, las flores y porciones terminales de las ramas jóvenes de la mayoría de las plantas de jojoba son dañadas. Considerando que el daño por heladas en la primera floración del año puede no ser tan destructivo como en la última floración puesto que la planta tendrá suficiente -

tiempo para compensar con una nueva floración la pérdida de las primeras. Un muestreo de temperaturas efectuado durante dos años en sitios de distribución natural de jojoba aportó los siguientes datos: a) La temperatura mínima de sitios con exposición hacia el Sur a 1500 m de elevación fueron más altas que aquellas que se registraron al nivel del mar a la misma latitud. b) Las plantas adultas no fueron dañadas seriamente cuando la temperatura bajó a 9°C bajo cero. c) Se observó nieve sobre el suelo durante el mes de enero en sitios donde crecía la jojoba silvestre. d) Las temperaturas altas no tienen efecto adverso a menos que éstas excedan de 50°C (46).

## L A P L A N T A

Existe una gran variedad de forma de planta dentro de las poblaciones silvestres y cultivadas de jojoba; en términos generales es un arbusto con varios tallos o ramas principales que emergen de la corona de la raíz. Su altura varía de 50 a 60 cm hasta más de 3 m dependiendo de las condiciones de desarrollo. Se consideran dos hábitos de crecimiento bien definidos, en los cuales la precipitación juega un papel determinante, éstos son: cuando la planta crece en ambientes secos, el desarrollo de la planta es corto, observándose muerte regresiva; esto se refleja según el autor en plantas con entrenudos cortos y mayor número de ramas laterales, lo que dá por resultado a través de los años, arbustos densos, bajos y con ramas amontonadas entre sí, por otra parte en climas húmedos se fomentan arbustos más altos de brotes largos con menos ramas laterales (13).

Durazo (7), consignó tres tipos bien definidos de desarrollo de la planta de jojoba; esférico, vertical y rastrero, indicando que el de tipo

vertical se encontró en porcentaje más alto y el mayor rendimiento se obtuvo de las plantas de crecimiento de tipo esférico.

Yermanos (46) considera el hábito de crecimiento vertical como uno de los componentes de rendimiento más importantes, algunos experimentos se han desarrollado con el fin de obligar a la planta hacia un desarrollo de este tipo (41, 46).

## L A R A I Z

La raíz pivotante es una de las principales características de la planta de jojoba. La principal tendencia de la raíz al germinar la se milla es la de alcanzar la máxima penetración posible de acuerdo a la condición del suelo y la reserva de la semilla. La raíz logra profundizar 30 a 40 cm para cuando la parte aérea emerge a la superficie (13). Se calcula que durante los primeros años, la raíz de jojoba crece un ran go de dos a tres veces el crecimiento de la parte aérea (37). Cada plan ta adulta de jojoba tiene varias raíces pivotantes que desarrollan de repetidas bifurcaciones debajo de la corona. Se desconoce la máxima pro fundidad que alcanza la raíz, se han observado raíces a profundidades de 2.40 a 3.60 m (13). En el Campo Agrícola Experimental de la Costa de - Hermosillo se observó crecimiento de la raíz a profundidad de 3.8 m en plantas de 30 meses de edad en suelo migajón arenoso (32).

Gentry (13), comenta que no se han observado raíces absorbentes o rizomas en la parte superficial, excepto cuando los estratos más profundos del suelo impiden el crecimiento hacia abajo. El autor apunta que un volúmen relativamente grande del suelo es desaprovechado por el sistema radicular de la jojoba. Sugiere que las raíces adventicias superfi

ciales obtenidas del enraizamiento de estacas podría ser la respuesta para incrementar la absorción de humedad y minerales al estimularse el desarrollo de un sistema más grande de raíces absorbentes.

Yermanos (46) en 1979, observa que las raíces al alcanzar la máxima profundidad de las macetas y salir fuera de la columna del suelo, se cortan los ápices de crecimiento lo que provoca el inicio de varias raíces fibrosas laterales. Si las macetas están cerradas estas raíces laterales no desarrollan, al contrario la raíz continúa con su crecimiento pivotante en una forma elicoidal, el cual persiste sin cambiar en la vida posterior de la planta. Para asegurar un sistema radicular fibroso sugiere que las macetas no descancen directamente en el suelo, para evitar que la raíz siga su forma normal de crecimiento.

## H O J A S

Las hojas de jojoba varían de tamaño, forma, espesor y color, a sí como en la cantidad de pubescencia. Algunas de estas formas de hojas están correlacionadas con otros caracteres tales como hojas y semilla pequeñas. La variación de las dimensiones de las hojas podría ser resultado en gran parte de las condiciones del suelo más que por factores genéticos. Las hojas aparentemente viven durante dos o tres estaciones dependiendo de las condiciones de humedad y de sombra (13, 14).

Digest, citado por Yermanos (39), sugiere que la persistencia de las hojas durante todo el año, podría ser el resultado de una modificación en la economía de agua de la planta, similar a la observada en algunos árboles, en los cuales la humedad atmosférica es absorbida por las hojas y la evaporación por los poros de la epidermis es inhibida, de

tal forma que la hoja suministra humedad a la planta. Yermanos indica que esta asunción no se basó en información reciente, y nuevos descubrimientos tienden a descartar la efectividad de las hojas en el su ministro de agua a la planta.

Gentry (13), observó que algunos arbustos se defolían más fácil que otros y se encuentran sin hojas en la época de cosecha, sugiriendo que este carácter podría ser muy ventajoso para cierto tipo de operaciones de cosecha.

En términos generales las hojas de jojoba son gruesas, opuestas, generalmente en posición vertical, cubiertas de una capa cerosa lo que evita mayor evaporación; la epidermis es pubescente con estomas en igual número en ambos lados. Son de forma oblonga, el color varía de verde, verde amarillento, grisáceo, glauco grisáceo ó glauco azulado (13,14)

## F L O R E S

*Simmondsia chinensis* es una planta dioica (13,14.27.44). Las flores pistiladas son pequeñas, de color verde pálido y se encuentran en forma solitaria en las axilas de las hojas y la bifurcaciones de las ramas. Generalmente sólo en una de las dos áxilas del nudo se forma una flor, permaneciendo la yema opuesta en letargo. Son inodoras y carecen de nectareos que atraigan insectos para polinizarlos; el polen es pesado, aunque se cree que es transportado por el viento a más de 800m de distancia (12,13,14).

La flor masculina se reconoce fácilmente a diferencia de las pequeñas flores femeninas. Se producen en racimos de pequeñas flores ama

rillas, también formadas en el axis de las hojas siguiendo el mismo patrón que las flores femeninas (13).

Los botones florales comienzan a aparecer en el invierno, primavera o durante el otoño. Bajo condiciones de riego, Durazo (8), reportó que la producción de botones florales en el Campo Agrícola Experimental de la Costa de Hermosillo ocurre durante todo el año. El desarrollo de los botones florales, debido a factores desconocidos, puede persistir por unos cuantos hasta varios meses. Estos botones florales permanecen en letargo hasta que el clima es más tibio hasta final del invierno; las flores masculinas empiezan a alargarse, se vuelven amarillas y finalmente liberan el polen; las flores femeninas desarrollan en una forma más lenta, éstas se hinchan y en unas pocas semanas adquieren un diámetro de 3 a 5 mm. Si hay disponibilidad de polen cuando la flor femenina se vuelve receptiva, y son fertilizadas, las cápsulas desarrollan hasta alcanzar la madurez en el verano (31).

Bajo condiciones de riego en la Costa de Hermosillo el mayor porcentaje de floración y fecundación se realiza en los meses de enero a marzo (8).

Gentry (13) en 1958, sugiere que la sequía es el factor más importante que inhibe la floración. Indica también que las temperaturas frías de invierno inhiben el desarrollo de las flores por lo que concluye que la sequía de verano y las temperaturas frías del invierno, concentran la floración durante la primavera. Cuando existe humedad en el suelo durante la primavera hasta el verano, como ocurre en condiciones de riego, se provoca un crecimiento casi continuo acompañado por floración.

Forti (11) en 1972, reportó que en las plantaciones efectuadas en Israel, la floración tiene lugar durante un período largo, usualmente de Enero a Abril y varía de planta a planta. Indica que su habilidad de reaccionar rápidamente a las condiciones ambientales y producir flores en diferentes períodos, podría estar relacionado con la característica típica de la planta de producir yemas florales durante un período largo del año. Sugiere también que puesto que las flores aparecen en las axilas de las hojas recién formadas a lo largo de los nuevos brotes, el rendimiento está asociado directamente con la actividad vegetativa de la planta.

Las últimas investigaciones realizadas sobre los aspectos fisiológicos de la floración realizadas en Australia, indican que los botones florales requieren de temperaturas bajas para llegar a la antesis, según los resultados de experimentos de invernadero a diferentes variaciones de temperatura, se encontró que 18°C durante el día y 13°C durante la noche por espacio de 21 días, provocó la apertura de la mayor cantidad de botones florales, (6), lo que indica la importancia de las temperaturas bajas de invierno para la floración de la primavera siguiente.

#### S E M I L L A

Las flores femeninas de jojoba están constituidas por un ovario del cual se desarrolla una cápsula. Esta es ovoide y trilocular, puede producir tres semillas y en algunos casos se produce sólo una por aborción de las otras dos (24).

Las semillas provenientes de cápsulas que producen una sola, -



son ovaladas y aproximadamente de 15 mm de longitud. La cubierta de la semilla es color café oscuro y, cubierta esporádicamente con tricomas unicelulares. El extremo de la semilla donde se localiza el micrópilo es ligeramente puntiagudo, encontrándose en esta región el embrión. La chalaza se encuentra en el extremo más plano y ligeramente más cubierto de tricomas. La epidermis de la semilla está cubierta de células macroesclerosadas alargadas, lo cual da una apariencia de pequeñas cúpulas (35).

Benzioni (4) de la Universidad de Ben-Gurion en Israel reportó en 1978 que: El fruto aumentó en peso fresco por un período de 70 a 85 días después de la antesis. el crecimiento del fruto y óvulos fue exponencial. El primer amarillamiento de los frutos apareció aproximadamente 75 a 85 días después de la antesis, cuando el peso fresco del fruto alcanzó 2.8 a 3 gr y los óvulos 1.4 a 1.6 gr. El período de crecimiento más fuerte de los óvulos ocurrió entre 40 y 80 días después de antesis. Generalmente sólo uno de los tres óvulos desarrolla por cápsula. El rango de peso de óvulos a peso de frutos alcanzó 0.5 al primer estadio de amarillamiento (4).

#### EL ACEITE DE JOJOBA Y SUS USOS

Al analizar el aceite de jojoba obtenido por presión hidráulica de la semilla, Greene y Foster (16) en 1933, encontraron que a excepción del valor de saponificación las características de éste, eran prácticamente idénticas a las del aceite obtenido de la ballena "SPERM" o Cachalote. Concluyeron estos investigadores que la semilla de jojoba no contenía aceite propiamente, sino cera líquida y que por la similitud con el aceite de ballena, podría tener valor como lubricante.

La jojoba es la única planta conocida del reino vegetal que contiene una cera líquida en su semilla, y así curiosamente el aceite de ballena es también la única cera líquida del reino animal (18,19,21,28)

Después del reporte de Greene y Foster, McKinney y Jamieson (25) confirmaron los resultados de sus colegas; demostraron que el aceite de jojoba no es un triglicérido como todos los demás aceites conocidos, si no que era una cera líquida, constituida casi completamente de ésteres de alto peso molecular, ácidos mono-estilénicos y alcoholes. Se repor--tan como principales constituyentes los siguientes compuestos:

	%
Acidos Saturados -----	1.64
Acido Palmitoleico -----	0.24
Acido Oleico -----	0.66
Acido Eicosanoico -----	30.30
Acido Diacosanoico -----	14.20
Eicosanol -----	14.60
Dicosanol -----	33.70

Estos descubrimientos fueron de gran trascendencia para el desarrollo de la investigación en jojoba en diferentes disciplinas, en virtud del potencial que se veía como sustituto del aceite de ballena. Muchos investigadores en el área química se dedicaron y se sigue investi--gando sobre la utilidad del aceite de jojoba.

La cera líquida se encuentra aproximadamente formando parte del 50% del peso de la semilla (3,10,27). Se extrae por los medios conven--cionales utilizados para la obtención del aciete de semilla de algodón, también puede ser extraído mediante solventes, al ser éste separado por destilación; el residuo constituye el aceite de color amarillento (18, 23).

Una característica muy importante es que al calentar el aceite repetidas veces hasta 370°C, no sufre cambios importantes, (5), reportándose que el color característico desaparece al calentarlo a 300°C, (25). Su composición química tan particular sugiere un campo amplísimo de investigación y de aplicaciones desde los lubricantes, plastificantes y cosméticos y muchos otros usos posibles (18).

Mediante la hidrogenación del aceite de jojoba, se produce una cera cristalina con un punto de fusión de 70°C de excelente dureza. Los puntos de fusión para la cera de carnauba que es la más dura que existe es de 85°C, varios grados y tipos de candelilla se funden a temperaturas de 64° a 77°C. En este sentido se ve la posibilidad de que la jojoba sea sustituto de otras ceras vegetales, (21). La cera de jojoba tiene uso potencial como cera abrillantadora para muebles, pisos y automóviles (19).

El aceite de jojoba puede aceptar mayor cantidad de azufre que el de ballena, más de 25% (25). El aceite sulfurizado de jojoba ha sido patentizado como ingrediente que provoque el secado rápido de la tinta en las imprentas y como componente de lubricantes expuestos a presiones muy elevadas entre otras (20).

El aceite de jojoba es soluble en solventes orgánicos comunes como: Benceno, eter de petróleo, cloroformo, tetracloruro de carbono y disulfuro de carbono; pero es inmiscible en alcohol y acetona.

La pureza y su simplicidad natural así como su estabilidad, hacen del aceite de jojoba un producto muy valioso. Otra propiedad es la de tener una resistencia tal a la oxidación que puede ser almacenado por varios años sin que presente rancidez (15).

La jojoba es uno de los pocos productos agrícolas conocidos que contienen altas proporciones de cadenas largas de ácido y alcoholes de 20 y 22 átomos de carbono. Los ácidos pueden servir como intermediarios en la preparación de compuestos químicos para la producción de desinfectantes, surfactantes, detergentes, lubricantes, agentes secadores, emulsificantes, resinas, plastificantes, fibras y cubiertas protectoras y anticorrosivos. Los alcoholes eicosenol y docosenol pueden ser usados en la preparación de cremas y unciones, fabricación de lubricantes, surfactantes, también como plastificantes y emulsificantes, así como anti-espumantes y muchos otros productos (18).

Otra área de aplicación para el aceite de jojoba es como agente controlador de las fermentaciones espumosas de la penicilina y la cefalosporina (34). También se ha sugerido como vehículo para algunos medicamentos dado que por sus características el aceite puede pasar por el tracto digestivo sin ser asimilado.

Se ha sugerido que la pasta residual de la extracción del aceite, puesto que contiene de 26 a 32% de proteínas, podría ser utilizado como alimento para animales. Algunas investigaciones preliminares indican que la pasta de jojoba es tóxica para monogástricos (30). Zambrano y Cajal (47), reportan que no se observó síntoma aparente de intoxicación de vaquillas alimentadas con 1.5 kg diarios de pasta de jojoba, combinadas con paja de trigo y melaza, encontrándose un incremento en peso de 449 gr diarios en las vaquillas. Concluyen los citados investigadores que para recomendar la utilización de la pasta de jojoba en la alimentación de rumiantes es necesario determinar la posible presencia del compuesto tóxico Simmondsin en los tejidos y conocer el proceso de descomposición y/o eliminación de este compuesto del organismo.

## PRODUCTIVIDAD DE LA JOJOBA

Las plantas de jojoba en Todos Santos, Baja California, establecidas bajo condiciones de temporal, tuvieron en el tercer año de edad un rendimiento por planta de 250 gr, siendo los valores menores de 50 gr y de 600 los más altos, el cuarto año de establecidas; según se reporta algunos individuos produjeron hasta 2 kg (33).

Haciendo una revisión del comportamiento general de la plantación de jojoba, bajo condiciones de temporal, en Vista, California con edad de 13 años, Yermanos y Holmes (40), registraron como máxima producción en una planta 2.381 kg, tres plantas excedieron 2.0 kg, trece produjeron más de 1.0 kg y 61 produjeron menos de 1.0 kg. Basándose en los mejores rendimientos en esta plantación, sugiere la posibilidad de lograr rendimientos de 3,300 y 4,464 kg/ha en plantaciones de seis y doce años de edad respectivamente.

En publicaciones posteriores, Yermanos (45, 46) ha indicado que rendimientos de 3,500 kg/ha, en plantaciones de nueve a diez años parecen ser una expectativa realista.

Gentry (13) en 1958, reportó un rendimiento de 226 gr por planta a la quinta cosecha de Vista California. En el jardín botánico Huntington, también en California, se reportan rendimientos de 2,265 gr por planta, en individuos de 12 a 15 años y 14.7 kg en plantas de 22 a 25 años de edad. El mismo autor coincide con Daugherty (5) en que es posible lograr una producción de 2.4 ton/ha en plantaciones de más de 10 años de edad.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo del presente estudio, se realizó en el lote de jojoba localizado en el Campo Agrícola Experimental del CIANO en la Costa de Hermosillo. Los datos fueron obtenidos de 147 plantas femeninas a la edad de seis años. No se utilizó diseño experimental, las variables evaluadas fueron:

- (V<sub>2</sub>) Rendimiento de semilla en gr/planta
- (V<sub>3</sub>) Número de semillas por planta
- (V<sub>4</sub>) Diámetro de plantas (copa)
- (V<sub>5</sub>) Altura de plantas
- (V<sub>6</sub>) Número de ramas laterales
- (V<sub>7</sub>) Número de ramas principales

El número de ramas principales se determinó contando aquellas ramas que emergían de la corona de la raíz hasta una altura de 10 cm, considerando como ramas laterales las bifurcaciones principales que se producían después de esta altura.

Las plantas objeto de estudio fueron establecidas en el mes de octubre de 1972 mediante el sistema de trasplante por maceta de plántulas provenientes de semilla, en plano a una separación igual entre hileras y plantas de 1.80 m. Este lote cuenta con un total de 464 plantas con relación de sexo de 1:1. El suelo en el cual se encuentran plantadas es de textura franco-arcilloso, en este lote no se han realizado labores de fertilización. Se han efectuado prácticas culturales como deshierbes manuales y podas ligeras en la parte inferior, ésto último para facilitar la recolección de la semilla. Se han regado anualmente con una lámina total de agua aproximada de 50 cm, distribuída en el siguien

te calendario:

Lámina aproximada

1er. riego en octubre -----	10 cm
2do. riego en diciembre -----	10 cm
3er. riego en marzo -----	10 cm
4to. riego en abril -----	10 cm
5to. riego en julio -----	10 cm

En el apéndice se muestran los datos de precipitación y temperatura registrada en la estación meteorológica del CAECH durante cinco años.

En 1968 se hicieron dos aplicaciones de los insecticidas IMIDAN y NUVACRON para el control de *Homalodisca lacerta*. (Flower)

Para realizar el análisis de correlación y regresión múltiple, los datos recabados se ordenaron y fueron enviados al Centro de Cálculo del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México, en donde se efectuó el análisis "Sistema de Análisis Estadístico" (SAS). En el anexo se encuentran los datos obtenidos de la computadora enviados de la Cd. de México.

Por otra parte para calcular la productividad de la jojoba, con las plantas anteriormente mencionadas se siguió un registro de producción individual hasta el séptimo año de edad, con éste se calculó la media de producción por planta para cada año de cosecha durante los primeros cinco años de producción. Con el fin de lograr un cálculo preciso de la producción de jojoba por unidad de superficie, se estimó la media de producción considerando el número total de plantas (147) en el lote, independientemente si produjeron o no semilla.

Se calculó el intervalo de confianza a un 95% de probabilidad, mediante una prueba de hipótesis para las medias utilizando los valores de T en la siguiente forma:

$$\bar{x} \pm t_c \sqrt{\frac{S}{N}}$$

Donde:  $t_c = 1.98$  en un nivel de confianza de 95% y más de 120 - grados de libertad y

$$S = \frac{CM}{\sqrt{n-1}}$$



RESULTADOS

Al interpretar los datos obtenidos del análisis de correlación y regresión múltiple efectuado con las variables de número de semillas por planta ( $V_3$ ), diámetro de plantas ( $V_4$ ), altura de plantas ( $V_5$ ), número de ramas laterales ( $V_6$ ), número de ramas principales ( $V_7$ ) y como variable dependiente el rendimiento en gr/planta, se determinó el grado de asociación que guardan éstas y su influencia en el rendimiento. En los cuadros que a continuación se presentan se observan los resultados obtenidos mediante los valores de los coeficientes de correlación ( $r$ ) y determinación ( $r^2$ ).

CUADRO No. 1. COEFICIENTES DE CORRELACION Y SIGNIFICANCIA DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES Y EL RENDIMIENTO

VARIABLES INDEPENDIENTES	r	SIGNIFICANCIA
No. de semilla/planta ( $V_3$ )	0.875	P = 0.0001
Diámetro de planta ( $V_4$ )	0.404	P = 0.0001
Altura de planta ( $V_5$ )	0.414	P = 0.0001
No. de ramas laterales ( $V_6$ )	0.205	P = 0.0124
No. de ramas principales ( $V_7$ )	0.187	P = 0.0230

En el cuadro anterior se puede apreciar la correlación que existe entre el rendimiento expresado en gr y en número

ro de semillas, así como el valor de (r) para la altura y diámetro de la planta que es menor, y de poca importancia la asociación del rendimiento con las variables de número de ramas laterales y principales.

Mediante el análisis de regresión se determinó la relación entre el rendimiento y las variables consideradas. En el cuadro 2, se observan algunas características del modelo considerado en el presente estudio.

CUADRO 2. EVALUACION DEL MODELO INCLUYENDO TODAS LAS VARIABLES, ANALIZADO POR EL METODO GENERAL DE REGRESION MULTIPLE.

MODELO DE VARIABLES	$r^2$	C.V.%	Valor de F	SIGNIFICANCIA
$V_2/V_3 - V_7$	.7960	36.24	109.22	P 0.0001

La información del cuadro anterior indica que efectivamente el rendimiento de la semilla de jobjoba expresado en gramos está altamente determinado por las características de las variables consideradas en el modelo; en otras palabras, el rendimiento está en función de: el número de semillas que produce la planta, el diámetro y altura de planta, así como el número de ramas principales y laterales que ésta tenga.

Ahora bien, para determinar cual de las variables consideradas es la que influye en forma principal en la expresión del rendimiento de la planta, se requiere de analizar por separado cada uno de los factores. En el cuadro 3, se evalúan cada una de las variables en forma independiente, así como su efecto al incluirla en el modelo.

CUADRO 3. EVALUACION INDEPENDIENTE DE LAS VARIABLES Y SU EFECTO EN EL MODELO GENERAL, POR EL METODO DE REGRESION "STEPWISE"

MODELO DE VARIABLES	$r^2$	VALOR DE F	SIFNICANCIA
$V_2/V_3$	0.7667	473.25	0.0001
$V_2/V_3, V_5$	0.7912	271.09	0.0001
$V_2/V_3, V_5, V_9^*$	0.7964	185.16	0.0001
$V_2/V_3, V_4, V_5, V_9$	0.7973	138.73	0.0001
$V_2/V_4$	0.1639	28.44	0.0001
$V_2/V_5$	0.1718	30.09	0.0001
$V_2/V_6$	0.0423	6.41	0.0124
$V_2/V_7$	0.0351	5.28	0.0230
$V_2/V_8^*$	0.1892	33.84	0.0001
$V_2/V_9$	0.0390	5.89	0.0165

\* Se incluye ( $V_8$ ) que es el volumen total de planta obtenida por la multiplicación de ( $V_4 \times V_5$ ) y ( $V_9$ ) que es el número total de ramas obtenido por la multiplicación de ( $V_6 \times V_7$ ).

En el cuadro anterior podemos ver que: a excepción del modelo de variable  $V_2/V_7$  que es significativo, todos los demás modelos de variables son altamente significativos. Si se considera el valor de F del modelo  $V_2/V_3$  se aprecia que este modelo sigue siendo el principal en la expresión del rendimiento; sin embargo, al incluir las otras variables,

aunque el valor de F disminuye el coeficiente de determinación aumenta confirmando ésto que el modelo sigue siendo adecuado. lo que es una clara indicación de la significación de las variables bajo estudio. No obstante ésto no indica que cualquiera de las variables excepto  $V_3$ , pudieran ser consideradas en un momento dado como buenas indicadores del posible rendimiento de la planta, puesto que los coeficientes de determinación de estas variables en forma independiente son muy bajos.

Para predecir el rendimiento de una planta de jojoba en función de las características estudiadas en este trabajo, se presentan en el cuadro siguiente las ecuaciones de regresión obtenidas con los mayores coeficientes de determinación.

CUADRO 4. ECUACIONES DE REGRESION CORRESPONDIENTES A LOS MODELOS DE VARIABLES POR EL METODO "STEPWISE"

MODELO DE VARIABLES	ECUACION DE REGRESION
$V_2/V_3$	$V_2 = 0.4734 (V_3) + 76.0154$
$V_2/V_3, V_5$	$V_2 = 0.4461 (V_3) + 2.0117 (V_5) - 149.0071$
$V_2/V_3, V_5, V_9$	$V_2 = 0.4506 (V_3) + 2.4073 (V_5) - 0.1485 (V_9) - 156.1329$
$V_2/V_3, V_4, V_5, V_9$	$V_2 = 0.4478(V_3) + 0.5885(V_4) + 2.0602(V_5) - 0.1712(V_9) - 179.3768$

Al analizar el cuadro anterior se puede ver que en todas las ecuaciones está considerada la variable ( $V_3$ ) que corresponde al número de semillas por planta, se puede tener bastante confiabilidad al presedir el rendimiento con la ecuación  $V_2/V_3$  considerando la significancia estadística mencionada en el cuadro 3 para este modelo, ya que la diferencia en los coeficientes de correlación no son muy diferentes en los otros

modelos resultaría más sencillo. No obstante lo anterior, ésto es de poca aplicación práctica pues se requiere de la presencia de la semilla - para calcular el rendimiento. De tal manera que para predecir el rendimiento en función de características que siempre estén presentes en la planta hay que recurrir a las ecuaciones para los modelos de las variables en forma independiente que se presentan en el cuadro 5.

CUADRO 5. ECUACIONES DE REGRESION CORRESPONDIENTES A LAS VARIABLES EN FORMA INDEPENDIENTE (EXCEPTO  $V_3$ ) POR EL METODO "STEPWISE".

MODELO DE VARIABLE	$r^2$	ECUACION DE REGRESION
$V_2/V_4$	0.1639	$V_2 = 4.8755 (V_4) - 220.9765$
$V_2/V_5$	0.1718	$V_2 = 5.0632 (V_5) - 223.9463$
$V_2/V_8$	0.1892	$V_2 = 0.0226 (V_8) - 35.4118$

Como se aprecia en el cuadro anterior los valores de ( $r^2$ ) son bajos a pesar de que son altamente significativos, por lo que la predicción con estas variables no sería precisa, ésto se explica por el grado de variabilidad en las plantas de jojoba, la cual está en función del genotipo de cada individuo. Lo anterior se argumenta en base a que el rendimiento mínimo encontrado en las 147 muestras fue de 0 gr, siendo el máximo de 1442 gr.

En el siguiente cuadro se presentan los datos originales obtenidos de las 147 plantas objeto de estudio, en dicho cuadro se puede apreciar la variabilidad existente en la población muestreada, principalmente en lo que respecta al rendimiento.

CUADRO 6.- DATOS ORIGINALES OBTENIDOS DE 147 PLANTAS DE JOJOBA DE 6 - AÑOS DE EDAD.

No.de Obs.	Rend. Gr./Plta. (v <sub>2</sub> )	No.Sem/planta (v <sub>3</sub> )	Diámetro de Plta. (v <sub>4</sub> )	Alturas de Plta. (v <sub>5</sub> )	No.ramas laterales (v <sub>6</sub> )	No. ramas ppales. (v <sub>7</sub> )
1	200	204	190	190	19	12
2	125	318	85	95	11	7
3	200	194	145	180	23	10
4	280	464	115	120	25	22
5	80	119	65	80	18	9
6	620	137	145	140	17	14
7	350	539	140	130	13	12
8	270	514	115	100	11	9
9	950	995	130	140	20	11
10	1065	1755	180	150	25	10
11	100	126	90	95	13	7
12	20	13	95	100	12	9
13	170	190	165	155	23	20
14	358	562	105	100	29	8
15	430	801	140	125	24	10
16	80	174	125	130	18	13
17	830	1222	120	130	24	13
18	1410	1282	135	125	15	10
19	1000	1949	165	125	23	13
20	30	20	140	155	34	14
21	0	0	165	140	21	15
22	275	430	105	100	19	13
23	490	727	140	165	17	18
24	180	221	140	125	25	11
25	620	1067	145	170	17	21
26	330	464	105	115	12	13
27	675	845	150	150	29	20
28	565	775	150	180	24	21
29	1442	2426	135	160	26	17
30	165	243	165	100	23	23
31	325	498	130	135	18	17
32	605	1095	190	150	36	31
33	505	750	135	120	20	10
34	1150	1595	135	165	17	15
35	450	920	130	145	18	18
36	690	1280	135	150	25	11
37	60	55	155	125	24	10
38	845	1357	135	140	25	17
39	45	62	115	145	20	11
40	80	135	80	130	1	1
41	0	0	130	105	36	19
42	725	720	160	115	16	6
43	220	288	135	105	34	13
44	115	177	150	135	33	24

## CONTINUACION CUADRO

No.de Obs.	Rend. Gr./Plta. (v <sub>2</sub> )	No.Sem/ planta (v <sub>3</sub> )	Diámetro de Plta. (v <sub>4</sub> )	Alturas de Plta. (v <sub>5</sub> )	No.ramas laterales (v <sub>6</sub> )	No.ramas ppales. (v <sub>7</sub> )
45	130	339	125	100	20	8
46	340	332	140	130	25	12
47	60	160	100	95	14	7
48	190	180	135	105	22	16
49	0	0	70	55	10	7
50	390	756	100	100	23	13
51	660	1079	145	165	20	9
52	60	39	115	105	30	11
53	585	818	150	130	28	13
54	255	331	140	95	21	14
55	410	608	135	125	25	15
56	305	467	145	125	30	14
57	390	788	175	170	38	24
58	695	870	145	130	20	13
59	390	1683	125	125	28	11
60	300	425	130	130	27	10
61	190	277	100	110	16	8
62	560	783	150	115	27	11
63	345	537	130	135	23	9
64	180	228	130	105	26	10
65	360	791	120	140	29	14
66	1325	1965	175	155	46	13
67	660	1243	125	130	23	10
68	30	60	100	90	19	10
69	410	1227	140	120	28	16
70	60	151	100	105	21	15
71	555	1014	145	125	24	15
72	230	398	120	100	18	11
73	120	179	130	120	32	14
74	335	745	115	105	25	13
75	30	35	100	100	20	11
76	1135	2755	180	170	35	17
77	330	490	150	135	20	13
78	860	1801	100	95	11	7
79	470	522	155	150	20	10
80	30	50	120	105	17	13
81	250	568	130	150	18	9
82	485	910	130	115	18	11
83	290	507	150	120	28	18
84	330	536	120	110	15	11
85	175	241	105	115	23	11
86	535	743	150	125	20	14
87	250	411	140	135	16	9
88	630	1304	120	110	22	14
89	105	144	125	115	14	7
90	480	1004	115	105	11	9

CONTINUACION CUADRO

No.de Obs.	Rend. Gr./Plta.	No.Sem/ planta	Diámetro de Plta.	Alturas de Plta.	No.ramas laterales	No.ramas ppales.
	(V <sub>2</sub> )	(V <sub>3</sub> )	(V <sub>4</sub> )	(V <sub>5</sub> )	(V <sub>6</sub> )	(V <sub>7</sub> )
45	130	339	125	100	20	8
46	340	332	140	130	25	12
47	60	160	100	95	14	7
48	190	180	135	105	22	16
49	0	0	70	55	10	7
50	390	756	100	100	23	13
51	660	1079	145	165	20	9
52	60	39	115	105	30	11
53	585	818	150	130	28	13
54	255	331	140	95	21	14
55	410	608	135	125	25	15
56	305	467	145	125	30	14
57	390	788	175	170	38	24
58	695	870	145	130	20	13
59	390	1683	125	125	28	11
60	300	425	130	130	27	10
61	190	277	100	110	16	8
62	560	783	150	115	27	11
63	345	537	130	135	23	9
64	180	228	130	105	26	10
65	360	791	120	140	29	14
66	1325	1965	175	155	46	13
67	660	1243	125	130	23	10
68	30	60	100	90	19	10
69	410	1227	140	120	28	16
70	60	151	100	105	21	15
71	555	1014	145	125	24	15
72	230	398	120	100	18	11
73	120	179	130	120	32	14
74	335	745	115	105	25	13
75	30	35	100	100	20	11
76	1135	2755	180	170	35	17
77	330	490	150	135	20	13
78	860	1801	100	95	11	7
79	470	522	155	150	20	10
80	30	50	120	105	17	13
81	250	568	130	150	18	9
82	485	910	130	115	18	11
83	290	507	150	120	28	18
84	330	536	120	110	15	11
85	175	241	105	115	23	11
86	535	743	150	125	20	14
87	250	411	140	135	16	9
88	630	1304	120	110	22	14
89	105	144	125	115	14	7
90	480	1004	115	105	11	9



## CONTINUACION CUADRO

No.de Obs.	Rend. Gr./Plta.	No.Sem/ planta	Diámetro de Plta.	Alturas de Plta.	No.ramas laterales	No.ramas ppales.
	(V <sub>2</sub> )	(V <sub>3</sub> )	(V <sub>4</sub> )	(V <sub>5</sub> )	(V <sub>6</sub> )	(V <sub>7</sub> )
91	385	575	95	70	19	8
92	655	1170	165	135	22	11
93	960	1278	125	120	25	20
94	290	556	100	85	21	12
95	40	48	130	120	15	13
96	155	971	115	100	23	12
97	70	140	70	85	17	12
98	280	378	100	95	15	10
99	150	285	105	100	23	12
100	120	234	130	125	24	12
101	405	766	90	130	18	11
102	910	2867	130	95	19	11
103	125	262	105	120	36	18
104	450	662	110	130	27	15
105	410	915	80	95	14	10
106	415	701	120	110	35	10
107	870	2230	140	120	29	14
108	915	873	115	130	30	12
109	490	863	115	100	29	13
110	130	196	105	100	20	9
111	505	649	115	120	17	10
112	175	208	85	95	18	7
113	265	277	90	65	12	12
114	150	221	90	85	16	6
115	455	577	145	150	26	15
116	585	1089	110	110	23	14
117	220	228	95	90	16	10
118	100	76	95	110	26	10
119	380	1003	100	105	26	18
120	70	64	105	100	18	10
121	420	766	95	110	21	10
122	310	334	105	120	23	11
123	1000	1672	165	185	26	14
124	50	143	115	80	19	11
125	530	1284	150	140	37	18
126	240	474	90	95	8	3
127	295	336	105	130	23	11
128	855	1369	150	155	26	9
129	310	278	110	100	14	6
130	610	1565	130	115	22	15
131	205	-	100	135	23	9
132	540	1064	115	100	18	15
133	850	1667	130	125	24	17
134	630	1121	120	125	19	12
135	440	788	140	135	28	18

CONTINUACION CUADRO

No.de Obs.	Rend. Gr./Plta.	No.Sem/ planta	Diámetro de Plta.	Alturas de Plta.	No.ramas laterales	No.ramas ppales.
	(v <sub>2</sub> )	(v <sub>3</sub> )	(v <sub>4</sub> )	(v <sub>5</sub> )	(v <sub>6</sub> )	(v <sub>7</sub> )
136	370	568	155	150	24	19
137	255	376	110	125	26	10
138	450	1060	125	115	17	14
139	330	439	105	140	31	14
140	100	317	65	95	25	8
141	280	400	160	145	18	16
142	430	671	105	90	16	15
143	95	326	85	80	17	9
144	140	237	130	130	27	13
145	30	55	125	90	15	11
146	180	866	120	90	19	14
147	0	0	160	155	29	15

PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA

La variabilidad existente en el rendimiento de semilla por planta de jojoba es una de las limitantes para estimar la producción por hectárea. Esto ha dificultado establecer la relación beneficio-costo al hablar de jojoba cultivada, por tal razón tratando de establecer la productividad de la jojoba bajo cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo se calculó la media de producción y los intervalos de confianza en la forma descrita en el capítulo referente a Materiales y Métodos. En el cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos

CUADRO 7. RENDIMIENTO PROMEDIO DE SEMILLA POR PLANTA DE JOJOBA Y LIMITES DE CONFIANZA DURANTE LOS CINCO PRIMEROS AÑOS DE PRODUCCION.

COSECHA	EDAD EN AÑOS A LA COSECHA	MEDIA/PLANTA EN GR	LIMITES DE CONFIANZA AL 95% DE PROBABILIDAD (GR)
1era.	3 1/2	24.19	10.73 ----- 36.65
2da.	4 1/2	171.78	133.41 -----210.15

Continuación cuadro 7.....

COSECHA	EDAD EN AÑOS A LA COSECHA	MEDIA/PLANTA EN GR	LIMITES DE CONFIANZA AL 95% DE PROBABILIDAD (GR)
3ra.	5 1/2	322.99	276.92 -----369.06
4ta.	6 1/2	378.73	328.16 -----429.30
5ta.	7 1/2	496.95	420.13 -----573.75

Este modelo se sugiere como guía para estimar la producción de semilla de jojoba en función de la edad y que sirva como auxiliar para evaluar los resultados de experimentos que se realicen en jojoba.

Para calcular la productividad de la jojoba en las plantaciones comerciales se utilizó una población obtenida mediante muestreos en los campos cultivados con jojoba en la Costa de Hermosillo, en estos muestreos se encontró que existe una proporción de plantas de 52.8% masculinas y 47.2% de femeninas en un sistema de trasplante a separación de 3 mt entre hilera y 1,5 m entre plantas, con tres plantas por maceta resultando en 1879 plantas femeninas por hectárea, (9).

Basados en los datos anteriores, el rendimiento por hectárea de jojoba cultivada se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO 8. PRODUCCION DE SEMILLA DE JOJOBA BAJO CONDICIONES DE CULTIVO - COMERCIAL EN LA COSTA DE HERMOSILLO

COSECHA	EDAD EN AÑOS A LA COSECHA	RENDIMIENTO MEDIO EN KG/HA	LIMITES DE CONFIANZA AL 95% DE PROBABILIDADES KG/HA.
1ra.	3 1/2	45	20 ----- 68
2da.	4 1/2	323	250 ----- 395
3ra.	5 1/2	606	520 ----- 693
4ta.	6 1/2	712	616 ----- 806
5ta.	7 1/2	933	789 ----- 1078

En el cuadro anterior se puede apreciar que la primera cosecha significativa se espera hasta el cuarto año de edad, también se puede observar que hasta la última cosecha que incluye este trabajo hay un incremento en la producción año con año sin indicios de alternancia en la producción.

## DISCUSION

De los trabajos realizados en Israel sobre mejoramiento genético de jofoba, Abramovich, Tal y Forti (1) en 1976 reportaron que al comparar las características de las ramas y hojas en las plantas de mayor producción con aquellas que rendfan la menor cantidad de semilla no encontraron correlación entre los factores analizados, estos fueron longitud de los entrenudos, número de ramas, dirección de los brotes laterales, ángulo entre la hoja y la rama, área foliar, peso fresco y peso seco por unidad de área foliar.

Por su parte Yermanos (45), menciona que los componentes de rendimiento que se consideran más significativos son: semilla grande, alto contenido de aceite, flores en todos los nudos, floración temprana (que escape al daño de heladas), inicio de producción antes del quin-to año, producción alta año con año y hábito de crecimiento vertical.

El rendimiento de semilla de jofoba es un factor cuantitativo, tal y como ocurre en otras plantas, la productividad está en función de la interacción de todas sus características. Lo importante desde el punto de vista del mejoramiento de las plantas es definir el grado en que una característica determina el rendimiento, de tal manera que se identifiquen los componentes de rendimiento más importantes y en base a ésto hacer selección de plantas, o hacer cruzamientos con plantas que posean alguna de estas características, con el fin de combinarlos todos en un ideotipo.

Como se indica en el capítulo anterior el análisis de regresión múltiple, mostró que el modelo considerado fue adecuado, no obstante al

estudiar en forma individual cada una de las características se vió que únicamente incluyendo la variable ( $V_3$ ) número de semilla por planta en cualquiera de las ecuaciones de regresión se podría llegar a hacer una predicción confiable del rendimiento, ésto obviamente tiene poca aplicación práctica puesto que se requiere de la presencia de la semilla - que es precisamente el rendimiento al expresarlo en peso.

Lo interesante en este sentido es el hecho de que el número de semillas por planta tiene una correlación positiva con el rendimiento, lo que significa de que a diferencia de lo que sugiere Yermanos (46), - la producción de semilla de tamaño pequeño en lugar de semilla de tamaño grande sería más conveniente en términos del rendimiento por hectárea, sin embargo es necesario estudiar en forma directa la correlación del tamaño de semilla con el rendimiento para ser más objetivos en este punto.

Plantas altas y con diámetro de follaje amplio pueden ser consideradas como posibles buenas productoras, aunque éstas son características que según se ha visto están muy expuestas a alteraciones por las condiciones ambientales más que por el genotipo, por lo que se sugiere hacer selección en base a estas características sólo cuando se tienen antecedentes de las condiciones hídricas, edáficas y climáticas en las que se ha desarrollado la planta.

Características cualitativas como son fructificación en racimo, fructificación continua en todos los nudos y tamaño grande de cápsula no se presentan asociadas en la mayoría de las plantas en las que se ha encontrado la más alta producción, en algunas plantas, no precisamente las más productoras, en parte de sus ramas se encuentran fruc-

tificaciones en racimos, los cuales varían de tres hasta nueve y en algunos casos más cápsulas por pedicelo, esto posiblemente sea la respuesta de genotipos específicos a las condiciones ambientales.

Otro carácter cualitativo es el de hábito de crecimiento estando siempre presente el vertical y esférico en las plantas de mejor producción, sugiriéndose seleccionar preferentemente aquellas plantas con crecimiento vertical por la facilidad que presentan para realizar la cosecha.

La combinación de estas últimas características en una planta, mediante el cruzamiento genético proporcionaría la planta ideal, sin embargo es muy alta la probabilidad de que el proceso de hibridación natural a la que ha estado expuesta *Simmondsia* durante tantos años, haya ya producido el ideotipo buscado, únicamente resta encontrarlo ya sea en las poblaciones silvestres o en las cultivadas.

La domesticación de una planta es un método de mejora en el sentido de que proporciona, cuando se hace con éxito, tipos domésticos que son superiores a los que se tenían anteriormente (2). El mejoramiento genético de *Simmondsia* mediante cruzamientos para obtener ideotipos de plantas sería sumamente largo debido principalmente al carácter dioico de la planta y la lentitud de su desarrollo. Es por esto que la domesticación de esta especie se contempla lograr mediante la selección de plantas superiores agronómicamente y la propagación vegetativa a fin de establecer poblaciones clonales. El objetivo fundamental de este procedimiento es el de obtener a más corto plazo plantaciones con rendimientos superiores a las actuales, uniformidad en la plantación tanto en hábito de crecimiento como floración y cosecha, de tal manera que

sea posible la aplicación de las técnicas agronómicas más eficientes, control de organismos dañinos, fertilización, irrigación y cosecha mecánica. La propagación vegetativa ha provocado discrepancias en el sentido de que el sistema radicular pivotante, característico de jojoba, es transformado a uno más superficial y fibroso (13,36,46); se ha sugerido que esta característica aumentaría la capacidad de absorción de nutrientes y humedad del suelo en plantaciones bajo riego debido a que este sistema radicular superficial explora una mayor cantidad de suelo.

No obstante si consideramos que la explotación de jojoba ha provocado interés es precisamente por su capacidad de desarrollar en zonas de baja precipitación, por lo que se asume que sus requerimientos hídricos son muy bajos. Para ser eficientes en la utilización del recurso agua en las zonas áridas *Simmondsia chinensis*, se presenta como una alternativa viable y su aprovechamiento estará bien entendido si su cultivo se desarrolla en áreas donde la producción de cultivos básicos es poco factible.

El objetivo fundamental del cultivo de la jojoba en las áreas marginadas, es lograr producir cualquier cosa superior a cero en zonas que por diversas causas estarían condenadas a la improductividad.

Por otra parte la explotación intensiva de jojoba estará en función de la estabilidad del mercado, de la disponibilidad de material vegetativo homogéneo y con un mayor potencial de rendimiento, disponibilidad de cosecha mecánica y la certeza de una producción base para proteger la inversión mínima.



## RESUMEN Y CONCLUSIONES

La Jojoba *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider, es una especie nativa del desierto sonorense. Esta planta ha despertado interés, dado el valor industrial de la cera líquida extraída de su semilla y la capacidad que tiene de desarrollarse en condiciones de clima desértico, por lo que se contempla como la alternativa de producción agrícola más viable para áreas marginadas.

Siendo el mejoramiento genético mediante la selección de plantas una de las áreas prioritarias para lograr la domesticación de la jojoba, se vio la necesidad de conocer aquellas características de planta que pudieran servir como indicadores de selección, por lo que se realizó el presente trabajo con el fin de determinar la correlación de algunas características de plantas de jojoba y el grado en que estas afectaban la producción de semilla.

Otro de los objetivos es el de aportar al conocimiento general de esta planta datos sobre el rendimiento de semilla de jojoba bajo cultivo, en base al cual se pueda determinar la relación beneficio-costo de su explotación.

El presente estudio se realizó mediante la toma de datos en 147 plantas femeninas de jojoba de seis años de edad, localizadas en la plantación del CIANO en el Campo Agrícola Experimental de la Costa de Hermosillo. Con los datos obtenidos se efectuaron análisis de correlación y regresión múltiple en el Centro de Cálculo del Colegio de Postgraduados en Chapingo, Méx., considerando las siguientes variables: Rendimiento en gr/planta como variable dependiente ( $V_2$ ), número de se

milla por planta ( $V_3$ ), altura de planta ( $V_4$ ), diámetro de planta ( $V_5$ ), número de ramas laterales ( $V_6$ ) y número de ramas principales ( $V_7$ ).

La otra parte del trabajo consistió en recopilar los datos del rendimiento individual de estas mismas plantas a través de todo su historial productivo. Para ésto se determinó la media de producción por - planta y mediante una prueba de hipótesis para las medias, se calculó el intervalo de confianza de producción de semilla de jojoba en sus primeros cinco años de cosecha.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- 1) El modelo considerado para calcular el rendimiento en base a las cinco variables analizadas, resultó altamente significativo, lo que indica que es adecuado; ésto es, que el rendimiento se ve afectado por el número de semillas que la planta produce, el diámetro y la altura que tenga la planta, así como el número de ramas laterales y principales que ésta tenga.
- 2) Estimar el rendimiento de jojoba en función única de alguna de las variables consideradas, excepto el número de semilla por planta sería poco confiable, dado que el valor del coeficiente de determinación para esas variables en forma independiente resultó bajo. Predecir el rendimiento en función del número de semilla por planta obviamente resulta de poca utilidad.
- 3) Debido a que el coeficiente de correlación para el número de semillas por planta según los análisis de correlación y regresión, fueron altos y altamente significativos, es posible pensar que la produc--ción de semilla de tamaño pequeño es preferible para tener un mayor ren

dimiento, no obstante se sugiere realizar análisis de correlación y regresión para tamaño de semilla y rendimiento con el fin de ser más objetivos en este sentido.

4) Características de fructificación en racimos y fructificación continua en todos los nudos, son factores que lógicamente incrementan la producción, no obstante en las plantas de mayor productividad no se ha observado su asociación; sin embargo, se considera que una planta con estas características y con hábito de crecimiento vertical conforman el ideotipo de planta de jojoba.

5) Según el historial de producción de las plantas evaluadas, ésta se inicia al tercer año de edad, siendo su primer cosecha significativa hasta el cuarto año con una media de producción por planta de 170 gr, lo cual se calcula en una producción por hectárea de 323 kg, al considerar una población de 1879 plantas femeninas por hectárea.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ABRAMOVICH, R.M. TAL and M. FORTI. 1976. Selection and improvement of *Simmondsia*. In: La Jojoba Memorias de la II Conferencia Internacional sobre la jojoba y su Aprovechamiento. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F. p. 89.
- 2) ALLARD, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas Trad. de la 1era. ed. en inglés por José L. Montoya. Omega, Barcelona. p. 41.
- 3) BACKER, H.G. 1965. Plants and civilization. Wadsworth Publishing Co. Belmont, California Fundamentals of botany series. p. 175.
- 4) BENZIONI, A. 1978. Fruit development and wax biosynthesis in Jojoba. *New Phytologist* 81. p. 107.
- 5) DAUGHERTY, P.M. H.H. SINEATH and T.A. WASTER, 1958. Industrial raw materials of plant origin. IV. a survey of *Simmondsia chinensis* (jojoba). *Economic Botany* 12, 296-306.
- 6) DUNSTONE, R.L. 1980. Jojoba flower buds: temperature and photoperiod effects in breaking dormancy. *Aust. J. Agric. Res.* 31, 727-737.
- 7) DURAZO, B.J.U. 1980. Estudio de selección de plantas de jojoba en base a producción. In:(Pacheco, M.F.). 1980. Avances de la Investigación CIANO No. 4. CIANO-INIA-SARH. p. 54.

- 8) DURAZO, B.J.U. 1980. Estudio fenológico de plantas de jojoba bajo cultivo. In: (Pacheco, M.F.). 1980. Avances de la Investigación CIANO. No. 4. CIANO-INIA-SARH. p. 53.
- 9) \_\_\_\_\_ 1980. Estudio poblacional y relación de sexo encontrado en dos poblaciones de jojoba *Simmondsia chinensis* en la Costa de Hermosillo. Seminario Técnico. Campo Agrícola Experimental de la Costa de Hermosillo. CIANO-INIA-SARH, p. 9.
- 10) FORE, S.P., F.C. MAGNE and W.G. BICKFORD. 1958. Epoxidized jojoba oil as a stabilizer for vinyl chloride containing plastics. American oil chemists Society, Journal, 35 (9): 469-472.
- 11) FORTI, M. 1973. *Simmondsia* studies in Israel. In: E.F. Haase and W.G. McGinnies, eds., Jojoba and its uses: and International Conference, University of Arizona, office of arid Lands studies Tucson, Arizona. p. 15.
- 12) GENTRY, H.S. 1955. Apomixis in black pepper and jojoba. Journal of heredity, 46 (1): 8.
- 13) \_\_\_\_\_ 1958 The natural history of jojoba *Simmondsia chinensis* and its cultural aspects. Economic Botany 12 (3): 261-295.
- 14) \_\_\_\_\_ 1965. A desert boxwood still in the desert. Boxwood - Journal 5: 32-36.
- 15) GONZALEZ, A.M.M. 1978. Obtención de alcoholes grasos CIS monoinsaturados por saponificación acuosa de NaOH a partir del aceite de jojoba. Escuela de Ciencias Químicas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. p. 7. (Tesis mimeografiada).

- 16) GREEN, A.R. and E.O. FOSTER. 1933. The liquid wax of seeds of *Simmondsia californica*. Botanical Gazette 94: 826-828.
- 17) HOGAN, L. 1979. Jojoba a new crop for arid regions. In: Ritchie, G.A. ed. New Agricultural crops. AAAAS Selected Symposium. - Washington, D.C. p. 177-205.
- 18) JONES, M.A. and N.B. KNOEPFLER. 1957. Wax uses of desert shrub, Jojoba, subject of promising study. Chemurgic Digest 16 (1) 5
- 19) KESTER, E.B. 1949. Minor oil-producing crops of the United States American oil Chemists' society, Journal 26:75.
- 20) \_\_\_\_\_ 1951. Minor oil - producing crops of the United State. Economic Botany 5 (1) 56.
- 21) KNOEPFLER, N.B. and H.L.E. VIX. 1958. Review of chemistry and research potential of *Simmondsia chinensis* (jojoba) oil. Journal of Agricultural and food chemistry 6 (2): 118-121.
- 22) KROCHMAL, A. et al. 1954. Useful native plants in the american - southwestern deserts. Economic Botany 8 (1) 8.
- 23) MARKWOOD, L.N. 1942. Jojoba, an oil that is different. Domestic - commerce (U.S. Department of commerce). Chemurgic Digest 1 (22):174.
- 24) MARTINEZ, M. 1959. Plantas útiles de México. 3ra. ed. Botas. México, D.F. p. 350.
- 25) Mc Kinney, R.S. and G.S. JAMIESON. 1936. A non-fatty oil from jojoba seed. Oil and Soap. 13:292.

- 26) MIROV, N.T. 1950. *Simmondsia*: desert shrub offer new uses, from, co  
ver crop to wax. Chemurgic Digest 9 (7): 7-9.
- 27) \_\_\_\_\_ 1952. *Simmondsia* or Jojoba - A problem in economic bo  
tany. Economic Botany 6 (1): 41-47.
- 28) MIWA, T.K. 1973. Chemical aspects of jojoba oil a unique liquid -  
wax from desert shrub. *Simmondsia californica*. Cosmetics and  
perfumery 88:39.
- 29) MURRIETA, S.X. 1976. La Jojoba en Sonora. In: La Jojoba; Memorias  
sobre la II Conferencia Internacional sobre la Jojoba y su A-  
provechamiento. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Mé-  
xico, D.F. p. 35-36.
- 30) NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1975. Products from jojoba a promi-  
sing new crop for arid lands. In: Thompson, P.H. ed. Jojoba -  
Handbook. Bonsall publication. Bonsall, California. p. 55.
- 31) \_\_\_\_\_ 1977. Jojoba: feasibility for culti  
vation on indian reservation in the Sonoran Desert, U.S.A. Co  
mmittee on Jojoba production system potencial. Board on Agri-  
culture and renewable resources, Commission natural resources.  
National research council, Washington, D.C. p. 4, 13.
- 32) ORTIZ, M.J. 1980. Avances de la Investigación en la aplicación de -  
los riegos de jojoba *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider ba-  
jo cultivo en la Costa de Hermosillo. Trabajo presentado en la  
IV Reunión Internacional de la Jojoba en Hermosillo, Son. del  
5-8 de noviembre de 1980. p. 10 (en prensa)

- 33) PARRA, H.H. 1980. La jojoba *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider  
Una revisión bibliográfica, In: Una contribución al conocimiento de la jojoba. SARH-INIF. La Paz, B.C. Sur. México.
- 34) PATHAK, S.G. et. al. 1976. Jojoba oil as an antifoam agent in antibiotic fermentation. In: La Jojoba, Memorias de la II Conferencia Internacional sobre la Jojoba y su Aprovechamiento. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F. p.285.
- 35) ROST, L.T. et. al. 1977. Anatomy of Jojoba *Simmondsia chinensis* - seed and the utilization of liquid wax during germination. Economic Botany 31: 140, 144.
- 36) \_\_\_\_\_ 1978. Vegetative regeneration of jojoba plants in nature. Jojoba Happeninga 25:4.
- 37) SCARLET, L.P. 1978. Jojoba in a nutshell. Jojoba International Corporation. Carpinteria, California. 55 p.
- 38) SHERBROOKE, W.C. and E.F. HAASE. 1974. Jojoba: a wax-producing shrub of the Sonoran Desert. Literature review and annotated bibliography. University of Arizona, Office of arid lands studies. Tucson, Arizona. 140 p.
- 39) YERMANOS, D.M. L.E. FRANCOIS and TAMMADONI. 1967. Effects of soil salinity on the development of jojoba. Economic Botany 21 (1): 69-80.
- 40) \_\_\_\_\_ and R. HOLMES. 1973. Jojoba at Vista; analisis at Coit plantation. The oldest demonstration plot. California Agriculture 27 (9): 14.



*Am. T. Cruz*

- 41) YERMANOS, D.M. and R. GONZALEZ. 1976. Mechanical harvesting of Jojoba. California Agriculture 30 (1): 8-9.
- 42) \_\_\_\_\_ 1977. Jojoba - A potentially evaluable species in the control of desertification. In: Cannell, G.H. ed. Proceedings of an International Symposium on rainfed agriculture in semi-arid regions. University of California, Riverside, California. p. 362.
- 43) \_\_\_\_\_ 1978. A bibliography of jojoba a crop whose time has come. University of California, Riverside California. 57 p.
- 44) \_\_\_\_\_ 1978. General Information and photographs. University of California, Riverside, California. 7. p.
- 45) \_\_\_\_\_ 1978. The domestication of Jojoba - In: Yermanos, D.M. ed; Proceedings 3rd. International Conference on Jojoba. University of California, Riverside, International Committee on Jojoba. Riverside, California. p. 388.
- 46) \_\_\_\_\_ 1979. Jojoba - a crop whose time has come. California Agriculture 33 (7 and 8) 4-5, 10-11.
- 47) ZAMBRANO, G.R. y M.C. CAJAL. 1980. Evaluación de la planta de jojoba como suplemento proteico en dietas para vaquillas a base de paja de trigo. INIP-SARH. Resúmenes de Investigación del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora (CIPES). Carbó, Sonora, México. p. 52-56.

A P E N D I C E

NOTE: THE JOB JJ-1197A HAS BEEN RUN UNDER RELEASE 79.38 OF SAS AT COLEGIO DE POSTGRADUADOS.

1 DATA A1 INPUT TTULCS 1-8 CARDS

NOTE: DATA SET WORK.A1 HAS 11 OBSERVATIONS AND 1 VARIABLES. 72 OBS/TRK.  
NOTE: THE DATA STATEMENT USED 1.32 SECONDS AND 140K.

13 PROC PRINT DATA=A1 TTULC \*\*\*\*\* DESCRIPCION DE LAS VARIABLES UTILIZADAS. \*\*\*\*\*  
14

NOTE: THE PROCEDURE PRINT USED 1.57 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGE 1.

15 DATA A2 INPUT V1 2-5 V2 6-10 V3 11-15 V4 16-19 V5 20-24 V6 25-27 V7 28-30  
16 VR=V4\*V5 V9=V6\*V7 V1=(V2/V5)\*V10  
CARDS

NOTE: DATA SET WORK.A2 HAS 147 OBSERVATIONS AND 11 VARIABLES. 72 OBS/TRK.  
NOTE: THE DATA STATEMENT USED 2.29 SECONDS AND 147K.

164 PROC PRINT TTULC \*\*\*\*\* DATOS ORIGINALES Y TRANSFORMADOS. \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE PRINT USED 4.7 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGES 2 TO 4.

165 PROC CORR VAP V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8 V9 TTULC \*\*\*\*\* CORRELACIONES DE LAS VRS. \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE CORR USED 4.63 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGE 5.

166 PROC GLM MODEL V2=V2 V4 V5 V6 V7 V8 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION MULTIPLE (V3-V9) \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE GLM USED 4.91 SECONDS AND 156K AND PRINTED PAGES 6 TO 7.

167 PROC GLM MODEL V2=V2 V4 V5 V6 V7 V8 V9 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION MULTIPLE (V3-V9) \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE GLM USED 4.86 SECONDS AND 156K AND PRINTED PAGES 8 TO 9.

168 PROC GLM MODEL V2=V2 V8 V9 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION MULTIPLE (V3 V8 V9) \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE GLM USED 2.97 SECONDS AND 155K AND PRINTED PAGES 1 TO 11.

169 PROC STEPWISE MODEL V2=V2 V4 V5 V6 V7 V8 V9  
170 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION MULTIPLE POR EL METODO DE STEPWISE (V3-V9) \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE STEPWISE USED 2.67 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGES 12 TO 13.

171 PROC STEPWISE MODEL V2=V2 V3 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION POR EL METODO DE STEPWISE-V3 \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE STEPWISE USED 2.1 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGE 14.

172 PROC STEPWISE MODEL V2=V4 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION POR EL METODO DE STEPWISE-V4 \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE STEPWISE USED 2.4 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGE 15.

173 PROC STEPWISE MODEL V2=V5 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION POR EL METODO DE STEPWISE-V5 \*\*\*\*\*

NOTE: THE PROCEDURE STEPWISE USED 2.6 SECONDS AND 15K AND PRINTED PAGE 16.

174 PROC STEPWISE MODEL V2=V5 TTULC \*\*\*\*\* REGRESION POR EL METODO DE STEPWISE-V6 \*\*\*\*\*



1524 WEDNESDAY, JULY 9, 1984

DESCRIPCION DE LAS VARIABLES UTILIZADAS.

OR	TITULOS
1	V1 ..... NUMERO DE PLANTA.
2	V2 ..... RENDIMIENTO GRS/PLANTA.
3	V3 ..... SEMILLAS/PLANTA.
4	V4 ..... DIAMETRO DE PLANTA.
5	V5 ..... ALTURA DE PLANTA.
6	V6 ..... NUMERO DE RAMAS GATICHILES.
7	V7 ..... NUMERO DE RAMAS CATICHILES.
8	V8 ..... DIAMETRO DE PLANTA ALTURA DE PLANTA.
9	V9 ..... NUMERO DE RAMAS LATERALES.
10	V10 ..... RENDIMIENTO / 5000.
11	V11 ..... RESPONSABLE DEL ANALISIS PROGRAMACION-SAS ALBERTO RODRIGUEZ Y RODRIGUEZ.

CU CIO DE P...





DATA ORIGINALES Y TRANSFORMADOS.

CRS	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V1	V1
57	57	397	780	175	170	33	24	29750	912	78	
58	58	1682	1973	135	170	33	24	17550	263	139	
59	59	330	422	135	170	33	24	17550	330	178	
60	60	190	277	135	170	33	24	17550	228	68	
61	61	565	293	135	170	33	24	17550	227	112	
62	62	185	529	135	170	33	24	17550	260	160	
63	63	185	229	135	170	33	24	17550	498	72	
64	64	1325	1963	135	170	33	24	17550	230	265	
65	65	665	1243	135	170	33	24	17550	190	132	
66	66	3	6	135	170	33	24	17550	448	82	
67	67	41	1227	135	170	33	24	17550	315	111	
68	68	555	11514	135	170	33	24	17550	336	144	
69	69	220	1379	135	170	33	24	17550	198	111	
70	70	135	7	135	170	33	24	17550	144	144	
71	71	135	7	135	170	33	24	17550	325	67	
72	72	1135	2725	135	170	33	24	17550	295	7	
73	73	860	185	135	170	33	24	17550	267	227	
74	74	470	520	135	170	33	24	17550	172	190	
75	75	25	185	135	170	33	24	17550	220	179	
76	76	25	568	135	170	33	24	17550	220	196	
77	77	425	910	135	170	33	24	17550	162	59	
78	78	31	526	135	170	33	24	17550	150	97	
79	79	155	274	135	170	33	24	17550	150	65	
80	80	155	131	135	170	33	24	17550	150	37	
81	81	225	131	135	170	33	24	17550	150	12	
82	82	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
83	83	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
84	84	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
85	85	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
86	86	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
87	87	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
88	88	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
89	89	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
90	90	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
91	91	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
92	92	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
93	93	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
94	94	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
95	95	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
96	96	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
97	97	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
98	98	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
99	99	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	
100	100	155	131	135	170	33	24	17550	150	12	

15:24 WEDNESDAY, JULY 9, 1980

==== DATOS ORIGINALES Y TRANSFORMADOS. =====

PRC

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
114	114	265	277	90	65	12	12	12	144	53
115	115	15	221	145	85	12	12	12	196	37
116	116	485	577	115	150	12	12	12	302	91
117	117	220	1289	195	110	12	12	12	322	177
118	118	160	276	95	110	12	12	12	160	44
119	119	58	117	105	110	12	12	12	2028	76
120	120	70	104	105	110	12	12	12	18	14
121	121	470	766	105	110	12	12	12	10	84
122	122	110	334	105	110	12	12	12	10	10
123	123	110	1672	105	110	12	12	12	10	10
124	124	110	1294	115	110	12	12	12	10	10
125	125	50	1294	115	110	12	12	12	10	10
126	126	50	1474	115	110	12	12	12	10	10
127	127	295	336	115	110	12	12	12	10	10
128	128	855	1378	115	110	12	12	12	10	10
129	129	61	1505	115	110	12	12	12	10	10
130	130	275	1007	115	110	12	12	12	10	10
131	131	54	1121	115	110	12	12	12	10	10
132	132	850	1788	115	110	12	12	12	10	10
133	133	470	568	115	110	12	12	12	10	10
134	134	255	376	115	110	12	12	12	10	10
135	135	160	1019	115	110	12	12	12	10	10
136	136	280	317	115	110	12	12	12	10	10
137	137	490	471	115	110	12	12	12	10	10
138	138	195	227	115	110	12	12	12	10	10
139	139	14	235	115	110	12	12	12	10	10
140	140	180	866	115	110	12	12	12	10	10
141	141	140	140	115	110	12	12	12	10	10
142	142	140	140	115	110	12	12	12	10	10
143	143	140	140	115	110	12	12	12	10	10
144	144	140	140	115	110	12	12	12	10	10
145	145	140	140	115	110	12	12	12	10	10
146	146	140	140	115	110	12	12	12	10	10
147	147	140	140	115	110	12	12	12	10	10

CELESTIO



VARIABLE	MEAN	STD-DEV	SUN	MINIMUM	MAXIMUM
V2	388.46938776	36.7317368	571.5000000	1442.0000000	1442.0000000
V3	662.6273973	558.47774323	96740.0000000	0	2867.0000000
V4	125.0000000	25.47494168	19375.0000000	65.0000000	190.0000000
V5	12.9522895	25.11162295	1778.0000000	55.0000000	190.0000000
V6	21.59319728	6.71535385	3233.0000000	1.0000000	46.0000000
V7	12.66666667	4.4147049	1862.0000000	1.0000000	31.0000000
V8	15574.48979592	5985.02457877	2789450.0000000	385.0000000	36100.0000000
V9	292.2265361	165.18794457	43119.0000000	1.0000000	1116.0000000

CORRELATION COEFFICIENTS / PROB ; -R- UNDER H<sup>2</sup>RHO= / NUMBER OF OBSERVATIONS

	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V2	1.00000	0.87562	0.48497	0.41456	0.23321	0.18766	0.43487	0.19785
V3	0.87562	1.00000	0.32891	0.30675	0.23289	0.25181	0.34232	0.22767
V4	0.48497	0.32891	1.00000	0.71632	0.45439	0.49703	0.91371	0.53231
V5	0.41456	0.30675	0.71632	1.00000	0.37612	0.40670	0.92398	0.43371
V6	0.23321	0.23289	0.45439	0.37612	1.00000	0.50284	0.43574	0.82893
V7	0.18766	0.25181	0.49703	0.40670	0.50284	1.00000	0.47917	0.86822
V8	0.43487	0.34232	0.91371	0.92398	0.43574	0.47917	1.00000	0.51517
V9	0.19785	0.22767	0.53231	0.43371	0.82893	0.86822	0.51517	1.00000

1578 WEDNESDAY, JULY 9, 1980

REGRESSION MULTIPLE (3-77)  
GENERAL LINEAR MODEL PROCEDURE  
DEPENDENT VARIABLE INFORMATION

NUMBER OF OBSERVATIONS IN DATA SET = 147

NOTE: ALL DEPENDENT VARIABLES ARE CONSISTENT WITH RESPECT TO THE PRESENCE OR ABSENCE OF MISSING VALUES-- HOWEVER, ONLY 146 OBSERVATIONS IN DATA SET CAN BE USED IN THIS ANALYSIS.



0 0

REGRESSION MULTIPL (V3-V7)  
GENERAL-LINEAR MODELS PROCEDURE

DEPENDENT VARIABLE: V2

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F	F-SQUARE	C.V.
MODEL	5	196439.7223176	2181287.81444635	119.32		0.796098	36.2448
ERROR	145	2793427.96886414	19265.0592046				V2 MEAN
CORRECTED TOTAL	145	13699867.419589					389.72602740
SOURCE							
V3	1	5.2806.7226447	526.43	1	DF	TYPE IV SS	F VALUE
V4	1	174214.2259065	8.73	1		527.1334.45419267	.411.3
V5	1	16361.2457855	8.17	1		11725.29657244	0.4446
V6	1	41922.78752681	2.1	1		1812.759621517	0.3318
V7	1	-23474.8117670	1.17	1		18926.7739674	0.2803
PARAMETER ESTIMATE							
INTERCEPT		-324.6714228			PR > F	STD ERROR OF ESTIMATE	
V3		1.4482580				64.31431466	
V4		0.5323572				2211.490	
V5		2.8281777				.72228001	
V6		-3.5532474				1.58145284	
V7		-1.08				2.153441	
						3.27952068	

DEPARTMENT OF STATISTICS UNIVERSITY OF ALABAMA

REGRESSION MULTIPLE (V3-V9)

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

DEPENDENT VARIABLE INFORMATION

NUMBER OF OBSERVATIONS IN DATA SET = 147

NOTE: ALL DEPENDENT VARIABLES ARE CONSISTENT WITH RESPECT TO THE PRESENCE OR ABSENCE OF MISSING VALUES. HOWEVER, ONLY 146 OBSERVATIONS IN DATA SET CAN BE USED IN THIS ANALYSIS.



COPY TO STATISTICAL SECTION

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F	R-SQUARE	C.V.
MODEL	7	193392.6252664	156199.08934666	77.93	0.0001	0.798105	36.3264
ERROR	138	2765536.41566925	20043.01750485				V2 MEAN
CORRECTED TOTAL	145	13699267.419589					389.72602740

SOURCE	DF	TYPE III SS	F VALUE	PR > F	DF	TYPE IV SS	F VALUE	PR > F
V3	1	1538.673264447	524.6	0.0001	1	814.4131318915	436.15	0.0001
V4	1	17219.22588860	8.69	0.0039	1	1284.57140174	1.52	0.4712
V5	1	16135.7458955	8.14	0.0054	1	38693.95767441	1.93	0.1672
V6	1	41923.78752681	2.17	0.1504	1	237.25139815	0.15	0.7026
V7	1	23434.8117678	1.17	0.2815	1	2934.55876458	0.15	0.7026
V8	1	5752.56417382	0.49	0.4857	1	4724.19761136	0.24	0.6281
V9	1	17698.9892176	0.88	0.3493	1	17698.9892176	0.88	0.3493

PARAMETER	ESTIMATE	T FOR HC	PR >  T	STD ERROR OF ESTIMATE
INTERCEPT	-326.52858979			
V3	44721360	-1.33	0.1805	245.94397279
V4	78597692	2.13	0.0341	12219284
V5	18341691	0.72	0.4712	235651772
V6	182227	1.39	0.1672	22952445
V7	23404503	0.32	0.7513	427262193
V8	17871	-0.33	0.7326	766791595
V9	283796	-0.49	0.6281	2168302
			0.3493	29820534

GENERAL LINEAR MODEL PROCEDURE

REGRESSION MULTIPLE (V3 V8 V9)

15:24 WEDNESDAY, JULY 9, 1980 16

GENERAL LINEAR MODELS PROCEDURE

DEPENDENT VARIABLE INFORMATION

NUMBER OF OBSERVATIONS IN DATA SET = 147

NOTES: ALL DEPENDENT VARIABLES ARE CONSISTENT WITH RESPECT TO THE PRESENCE OR ABSENCE OF MISSING VALUES. HOWEVER, ONLY 146 OBSERVATIONS IN DATA SET CAN BE USED IN THIS ANALYSIS.

END

REGRESSION MULTIPLE (V3 V8 V9)  
GENERAL LINEAR MODEL PROCEDURE

DEPENDENT VARIABLE: V2

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F	R-SQUARE	C.V.
MODEL	3	1876455.7977729	3625495.2663591	192.34	0.0001	0.793910	36.1812
ERROR	142	2923411.2421866	1993.1776069				V2 MEAN
CORRECTED TOTAL	145	13699867.4199589					389.72602749

SOURCE	DF	TYPE I SS	F VALUE	PR > F	DF	TYPE IV SS	F VALUE	PR > F
V3	1	153816.7264447	528.29	0.0001	1	8278873.35569564	416.38	0.0001
V8	1	29719.4733862	14.12	0.0002	1	372465.2723613	18.73	0.0001
V9	1	91932.1864444	4.62	0.0332	1	91932.1864444	4.62	0.0332

PARAMETER ESTIMATE I FOR HO: PARAMETER = STD ERROR OF ESTIMATE

PARAMETER	ESTIMATE	PR >  T	STD ERROR OF ESTIMATE
INTERCEPT	-17.18371622		33.6636096
V3	4682316	0.61057	33.6636096
V8	0.01039826	0.0001	0.0001
V9	-0.1776069	0.0332	0.0332

CENTRO DE ESTADISTICA Y COMPUTACION

STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

WARNING: 1 OBSERVATIONS DELETED DUE TO MISSING VALUES.

STEP 1 VARIABLE V3 ENTERED R SQUARE = .76670366 C(P) = 17.46003678

REGRESSION	1	1533.673264447	1533.673264447	473.25	F	PROB:F
ERROR	144	3196.613945142	22194.86325313			
TOTAL	145	13699867.6419589				

B VALUE STD ERROR TYPE II SS

INTERCEPT	76.01547952	.02176350	15523006.73264447	473.25	F	PROB:F
V3	47345193					

STEP 2 VARIABLE V5 ENTERED R SQUARE = .79129335 C(P) = 2.6563945

REGRESSION	2	1846.954512912	542354.77256456	271.09	F	PROB:F
ERROR	143	2859257.49596677	19994.89766410			
TOTAL	145	13699867.6419589				

B VALUE STD ERROR TYPE II SS

INTERCEPT	-149.6719234	.21734	844881.6119774	422.55	F	PROB:F
V3	44612812			16.84	F	PROB:F
V5	2.117957	.4901794	33592.81248465			

STEP 3 VARIABLE V9 ENTERED R SQUARE = .79561352 C(P) = 1.15678003

REGRESSION	3	191.75929314822	3636919.76438274	185.16	F	PROB:F
ERROR	142	278917.74794768	19641.60385879			
TOTAL	145	13699867.6419589				

B VALUE STD ERROR TYPE II SS

INTERCEPT	-156.1329268	.216456	8515933.70645423	433.57	F	PROB:F
V3	456323			21.71	F	PROB:F
V5	2.4734194	.5289624	45758.52130735			
V9	-1.1485932	.7889368	7149.7481919	3.57	F	PROB:F



STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

STEP 4 VARIABLE V4 ENTERED R SQUARE = .79739179 C(P) = 2.48788558

REGRESSION 4 1.924151 92629217 2731.37 98157304 138.73 0.001  
 ERROR 141 2775715.1149 373 19685.92280093  
 TOTAL 145 13699867.24129589

B VALUE STD ERROR TYPE II SS F PROB:F  
 INTERCEPT -179.2766296 2191366 8223721.19340024 417.75 0.001  
 V3 .44788997 135552.13314395 9.68 0.001  
 V4 .58858125 17159422 182599.63274546 9.28 0.001  
 V5 2.62143 167645593 837.72276423 4.22 0.0418  
 V6 .17124767 .03364

STEP 5 VARIABLE V4 REMOVED R SQUARE = .79641352 C(P) = 1.15608033

REGRESSION 3 1.91759 29314822 3636919.76438274 185.16 0.001  
 ERROR 142 278017.74794768 19641.63385379  
 TOTAL 145 13699867.24129589

B VALUE STD ERROR TYPE II SS F PROB:F  
 INTERCEPT -156.1329260 2154.56 8515933.72045423 433.57 0.001  
 V3 .4567523 135552.13314395 9.68 0.001  
 V4 2.4736154 17159422 182599.63274546 9.28 0.001  
 V5 2.1482932 167645593 837.72276423 4.22 0.0418

NO OTHER VARIABLES MET THE .0500 SIGNIFICANCE LEVEL FOR ENTRY INTO THE MODEL.

CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO



STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

STEP 1 VARIABLE V4 ENTERED

DE	R SQUARE = .16399859	C(P) = 2.1306577	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	PROB>F
1	2252317.6174142	2252317.6174142	2252317.6174142	2252317.6174142	28.44	0.0001
145	11491441.5505348	79192.3552871				
146	13733758.61224490					

B VALUE	STD ERROR	TYPE II SS	F	PROB>F
-226.97652256	.914165 2	2252317.06174142	28.44	0.0001
4.87556728				

INTERCEPT V4  
 NO OTHER VARIABLES MET THE C.S.C. SIGNIFICANCE LEVEL FOR ENTRY INTO THE MODEL.

CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO



CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO

REGRESSION FOR FL METODO DE STEPWISE-V5  
 STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

STEP 1 VARIABLE V5 ENTERED R SQUARE = .1718681 C(P) = 2.0000000

REGRESSION FOR FL METODO DE STEPWISE-V5  
 STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

INTERCEPT -222.94624914  
 V5 5.6327971

NO OTHER VARIABLES MET THE 5% SIGNIFICANCE LEVEL FOR ENTRY INTO THE MODEL.

STATISTICAL Y CALCULO

\*\*\* REGRESSION POR EL METODO DE STEPWISE-V6

STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

STEP 1 VARIABLE V6 ENTERED R SQUARE = .0423165 C(P) = 2.060000

DE SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F PROB:F

REGRESSION 1 581164.62752495 581164.62752495 6.41 0.0124

ERROR 145 13152593.98471995 90717.54472221

TOTAL 146 13733758.6122446

B VALUE STD ERROR TYPE II SS F PROB:F

INTERCEPT 181.85512923 3.71145364 531164.62752495 6.41 0.0124

V6 9.39446216

NO OTHER VARIABLES MET THE .5% SIGNIFICANCE LEVEL FOR ENTRY INTO THE MODEL.

CONTROL DE ESTADISTICA Y CALCULO

REGRESSION POR EL METODO DE STEPWISE-V7  
 STEPWISE REGRESSION PROC FOUR FOR DEPENDENT VARIABLE V2

STEP 1	VARIABLE V7 ENTERED	R SQUARE = .03513247	C(P) = 2.0000000	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	PROB>F
	REGRESSION	1		48255.92711517	48255.92711517	5.28	0.0231
	ERROR	145		13251257.66512983			
	TOTAL	146		13733758.61224499			
	INTERCEPT	223.5290076					
	V7	12.236713		5.66798715	48255.92711517	5.28	0.0231

NO OTHER VARIABLES MET THE .050 SIGNIFICANCE LEVEL FOR ENTRY INTO THE MODEL.

METHOD OF ESTIMATION: OLS



REGRESSION POR EL METODO DE STEPWISE-V8

STEPWISE-REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

R SQUARE = .1892 .97 C(P) = 2.177000

SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F PROB: F

REGRESSION 1 259847.4411567 259847.4411567 33.84 .0001

ERROR 145 1135313.17173893

TOTAL 146 13733753.6122496

B VALUE STD ERROR TYPE II SS F PROB: F

INTERCEPT 35.41193785 389711 2593447.4411567 33.84 .0001

V8 2266896

NO-OTHER-VARIABLES-WERE-ENTERED-INTO-THE-MODEL.

STEP	VARIABLES ENTERED	R SQUARE	C(P)	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	PROB: F
1							
1	V8	.1892	.97	259847.4411567	259847.4411567	33.84	.0001
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							

REGRESSION FOR EL METODO DE STEPWISE-V9

STEPWISE REGRESSION PROCEDURE FOR DEPENDENT VARIABLE V2

R SQUARE = .391194 C(P) = 2.000000

MEAN SQUARE F PROB:F

53578.61317773 5.89 .165

1315977.5996717 9102.53782469

13733753.61224496

TYPE II SS F PROB:F

53578.61317773 5.89 .165

1315977.5996717

13733753.61224496

STD ERROR

.15115236

53578.61317773

INTERCEPT

28.8996679

.2667268

V9

NO OTHER VARIABLES MET THE SIGNIFICANCE LEVEL FOR ENTRY INTO THE MODEL.

CONFIDENCE INTERVAL

28.8996679

.2667268

V9

CONFIDENCE INTERVAL

28.8996679

.2667268

V9

CONFIDENCE INTERVAL

28.8996679

.2667268

V9

CONFIDENCE INTERVAL

28.8996679

.2667268

V9

CONFIDENCE INTERVAL

28.8996679

.2667268

V9

CONFIDENCE INTERVAL

28.8996679

.2667268

V9



15 24 WEDNESDAY, JULY 9, 1968

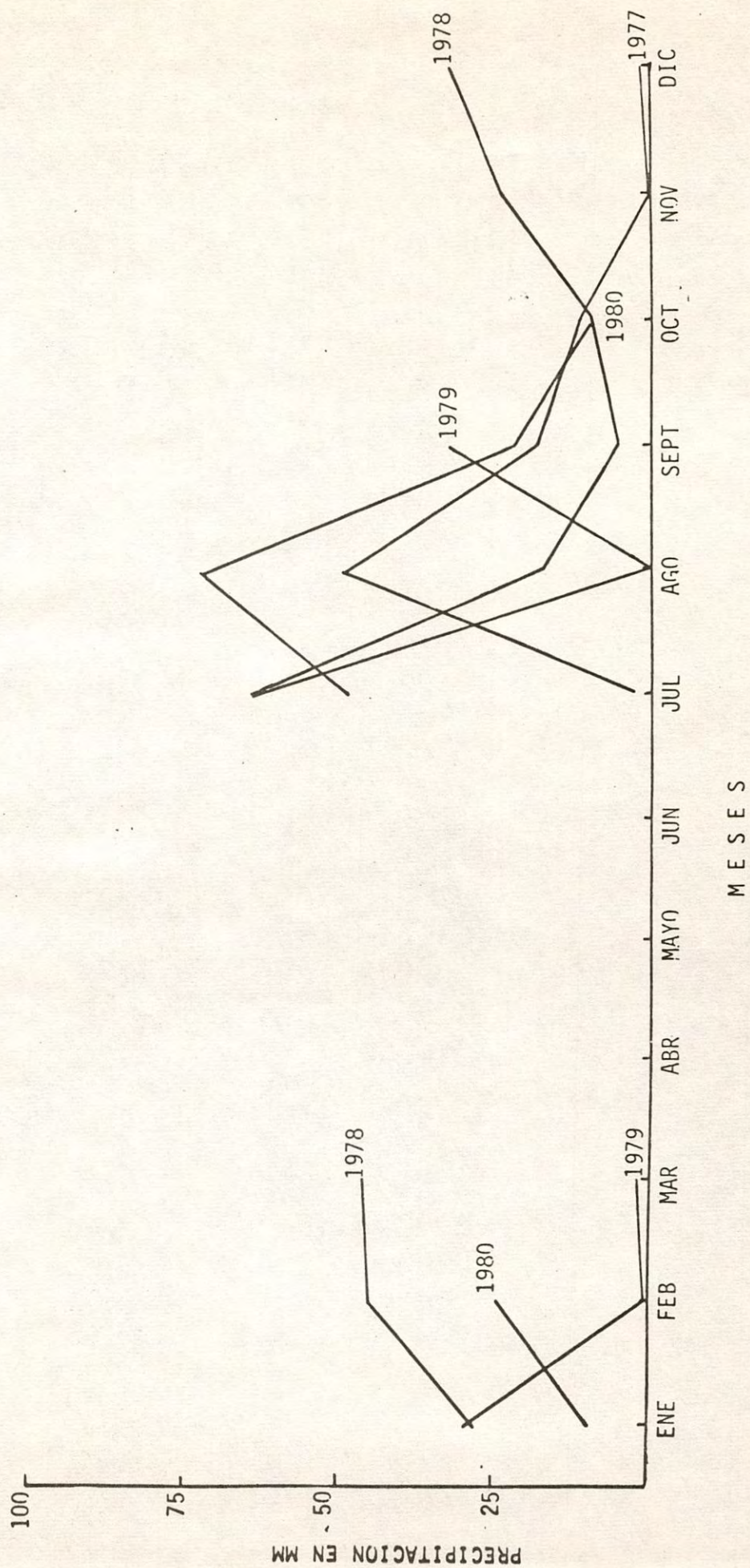
MEDIAS GRIETALES V2-VI

21

VARIABLE	N	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	STD. ERROR OF MEAN	SUM	VARIANCE	CV
V2	147	322.4693878	3.67317668	1442.000000	1442.000000	25.29045182	57105.0523	94066.540	78.552
V3	147	622.627397	568.47774323	2867.000000	2867.000000	47.54755278	96743.5223	323166.545	27.280
V4	147	12.9523910	25.4749469	190.000000	190.000000	2.1113769	18375.5223	648.573	20.762
V5	147	21.5921973	25.11162295	146.000000	146.000000	2.05391429	17785.0000	630.594	20.536
V6	147	12.6666667	6.414749	31.000000	31.000000	1.0620000	3233.0000	45.113	24.648
V7	147	15874.4097050	5835.245787	361.000000	361.000000	465.38004639	228945.0000	19.434	37.796
V8	147	293.328306	105.1679487	1116.000000	1116.000000	13.6244724	43119.0000	27237.577	56.315
V9	147	77.6939776	61.2463574	288.000000	288.000000	5.5929236	11421.0000	3762.674	78.552

CENSO DE PRODUCTOS Y CULTIVOS

GRAFICA 1. PRECIPITACION MEDIA MENSUAL REGISTRADA DURANTE CUATRO AÑOS EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA COSTA DE HERMOSILLO, (CIANO)



GRAFICA 2. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL REGISTRADA DURANTE SEIS AÑOS EN EL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA COSTA DE HERMOSILLO (CIANO)

