

EFFECTO DEL NUMERO DE RIEGOS Y DOS FECHAS DE SIEMBRA  
EN CARTAJO (*Carthamus tinctorius*) L. EN SUELOS  
ARCILLOSOS DEL VALLE DE MEXICALI

TESIS

SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA  
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SONORA

POR

JOSE ALBERTO VALENZUELA PALAFOX

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

ENERO DE 1983

# 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



PAGINA DEL CONSEJO PARTICULAR

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR Y APROBADA Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO

INGENIERO AGRONOMO EN  
IRRIGACION

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR

ING. VICTOR M. BURQUEZ CANO

CONSEJERO

ING. MARCO A. HUEZ LOPEZ

CONSEJERO

ING. FRANCISCO A. PRECIADO FLORES



## INDICE

	pág.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	6
HIPOTESIS.....	18
MATERIALES Y METODOS.....	19
RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
CONCLUSIONES.....	58
LITERATURA CITADA.....	60
APENDICE.....	66



INDICE DE CUADROS GRAFICAS Y FIGURAS

	pág.
CUADRO 1. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO.....	29
GRAFICA 1. CURVAS DE RETENCION Y ESFUERZO DE HUMEDAD DEL SUELO, PROFUNDIDAD 0-30 y 30-60 CM.....	30
GRAFICA 2. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL DESARROLLO FENOLOGICO DE CARTAMO. CAEMEXI-CIANO. 1979-80....	31
GRAFICA 3. RELACION CARGA GASTO PARA SIFONES DE 1" (2.54 CM) DE DIAMETRO.....	32
CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82. MEXICALI, B.C.....	47
CUADRO 3. SEPARACION DE MEDIAS UTILIZANDO LA PRUEBA DE DUNCAN AL 95% DE PROBABILIDAD.....	49
CUADRO 4. VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN DOS FECHAS DE SIEMBRA Y NUMERO DE RIEGOS EN EL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELOS ARCILLOSOS.....	50
CUADRO 5. INTERVALOS DE RIEGO, LAMINAS CALCULADAS, APLICADAS Y EFICIENCIA EN LA UTILIZACION DEL AGUA EN CARTAMO EN SUELOS ARCILLOSOS.....	51
CUADRO 6. PORCENTAJE DE HUMEDAD, TENSION EN ATMOSFERAS Y ETAPAS FENOLOGICAS DE CARTAMO AL MOMENTO DE APLICAR EL RIEGO DE AUXILIO EN DOS FECHAS DE SIEMBRA.	53
CUADRO 7. COEFICIENTES DE CORRELACION "R" DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN CARTAMO EN SUELOS ARCILLOSOS.....	54
CUADRO 8. REGRESIONES LINEALES Y SUS COEFICIENTES DE DETERMINACIONES "R <sup>2</sup> " ENTRE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN CARTAMO.....	55
GRAFICA 4. TEMPERATURAS PROMEDIOS MENSUALES QUE SE PRESENTARON DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CARTAMO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.....	56



GRAFICA 5.	DATOS DE EVAPORACION Y PRECIPITACION MENSUAL QUE SE PRESENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CARTAMO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.....	57
GRAFICA 6.	EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO (Ton/ha) DEL CULTIVO DE CARTAMO.....	67
GRAFICA 7.	EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGOS SOBRE LA ALTURA FINAL (cm) DEL CULTIVO DE CARTAMO.....	68
GRAFICA 8.	EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGOS SOBRE EL NUMERO DE CAPITULOS POR RAMA DEL CULTIVO DE CARTAMO.....	69
GRAFICA 9.	EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGOS SOBRE EL NUMERO DE CAPITULOS EN 10 PLANTAS DEL CULTIVO DE CARTAMO.....	70
GRAFICA 10.	EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGOS SOBRE EL PESO DE 500 SEMILLAS (gr) DEL CULTIVO DE CARTAMO.....	71
GRAFICA 11.	SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DEL CARTAMO, EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 14 DEL RIO COLORADO, MEXICALI, B.C.....	72
FIGURA 1.	LOCALIZACION DEL DISTRITO DE RIEGO No. 14 RIO COLORADO.....	73
FIGURA 2.	LOCALIZACION DE LAS SERIES DE SUELOS EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 14.....	74
FIGURA 3.	SALINIDAD DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 14.....	75
FIGURA 4.	LOCALIZACION DE LAS TEXTURAS DE SUELO DEL DISTRITO DE RIEGO No. 14.....	76
FIGURA 5.	CROQUIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.....	77



## RESUMEN

El cártamo fue introducido en México en 1948, alcanzando importancia en el año de 1959 con una superficie de 6,675 has y una producción de 9,121 toneladas de grano. Para el Valle de Mexicali, la superficie de esta oleaginosa ha estado fluctuando. Sin embargo, en los últimos 10 años, se han cultivado un promedio de 8,500 has por año.

No obstante la buena adaptación de esta oleaginosa, actualmente en el Distrito de Riego No. 14 se tienen una serie de factores limitantes de la producción; algunos son debido al mal manejo agronómico y otros - por la poca disponibilidad del recurso agua, el cual consiste en 1,850 millones de m<sup>3</sup> anuales de aguas provenientes del Río Colorado y 1,100 millones de m<sup>3</sup> anuales del subsuelo del Delta, que en conjunto riegan una superficie de 207,081 hectáreas de las 300,000 hectáreas susceptibles de cultivarse.

Uno de los problemas fuertes de este cultivo es el manejo del agua especialmente en suelos arcillosos, en donde se siembra el 41% del cártamo cultivado en el Valle, en el cual los extensionistas reportan riegos pesados y atrasados. Por otra parte, es frecuente ver áreas considerables con el cultivo completamente quemado (anoxia). Otro problema del manejo agronómico son las fechas de siembra, ya que alrededor del 40% de las siembras de esta oleaginosa se realiza fuera de la fecha recomendada por el CAEMEXI (15 de noviembre al 31 de diciembre).

El objetivo del presente trabajo fue: Encontrar el número de riegos óptimo para dos fechas de siembra en cártamo en suelos arcillosos.

El experimento se estableció en los terrenos del Campo Agrícola Experimental, en suelos arcillosos pertenecientes a la serie Imperial, du



rante el ciclo otoño-invierno 1981-82.

Los tratamientos fueron 3, 4 y 5 riegos de auxilio en 2 fechas de siembra (1º de diciembre y 11 de enero); el diseño estadístico fue de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones, donde la parcela mayor fue la fecha de siembra y la menor el número de riegos de auxilio; la unidad experimental consistió de 4 camas a un metro de separación por 30 m de largo sembradas a doble hilera; la parcela útil estuvo compuesta por las 2 camas centrales y 10 metros de largo ( $20 \text{ m}^2$ ); se utilizó la variedad Kino'76 con una densidad de siembra de 18 kg/ha; la dosis de nitrógeno fue de 140 kg/ha.

Las variables que se analizaron fueron: Contenido de humedad del suelo y fenología 2 días antes del riego, altura final, número de capítulos en 10 plantas, diámetro de capítulos, número y peso del grano de cuatro plantas, número de capítulos por rama, peso de 500 semillas y rendimiento de grano. Además se realizó un análisis de regresión y correlación de las variables estudiadas.

El análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa (1%) para la variable rendimiento de grano en el factor número de riegos de auxilio, aumentando la primera conforme aumentó el número de riegos de auxilio (3, 4 y 5) con rendimientos de 1.612, 1.874 y 2.899 ton/ha y láminas totales promedios de 54.17, 61.13 y 67.15 cm respectivamente.

Para el factor fecha de siembra se apreció una clara tendencia de la siembra realizada el 1º de diciembre a ser superior a la efectuada el 11 de enero en todas las variables estudiadas, obteniéndose rendimiento de grano de 2.559 y 1.697 ton/ha respectivamente.



La mayor eficiencia en el uso del agua por el cultivo se presentó al aplicar 5 riegos de auxilio con láminas de 69.13 cm ( $6,913 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) y 65.17 cm ( $6,517 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) de agua para una eficiencia de 0.455 y 0.407 kg de grano/ $\text{m}^3$  en las fechas 1º de diciembre y 11 de enero, respectivamente. El uso consuntivo, según Blaney y Cridle, para las fechas 1º de diciembre y 11 de enero fue de 58.31 y 54.16 cm respectivamente.

Todas las variables analizadas correlacionaron significativa y positivamente con rendimiento de grano, excepto el diámetro de capítulos. Las variables que mayormente determinaron el rendimiento de grano fueron: altura de planta, número de granos y número de capítulos en 10 plantas con coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de 0.74, 0.64 y 0.59 respectivamente.



## INTRODUCCION

El cártamo *Carthamus tinctorius* L. fué introducido en México en 1948; sin embargo, el cultivo cobró importancia hasta la temporada 1959-60 sembrándose en el país una superficie de 6,675 has con una producción de 9,121 toneladas de grano.

La adaptabilidad de esta oleaginosa en diferentes regiones de la República, así como la redituabilidad de su explotación, hizo que a través de los años los productores agrícolas se interesaran más en este cultivo, al grado que en 1977-78 se sembraron 429,072 has distribuidas en varios Estados de la República, con una producción promedio de 1,297 kg/ha de grano, (24).

El cultivo del cártamo tiene gran importancia en México, ya que ocupa el quinto lugar en superficie de siembra y solamente es superado en este aspecto por maíz, frijol, sorgo y trigo. Por otra parte, el cártamo ocupa el primer lugar en la producción de aceites de origen vegetal, ya que de esta oleaginosa se obtiene más del 30% de las 500 mil toneladas de aceites vegetales que se producen al año en el país, seguido por soya, copra, algodón y ajonjolí.

En el ciclo 1981-82 se sembraron 259, 439 hectáreas lo cual representa un 32.8% menos que el año anterior y una producción de 263,187 toneladas, con un déficit en la producción del orden de 20.97% comparado con el ciclo 1980-81. Esta baja en el área de siembra y en la producción total fue ocasionado por los siniestros, sequías y la sustitución por otros cultivos.

Por otra parte, el elevado índice de crecimiento demográfico de México (2.5% anual) trae como consecuencia que año con año se incremente



la demanda de aceites y grasas comestibles, lo cual hace necesario ampliar el área de siembra y por otra parte, mejorar las técnicas de manejo que permitan incrementar el rendimiento por unidad de superficie.

En el Valle de Mexicali, B.C., el cultivo del cártamo cobró importancia durante 1966, año en el que se sembraron 2,700 hectáreas. A partir de entonces la superficie de esta oleaginosa ha fluctuado fuertemente, con un máximo de 29,000 hectáreas durante 1969. (Gráfica 11).

No obstante la buena adaptación de este cultivo, actualmente en el Distrito de Riego No. 14 se tienen una serie de factores limitantes de la producción. Algunos debido al mal manejo agronómico y otros como la poca disponibilidad del recurso agua el cual consiste en 1,850 millones de  $m^3$  anuales de aguas provenientes del Río Colorado y 1,100 millones de  $m^3$  anuales del subsuelo del Delta, que en conjunto riegan una superficie promedio de 207,081 hectáreas de las 300,000 hectáreas susceptibles de cultivo. Por otra parte, Flores, (22), al analizar estadísticas agronómicas del cártamo, encontró que uno de los problemas fuertes de este cultivo es el manejo del agua especialmente en suelos arcillosos en donde se siembra el 41% del cártamo cultivado en el Valle; en este tipo de suelo los extensionistas de la región reportan riegos pesados y atrasados. Además de lo anterior, es frecuente observar áreas considerables con el cultivo completamente quemado (anoxia). A la vez, Flores, (22), reporta que otro de los problemas del manejo del cultivo es la fecha de siembra, indicando que alrededor del 40% de las siembras se realizan fuera de la fecha recomendada por el CAEMEXI (15 de noviembre al 31 de diciembre).

El objetivo del presente trabajo fue: Encontrar el número de riegos óptimo para dos fechas de siembra en cártamo en suelos arcillosos.



## REVISION DE LITERATURA

Armenta, citado por Camarillo (8), indica que la época de siembra es de suma importancia no solo para el cultivo del cártamo sino para to dos en general, ya que este factor estará determinado por los rangos de otros factores como temperatura, humedad del suelo, humedad atmosférica, altitud, de los cuales depende en gran parte la forma en que la planta exprese su potencial de rendimiento.

Robles (35), menciona que el efecto de la temperatura se manifiesta de manera diferente dependiendo de la etapa fenológica del cultivo. Para la germinación se requieren temperaturas del suelo de 15 a 20 °C - presentándose la nacencia en 3 ó 4 días; temperaturas de 4 °C retardan la germinación y las plantas emergen en un período de 2 a 3 semanas.

Otros investigadores señalan que la etapa de roseta es afectada - principalmente por la temperatura y el fotoperíodo, tolerando en este - estado de desarrollo temperaturas abajo de -9 °C. Después de que la - planta ha pasado esta etapa, temperaturas abajo de -4 °C pueden causar serios daños al cultivo, (7).

Zimmerman, citado por Abel (1), demostró que al disminuir las temperaturas máximas y mínimas desde 20 a 10 y 16 a 5 °C con un fotoperíodo constante de 14 horas, aumentó el período para el inicio de elongación de los entrenudos de 21 a 42 días, mientras que un régimen constante de temperatura de 20 a 10 °C y un fotoperíodo de 10 a 14 horas, disminuyó este período de 38 a 21 días.

Denis y Rubis (17), señalan que heladas ligeras durante la floración o formación de las primeras cabezuelas pueden dar como resultado - capítulos estériles. Por otra parte, mencionan que el cártamo soporta



temperaturas superiores a los 40 °C después de la floración; a la vez - indican que la mínima temperatura que tolera está en función de la variedad, densidad de población y estado de desarrollo.

Estudios realizados en Arizona, E.U., en fechas de siembra del 15 de noviembre al 15 de febrero / 3 altitudes (30, 379 y 595 m SNM) durante los años 1966 a 1969, indican que los resultados variaron entre los años, pero en general, las siembras del 15 de noviembre al 15 de diciembre en los sitios más altos suministraron temperaturas bajas durante el desarrollo, lo cual prolongó el período de roseta e incrementó el número de capítulos por plantas, semillas por capítulo, rendimiento de semilla y aceite, comparadas con siembras tardías. En los sitios bajos, los más altos rendimientos se obtuvieron del 15 de diciembre al 15 de enero, pero en general fueron menores que los obtenidos en los sitios altos, (2).

Otros estudios sobre fechas de siembra y variedades en las regiones de Hermosillo y Caborca, Sonora, en 1975, indican que conforme avanza la fecha de siembra, el período de floración, madurez fisiológica y de corte van siendo menor. Por otra parte, para la primera región se encontró una inconsistencia aparente para las variables: Altura de planta y número de capítulos por planta. Para el número de granos por capítulo y diámetro de capítulo el promedio fue similar con 42, 41, 42, 42 y 41 granos por capítulo y 2.5, 2.8, 2.4, 2.4 y 2.2 cm de diámetro en las fechas noviembre 21, diciembre 11, enero 7, enero 20 y febrero 4, respectivamente; mientras que en la región de Caborca, en las fechas noviembre 14, diciembre 5, diciembre 24, enero 15 y febrero 4 se observó un decremento consistente de 43 días en el inicio de la floración y aproximadamente igual en el caso de los días al término de floración. Obte



-niéndose la misma tendencia que en la región de Hermosillo para tamaño de capítulos y granos por capítulos, no así para la altura final disminuyendo esta conforme se atrasa la siembra, (33).

Naughtin (31), en Victoria, Australia, estudió el efecto de la fecha de siembra y el espaciamiento entre hileras durante los años 1970-1972. Encontró que la fecha de siembra de junio produjo el más alto rendimiento de grano aunque en ocasiones las siembras de mayo y junio los rendimientos fueron similares. Por otra parte, reporta que los rendimientos de grano fueron altos entre los espaciamientos de 18 a 36 cm. El contenido de aceite no fue afectado por ningún factor del experimento mostrando una pequeña variación entre los años.

En Nueva Zelanda, se estudió la fecha de siembra con intervalos de 4 a 6 semanas desde septiembre hasta diciembre en 1976 y de abril a octubre en 1977. Se encontró que en el primer año el cultivo maduró secuencialmente desde principios de marzo a finales de mayo con la siembra de septiembre donde se obtuvo el más alto rendimiento (2.96 ton/ha). Bajo la fría primavera y las altas temperaturas del verano en el segundo año el cultivo maduró en un período de 200 días secuencialmente cada 30 días desde principios de febrero, para las siembras de octubre el cultivo maduró 20 días más temprano que el primer año, (28).

Williams (38), realizó un estudio en Nebraska sobre el espaciamiento entre plantas y la posición de las flores en el contenido de aceite en cártamo. Encontró que el contenido de aceite en semillas producidas en los primeros capítulos en floraciones tempranas promediaron 25.7% de aceite, comparadas con un 28.6% para semillas de capítulos secundarios y 32.2% para los capítulos de floraciones tardías. Así también, detec-



tó que el contenido de aceite para cada posición de la flor decreció - significativamente en los espaciamientos de 1, 7, 13 y 19 pulgadas con promedios de 30.80, 29.35, 28.40 y 26.8% de aceite respectivamente.

En 1979, en la Costa de Hermosillo se efectuó un trabajo sobre fechas de siembra en cártamo. Los resultados indican que conforme se - atrasa la fecha de siembra se reduce el número de días del ciclo vegeta - tivo, altura de planta y rendimiento de grano, con promedios de 199, - 183, 169, 161 y 144 días para el ciclo vegetativo; para altura de plan - ta los promedios fueron de 99, 92, 87, 68 y 72 cm, y para rendimiento - de grano el promedio fue de 2,287, 1,730, 1,210, 993 y 964 kg/ha, respec - tivamente, en las fechas de noviembre 30, diciembre 15, diciembre 30, - enero 15 y enero 30, donde el mejor período de siembra fue del 25 de no - viembre al 25 de diciembre, (27).

Camarillo (8), en un estudio similar en el Valle de Mexicali, du - rante el ciclo 1979-80 encontró que el mejor intervalo de siembra fue - del 15 de noviembre al 31 de diciembre con promedios de 2.702 y 2.848 - ton/ha, para las variedades Gila y Kino respectivamente, disminuyendo - el rendimiento en 11.6 y 38.4% para las fechas 15 de enero y 25 de fe - brero, respectivamente. Además, encontró que en siembras durante el mes de noviembre la madurez fisiológica se presentó a los 190 días y la flo - ración a los 145 días; mientras que en siembras del 15 al 30 de enero - la madurez fisiológica se presentó a los 150 y 145 días respectivamente. Por otra parte, la floración se presentó a los 105 y 95 días para las fechas 15 y 30 de enero. (Gráfica 2).

Muñoz (30), en la Región del Mayo en el ciclo 1976-77 evaluó 7 fe - chas de siembra y 5 variedades de cártamo. Los resultados indican que



Los días a madurez fisiológica fueron diferentes significativamente para fechas de siembra (165-124) no así para variedades (139-148); para las variedades recomendadas en esa región, la maduración es más tardía cuando más temprana es la fecha de siembra, por lo que concluye que al sembrar cártamo es más importante seleccionar la fecha de siembra dada la poca variación existente entre las variedades comerciales.

Existen muy diversas opiniones sobre cuándo y cómo regar el cártamo.

Los excesos de humedad son la causa directa más importante de las enfermedades en cártamo, por lo que se recomienda dar riegos con láminas de alrededor de 8 cm y con 4, 5 y hasta 6 riegos cuando sean necesarios, en lugar de dar solo 3 riegos con láminas excesivas, (35).

Por otra parte, Castro (11) en el Valle del Yaqui recomienda dar los riegos antes que la planta muestre síntomas de marchitez sin permitir que el suelo presente un fuerte agrietamiento.

En la región de Caborca, Sonora, el Campo Agrícola Experimental sugiere aplicar de 5 a 6 riegos ligeros durante el desarrollo del cultivo dependiendo del tipo de suelo, (34).

Obeso (32), recomienda no descuidar los riegos en los estados de ramificación, formación de capítulos y floración. Por otra parte, Rodríguez (36), concluye que el cártamo en la etapa de ramificación no tiene grandes necesidades de agua.

Otros investigadores como Denis y Rubis en Arizona (17), indican que la mayor demanda de agua es durante la formación de capítulos, floración y desarrollo del grano llevándose cerca del 85% del total del agua requerida (106 cm); así también mencionan que el número de riegos



será de 3 a 4 antes de floración con intervalos de 10 a 14 días, dependiendo de la temperatura y tipo de suelo. A la vez indican que el último riego será una semana después que haya finalizado la floración.

Salter y Goode, citados por Torres (37), informan que el déficit hídrico en cártamo antes de floración y hasta su finalización redujo el rendimiento de semilla y el contenido de aceite.

Estudios de diversos tipos se han efectuado tendientes a encontrar la época, número y láminas de riego en el cultivo del cártamo y sus efectos en los componentes de rendimiento. Así mismo, el CIANE durante el ciclo 1969-70 evaluó de 1 a 5 riegos de auxilio en cártamo. Los resultados indican que al aplicar un riego de aniego de 30 cm y 2 riegos de auxilio con 1,500 m<sup>3</sup>/ha cada uno, se obtienen los más altos rendimientos (2.44 ton/ha). Por otra parte, al aplicar un volumen de 6,000 m<sup>3</sup>/ha, se obtuvo un rendimiento promedio de 2.10 ton/ha, con 2,000 m<sup>3</sup> de aniego y 1,000 m<sup>3</sup>/ha, en cada riego de auxilio. A la vez concluye que con 6,000 m<sup>3</sup>/ha, aplicados éstos de 1 a 5 riegos el cártamo produce rendimientos óptimos, (5).

Bajpai, et al (7), en Rajastan, India, evaluaron los regímenes 30, 50 y 70% de humedad aprovechable en suelos arcillosos y en el perfil 0-60 cm; encontraron que los más altos rendimientos de semilla 1.5 y 1.6 ton/ha se obtuvo al regar con 30% de humedad aprovechable y una eficiencia de la planta de 38 kg de semilla por centímetro de lámina de agua, también observaron que los riegos con un alto contenido de humedad en el suelo indujeron un crecimiento vegetativo más vigoroso y redujo el rendimiento de semilla.

Un estudio similar se efectuó en el Valle de Mexicali, durante el



ciclo 1974-75, en el cual se evaluaron 40, 30, 20 y 10% de humedad aprovechable en suelos pertenecientes a la serie Imperial; el análisis de varianza arrojó diferencias significativas para humedades con rendimientos promedios de 3.1, 2.6, 2.2 y 2.0 ton de grano por hectárea respectivamente, donde el mejor calendario resultó ser 0-38-34-32-25-22 días con láminas de 22, 10, 9, 9, 9 y 9 cm respectivamente. (18).

Badilla, et al (6), en el ciclo 1978-79 en la Comarca Lagunera, realizaron un estudio para determinar el cuánto y cómo regar al cártamo; los tratamientos fueron la aplicación de diferentes volúmenes (100, 80, 60, 40 y 20%) respecto al necesario (100%) para llevar a capacidad de campo un perfil de 90 cm. Concluyendo que con láminas mayores de 10 cm en cada riego es más eficiente el método de riego por camas, mientras que el de surcos lo es con láminas de riego pequeñas, debiéndose esto a la presencia o no de condiciones anaeróbicas y/o enfermedades fungosas, por lo que sugiere el método de riego por surcos para láminas de 7 a 10 cm no debiendo aplicar una lámina de riego total más allá de 53 cm para un rendimiento de 2.36 ton/ha.

Otro estudio similar en el Valle de Santo Domingo, Baja California Sur, encontró que el método de riego que mejor resultados arrojó fue el de surco alterno. Por otra parte, el efecto de la humedad aprovechable sobre el rendimiento de grano tuvo tendencia parabólica, encontrándose un óptimo de producción regando al 20% de humedad aprovechable con una lámina neta de 44 cm y una producción de 1.5 ton/ha, con el siguiente calendario de riego: Intervalo de 0-79-16-16-14 días y láminas de 16-7-7-7-7 cm, (10).

Investigaciones en la India indican que el cártamo produjo los más altos rendimientos de semilla con 4 riegos en Nueva Delhi y en Rajastan,



con 3 riegos en Madhya Pradesh y con 2 riegos bajo condiciones climáticas benignas en la región de Tarai y Uttar Pradesh, (29).

Fischer, et al (20), concluyeron de diversos estudios en el Valle de San Joaquín, California, que los mejores rendimientos de cártamo se obtuvieron cuando se aplicó una lámina de 86 cm.

Otros trabajos en la Mesa Arizona, E.U., consideran que para suelos arcillosos se necesitan 107 cm de agua para la máxima producción de cártamo indicando que los riegos deben darse seguidos, hasta que haya terminado la floración, (19).

Jones y Tukey, citados por Chavira (15), indican que para suelos pesados del Valle Imperial, California, la producción de cártamo se incrementó progresivamente cuando se aumentó de 43, 61 hasta 107 cm de lámina de agua.

En la Comarca Lagunera se evaluaron diferentes métodos de laboreo del suelo para controlar la pérdida de humedad. Los resultados indican que no hubo diferencias entre los métodos, siendo el mejor el uso del rotovator más rodillo. Se estudió también la fecha de siembra y la lámina total. Encontraron que existió una respuesta lineal en rendimiento de cártamo para las láminas 60, 75 y 90 cm conforme la fecha de siembra es más tardía, con promedios de 750, 900 y 790 kg/ha, respectivamente para la fecha de diciembre 18. Para la fecha enero 2 el rendimiento fue de 900, 950 y 990 kg/ha. Finalmente enero 17, promedio 1,080, 1,050 y 1,290 kg/ha, (21).

Castro (12), en terrenos de aluvión del Valle del Yaqui, al evaluar fechas de siembra, calendarios de riego y densidad de población en cártamo, no encontró diferencias significativas para la interacción fecha



por calendario y calendario de riego, no así para el factor fecha de siembra en las variables: Rendimiento de grano con promedios de 3.850, 3,274 y 2.612 ton/ha, así también para altura de planta con 127, 111 y 95.4 cm, de igual forma la variable diámetro de capítulos con 26.1, 25.3 y 23.6 mm respectivamente en las fechas diciembre 21, enero 28 y febrero 15.

El mismo autor llevó a cabo el mismo experimento en suelos arcillosos (barrial). Para esta condición, el análisis reportó diferencias significativas para fechas de siembra, calendario y la interacción fecha por calendario en las variables rendimiento de grano, altura de planta y capítulos por planta; aumentando el rendimiento de grano y la altura de planta conforme aumentó los riegos de auxilio (2, 3 y 4) y progresivamente en las fechas de siembra. En la fecha diciembre 22 los promedios fueron de 1.343, 2.116 y 2.157 ton/ha, con alturas de 92, 99 y 91 cm respectivamente. Para la fecha enero 22, los promedios fueron 0.986, 1.250 y 1.831 ton/ha, mientras que la altura fue de 65, 66 y 76 cm. Por último la fecha febrero 16 el rendimiento promedio fue de 0.678, 1.000 y 1.249 ton/ha, la altura promedio fue de 55, 57 y 58 cm. Para el número de capítulos por planta este disminuyó conforme se atrasó la fecha de siembra con promedios de 17.16, 9.5 y 8.08. Finalmente el autor concluye que las siembras tardías no disminuyen sus necesidades en cuanto al número de riegos, donde el mejor calendario fue aplicar los riegos en despegue de roseta, formación de capítulos, inicio de floración y floración total, (13).

Lira (25), en el Valle del Yaquí durante el ciclo 1977-78 al evaluar calendarios de riego, encontró que el mejor calendario para suelos arcillosos resultó ser 0-50-80-110 días después de la siembra, ubi-



-cados en los estados fenológicos de: Ramificación, botón floral y primeras flores.

Francois and Bernstein en California, E.U. (23), realizaron un estudio sobre el efecto de las condiciones salinas del suelo en el rendimiento y calidad de semilla en cártamo encontraron que es altamente tolerante; a una salinidad de 7 mmhos, el rendimiento se reduce en un 10% y a una conductividad de 11 mmhos por cm la reducción es de 20 a 25%. Estas bajas en rendimiento son causadas por la disminución de botones florales y el rendimiento de semilla por botón, este último factor es más afectado por el peso de la semilla y no por el número de la semilla.

En el Sur de Sinaloa, se realizó un estudio sobre la determinación de la lámina total de agua y su efecto en el rendimiento de cártamo después de arroz. Se encontró que con la humedad residual de arroz más 1 riego de auxilio con 10 cm de lámina proporcionado a los 45 días cuando la planta comienza a ramificar con una fertilización de 40 kg/ha de nitrógeno, se obtuvieron los más altos rendimientos (3.3 ton/ha), (9).

En el ciclo 1976-77, Chavira (14) en el Valle del Mayo, evaluó la influencia del riego sobre el rendimiento y altura de cártamo en suelos arcillosos. Encontró que la altura de la planta estuvo íntimamente relacionada al primer riego de auxilio, donde las mayores alturas se obtuvieron con un riego de auxilio a los 45 días y 2 riegos a los 45 y 60 días con 95.5 y 116.5 cm respectivamente. Por otra parte, observó una madurez fisiológica más temprana cuando el cultivo fue más fuertemente castigado al primer riego de auxilio.

Chavira (16), en el ciclo 1978-79, encontró que los más altos rendimientos en zonas de aluvión en cártamo, se obtienen al aplicar el pri



-mer riego de auxilio entre los 45 y 60 días, disminuyendo el rendimiento al aplicarlo a los 75, 90 y 115 días después de la siembra. El mismo autor en suelos arcillosos del Valle del Mayo, encontró que al aumentar el número de riegos de auxilio hasta 3, se incrementó el rendimiento en 1.867 ton/ha, aplicados éstos en ramificación, botón floral y floración, (15).

Duarte (19), en el Valle del Mayo durante el ciclo 1979-80 en suelos arcillosos, evaluó calendarios de riego, fechas de siembra y densidad de población en cártamo. Sus resultados indicaron que al aumentar el número de riegos de auxilio de 3 a 4 aumentó el número de granos - por capítulo con promedios de 35 y 35.96 respectivamente, diámetro de capítulos con 2.27 y 2.34 cm y altura de planta con promedio de 111, y 111.8 cm, también se observó que a medida que se siembra tarde se reduce la altura de la planta con 1.32 y 0.977 m, así también para la variable número de capítulos por planta con 21.57 y 19.85 respectivamente para las fechas diciembre 3 y enero 3. Por otra parte, indica que los tratamientos que implicaron castigos en la etapa crítica del cultivo que es el llenado de grano se tuvo el menor peso hectolítrico 56.4.

En Dakota del Norte, E.U., se estudió el efecto de la fecha de - siembra y poblaciones en el rendimiento, concentración de aceite y eficiencia en el uso del agua en cártamo. Los resultados indicaron que - la siembra del 16 de mayo requirió 4 y 8 cm más de agua que la siembra del 6 y 15 de junio respectivamente, no siendo afectado por las poblaciones de 43, 86 y 129 plantas por m<sup>2</sup>, (3).

Abel (1), en 1976 en la Mesa Arizona, encontró que en las siembras del 15 de diciembre al 15 de febrero en seco o en humedad, no existen diferencias en dar el último riego de auxilio 8 días antes o 17 días -



después de la floración.

Otros tipos de estudios como análisis de correlación se han efectuado tendientes a explicar el grado de asociación y dependencia del rendimiento de grano con sus diferentes componentes y variables asociadas en cártamo. De esta manera Robles (35), reporta una alta correlación del rendimiento de grano con altura de la planta y el número de capítulos por planta.

Makne y colaboradores (26), en 1976 en la India, realizaron un estudio de la variabilidad genética y caracteres asociados en cártamo, indicando que el rendimiento mostró una correlación positiva significativa con altura, número de capítulos por planta, número de semillas, tamaño del capítulo y peso de 1,000 semillas.

En otro estudio similar, Alba y Greco (4), en Italia, encontraron que el número de granos estuvo correlacionado con el número de ramas y número de capítulos.



### HIPOTESIS

- 1).- Existen diferencias en el rendimiento de grano al variar el número de riegos de auxilio.
- 2).- Al aumentar el número de riegos de auxilio se incrementa el rendimiento de grano.
- 3).- El número de riegos de auxilio y la fecha de siembra están afectando algunos de los componentes del rendimiento del cultivo de Cártamo.



## MATERIALES Y METODOS

### LOCALIZACION DEL VALLE DE MEXICALI

El Valle de Mexicali, B.C., es un área agrícola situada entre los 114°45' y 115°40' de longitud oeste, tomando como origen el Meridiano de Greenwich y 31°41' a 32°40' de latitud norte. (Figura 1).

### CLIMA

De acuerdo con la clasificación de Thornthwaite modificado por Contreras Arias (1942), el clima de esta región es muy seco, con humedad deficiente en todas las estaciones, semicálido y extremoso y que corresponde a las siglas: E(d) B'; (c'). La temperatura de esta región varía desde -6 °C hasta los 50 °C, con una media anual de 22 °C.

La precipitación media anual es de 58 mm mientras que la evaporación mensual varía entre los 56 mm en los meses de diciembre y enero a 390 mm en junio y agosto, con una evaporación media anual de 2,330 mm.

### ALTITUD

La altura del Valle de Mexicali varía entre los 2 metros bajo el nivel del mar 10 kilómetros al oeste de la Ciudad de Mexicali y a 43 metros sobre el nivel del mar en el extremo noroeste. En el extremo sur la cota media es de 5 metros sobre el nivel del mar.

### SUELOS

Estos son de origen minerológico indeterminado, aluviales y recientemente formados por acumulaciones sucesivas de materiales en suspensión; arrastrados por las grandes avenidas del Rfo Colorado.

Se distinguen perfectamente 2 planos diferentes de depositación de



estos materiales, que dan origen a los suelos de esta región, lo que se llama planicie de inundación y depósitos deltáicos.

#### DESCRIPCION DE LA SERIE IMPERIAL

Está formada por suelos de perfil muy pesado, compacto y de color gris o café claro, casi uniforme. Entre los 35 a 40 cm se nota un incipiente horizonte de acumulación en donde la arcilla y el carbonato de calcio son más abundantes, encontrándose también algunos cristales de yeso. La textura dominante, no solo en la superficie sino en todo el perfil, es de arcilla o arcillo-limosa.

Su estructura en la primera parte del perfil es columnar o de adobe y en la inferior frecuentemente reticular. Es un perfil de muy escasa permeabilidad por su gran compactación, formándose grandes grietas al secarse. Se clasifica como de tercera clase por este solo concepto. (Figura 2).

#### SALINIDAD DE LOS SUELOS Y LAS AGUAS DE RIEGO

Dentro de los componentes químicos de los materiales de acarreo, figuran entre otros, en partes muy apreciables, sales de sodio, calcio y magnesio, en una proporción aproximadamente de 45% de la primera contra 50% de la suma de la segunda y tercera, por lo que todos los suelos del Distrito en mayor o menor grado están afectados por sales. (Figura 3).

Por las mismas razones apuntadas anteriormente, las aguas con que se riegan estos suelos, tanto las acarreadas por el río, como las del subsuelo extraídas por bombeo tienen una concentración de sales apreciable de 900 a 1,122 partes por millón, (40).



## LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

El experimento se estableció en terrenos del Campo Agrícola Experimental del Valle de Mexicali-CIANO, (Ver Figura 4), en suelos arcillosos pertenecientes a la serie Imperial.

## LABORES CULTURALES

Se efectuó un barbecho a 30 cm de profundidad. Posteriormente, se dieron tres pasos con la rastra de discos a una profundidad de 10 cm, después se realizó un paso cruzado con el rodillo o cultipacker para seguir con el emparejamiento mediante el uso de una escrepa. Se continuó con el surcado a 1 metro de separación con el uso de las vertederas, posteriormente se le dió un paso con el cultipacker para formar la cama de siembra. En seguida se procedió a rayar la cama de siembra con picos o abridores los cuales formaron una zanja en las orillas de la cama de siembra a una separación de 40 cm en donde se depositó la semilla. Finalmente se levantaron los bordos de las unidades experimentales así como los de los canales, a los cuales a éstos últimos se les dió dos pasos con la canalera o V para formar los canales de riego.

## PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

Una vez que se efectuó el emparejamiento se realizó un muestreo para determinar constantes de humedad, conductividad eléctrica y algunos elementos químicos. (Ver Cuadro 1).

Con los datos de CC, PMP y Ce se construyó la curva de tensión y es fuerza de humedad del suelo mediante la fórmula descrita por Palacios. (Ver Gráfica 1).



$$t = \frac{k}{ps^n} + C$$

Donde:

t = Tensión del suelo en atmósferas.

Ps = Porcentaje de humedad, %

n = Exponente que depende de las características del suelo, adimensional.

k = Constante que depende de la textura, estructura y compactación del suelo, adimensional.

C = Constante que depende de las propiedades físicas del suelo, adimensional.

Las constantes K, C y el exponente n se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$C = -0.000014 (CC)^{2.7} + 0.3$$

$$n = \frac{\text{Log}(t_{pmp} - C) - \text{Log}(t_{cc} - c)}{\text{Log} Ps_{pmp} - \text{Log} Ps_{cc}}$$

$$\text{Log } k = \text{Log}(t_{pmp} - c) + n \text{ log } Ps_{pmp}$$

Una vez que se calcularon los valores de la tensión del suelo para "X" porcentaje de humedad, se procedió a calcular la curva de esfuerzo de humedad del suelo mediante el uso de la siguiente fórmula.

$$P_0 ps_x = P_0 \text{ sat } \frac{Ps}{ps_x}$$

Donde:

P<sub>0</sub> ps<sub>x</sub> = Presión osmótica para x porcentaje de humedad del suelo en atmósferas



PS sat = Presión osmótica a saturación.

Ps = Porcentaje de humedad a saturación, (67).

Psx = Porcentaje de humedad x, %

#### FACTORES EN ESTUDIO

El trabajo experimental se realizó en el ciclo otoño-invierno 1981-82, el cual consistió en evaluar tres, cuatro y cinco riegos de auxilio en dos fechas de siembra.

Los intervalos de riego para los diferentes números de riegos de - auxilio (3, 4 y 5) fueron planteados en base a la fenología del cultivo. (Ver Gráfica 2).

Los tratamientos fueron los siguientes:

FECHA DE SIEMBRA	INTERVALO Y NUMERO DE RIEGOS DE AUXILIO		
1º Diciembre	Tallo Principal Botón Floral Formación de Gra no.	RG-64-55-29	Fin Roseta Rama Fructífera Botón Floral Floración (60%)
			Roseta Rama Fructífera Botón Floral Floración (50%) Grano Lechoso
11 Enero	Tallo Principal Botón Floral Formación de Gra no.	RG-59-37-33	Fin Roseta Rama Fructífera Botón Floral Floración (100%)
			Roseta Rama Fructífera Botón Floral Floración (40%) Grano Lechoso

RG = Riego de Germinación.



## DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela mayor fue la fecha de siembra y la parcela menor el número de riegos de auxilio. (Ver Figura 5). La unidad experimental consistió en cuatro camas a un metro de separación por 30 mts de largo.

La parcela útil estuvo compuesta por las dos camas centrales y 10 mts de largo ( $20 \text{ m}^2$ ).

## MANEJO AGRONÓMICO

El manejo agronómico del cultivo fue en base a las recomendaciones del Campo Agrícola Experimental del Valle de Mexicali. (CAEMEXI).

## SIEMBRA

La siembra se realizó en seco y a doble hilera, la separación entre hileras fue de 40 cm. Se utilizó la variedad Kino'76 con una densidad de siembra de 18 kg/ha. Cuando la planta tuvo una altura de 20 cm se efectuó un aclareo, dejando una planta cada 7 cm por hilera.

## FERTILIZACION

Se fertilizó con 140 kg/ha de nitrógeno, la mitad se aplicó en pre siembra y el resto en el primer riego de auxilio, la fuente de nitrógeno fue Urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  al 46%.

Cuándo Regar. El criterio que se siguió para determinar el momento del riego, fue en base a los intervalos en días los cuales fueron planteados en función de la fenología del cultivo como lo demuestra el



Cuadro anterior de tratamientos. Sin embargo, estos intervalos de riego se recorrieron de 1 a 2 días en algunos de los tratamientos. Esto fue debido a problemas que se tuvieron en la operación.

Cuánto Regar. Dos días antes de finalizar el intervalo de riego se muestreaba el suelo en 2 sitios a cada unidad experimental, mediante el uso de la barrena Vehinmeyer a 2 profundidades (0-30 y 30-60), procurando que el muestreo quedara dentro y en los extremos de la parcela útil y a una separación de aproximadamente 1 m entre los muestreos y alternado en las dos camas centrales. Posteriormente a estas muestras se les determinaba el contenido de humedad mediante el pesado y secado de las mismas (método gravimétrico). La fórmula que se empleó para el cálculo del contenido de humedad de las muestras fue la siguiente:

$$\% H = \frac{PSH - PSS}{PSS} \times 100$$

Donde:

% H = Porcentaje de humedad.

PSH = Peso de la muestra húmeda.

PSS = Peso de la muestra seca.

Una vez que se determinaba el contenido de humedad de las muestras, se procedía a calcular la lámina de riego sumando las láminas parciales de los estratos 0-30 y 30-60 cm mediante la fórmula:

$$Lr = (CC - Ps) Da \times Pr$$

Donde:

Lr = Lámina de riego.

CC = Capacidad de campo



Ps = Contenido de humedad 2 días antes del riego.

Da = Densidad aparente.

Pr = Profundidad del suelo que se desea humedecer.

Posteriormente cuando se calculaba la lámina total de riego, se transformaba dicha lámina a volumen de agua en  $m^3$  por unidad experimental. La fórmula que se utilizó para calcular el volumen fue la siguiente:

$$V = L \times A$$

Donde:

V = Volumen en  $m^3$  por unidad experimental.

L = Lámina de riego en metros.

A = Area en  $m^2$  de la unidad experimental.

Cómo Regar. Debido a la baja permeabilidad de estos suelos (serie Imperial), se utilizó un sifón de polietileno por unidad experimental de 1" de diámetro y 1.49 m de longitud, el cual operaba con una carga promedio de 20 a 25 cm y un gasto de 0.58 a 0.70 litros por segundo.

Para la distribución del agua en la parcela se taponeaban las camas orilleras en ambos extremos de la unidad experimental de tal manera que el agua avanzaba por los 3 surcos centrales, hasta alcanzar que la humedad cerrara en las camas por transporo (aproximadamente el 70% del volumen calculado), para posteriormente abrir los tapones de las camas orilleras y mojar los surcos que formaban éstas y los bordos que separaban las unidades experimentales.



### CALIBRACION DE SIFONES

La calibración de los sifones se efectuó haciendo variar las cargas de operación y aforándolo con un volumen conocido, de tal manera que se tuvieron diferentes valores de gastos para una carga (H) determinada.

Con esta relación carga-gasto se efectuó un análisis de regresión para determinar la ecuación de esta función (Ver Gráfica 3). Posteriormente con la ecuación de la recta se formuló una tabla de gastos para diferentes cargas de operación. (Ver Tabla A de gastos).

### MEDICION DEL AGUA DE RIEGO

Para medir el agua de riego en las parcelas se utilizaron 2 estacas las cuales se colocaron a nivel con un sifonímetro tanto en el bordo del canal como en la unidad experimental, a las cuales se les colocaron reglas de plástico de 30 cm de longitud haciendo coincidir el cero de esta regla con el centro de la descarga del agua del sifón. Posteriormente cuando el sifón se encontraba operando se realizaban lecturas del nivel del agua tanto en la escala del canal como en la unidad experimental; con la diferencia de estas lecturas se entraba a la Tabla A de gastos para conocer el volumen aplicado en un intervalo de tiempo. Las lecturas se hicieron cada minuto hasta normalizarse el flujo en el sifón para posteriormente tomar lecturas cada 5, 10 y 15 minutos de intervalo para acumular el volumen previamente calculado.

### CULTIVOS Y DESHIERBES

Se dieron dos cultivos, uno antes y otro después del primer riego de auxilio, además se dió un paso del cultipacker cuando el cultivo pre



sentó 2 hojas verdaderas, con el fin de sellar las grietas entre las hileras de plantas. Por otra parte, se dieron 2 limpiezas manuales con el objeto de eliminar las malezas que quedaron después del cultivo.

#### PLAGAS

La plaga que se presentó fue el pulgón myzus, *Myzus persicae* (Sulzer), particularmente en las primeras etapas de desarrollo con infestaciones de hasta 200 pulgones por cogollo. Sin embargo, no se realizaron aplicaciones de insecticidas y la incidencia bajó por control natural.

#### ENFERMEDADES

La enfermedad que se presentó fue Roya o "Chahuixtle" atacando principalmente las hojas. Sin embargo, a la incidencia de este patógeno no ameritó producto químico para su control.

#### VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas fueron: Contenido de humedad del suelo y fenología del cultivo 2 días antes del riego, altura final, número de capítulos en 10 plantas, diámetro de capítulos, número y peso del grano de cuatro plantas, número de capítulos por rama, peso de 500 semillas y finalmente rendimiento de grano. Así también, se realizó un análisis de regresión y correlación de todas las variables analizadas.

#### COSECHA

La cosecha se realizó cuando las brácteas de los capítulos tomaron una coloración café. Para efectuar la trilla se utilizó una máquina trilladora "Pullman" tipo experimental.



CUADRO 1. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO.

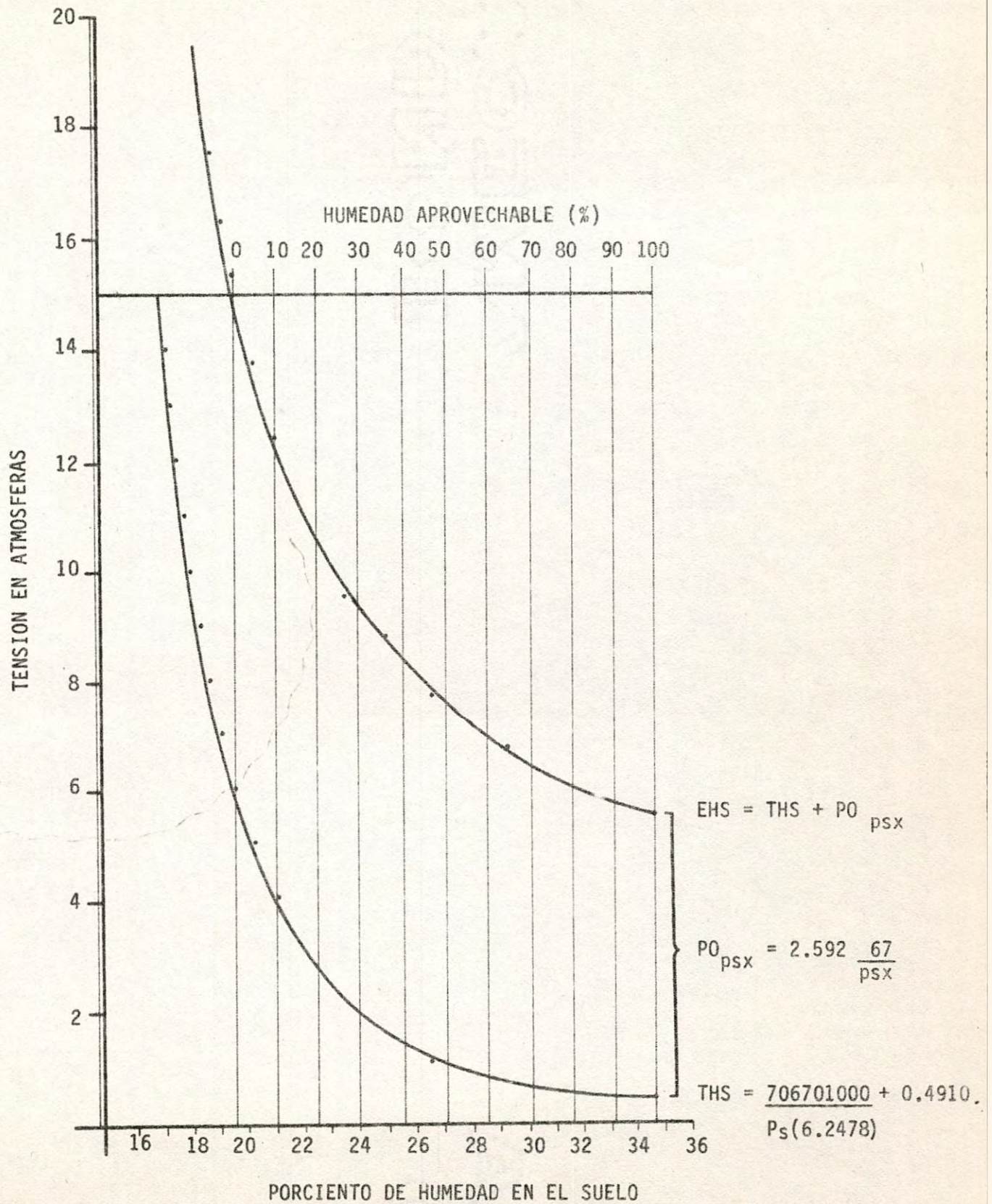
P R O P I E D A D		P R O F U N D I D A D (cm)		M E T O D O D E A N A L I S I S
		0-30	30-60	
Granulometría	(%)*	10.2-16.6-73.1	11.5-17.3-71.1	Bouyoucos
Textura		Arcilla	Arcilla	
Capacidad de Campo	(%)	34.00	34.12	Olla de Presión
P. Marchitamiento P.	(%)	17.00	17.06	50% CC
Densidad Aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.10	1.20	Barrena Corazón
Conductividad Eléctrica (mmhos/cm <sup>2</sup> a 25 °C)	**	7.10	7.20	Puente de Conductividad
Porciento de Sodio Intercambiable **	(%)	12.33	13.60	Fórmula
Potencial de Hidrógeno	(pH)	7.86	7.93	Potenciómetro
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	(Meq)	95.00	88.33	Nitrato de Plata
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	(Meq)	0.00	0.00	Ac' Sulfúrico
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	(Meq)	10.00	8.66	Ac' Sulfúrico
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	(Meq)	29.00	25.30	Versenato
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	(Meq)	24.00	23.60	Versenato
Sodio (Na <sup>+</sup> )	(Meq)	53.50	60.00	Fórmula
Materia Orgánica	(%)	1.56	0.64	Walkey
Fósforo	(ppM)	8.86	7.04	Bray P.

\* Arena, limo y arcilla.

\*\* Suelo clasificado como salino.

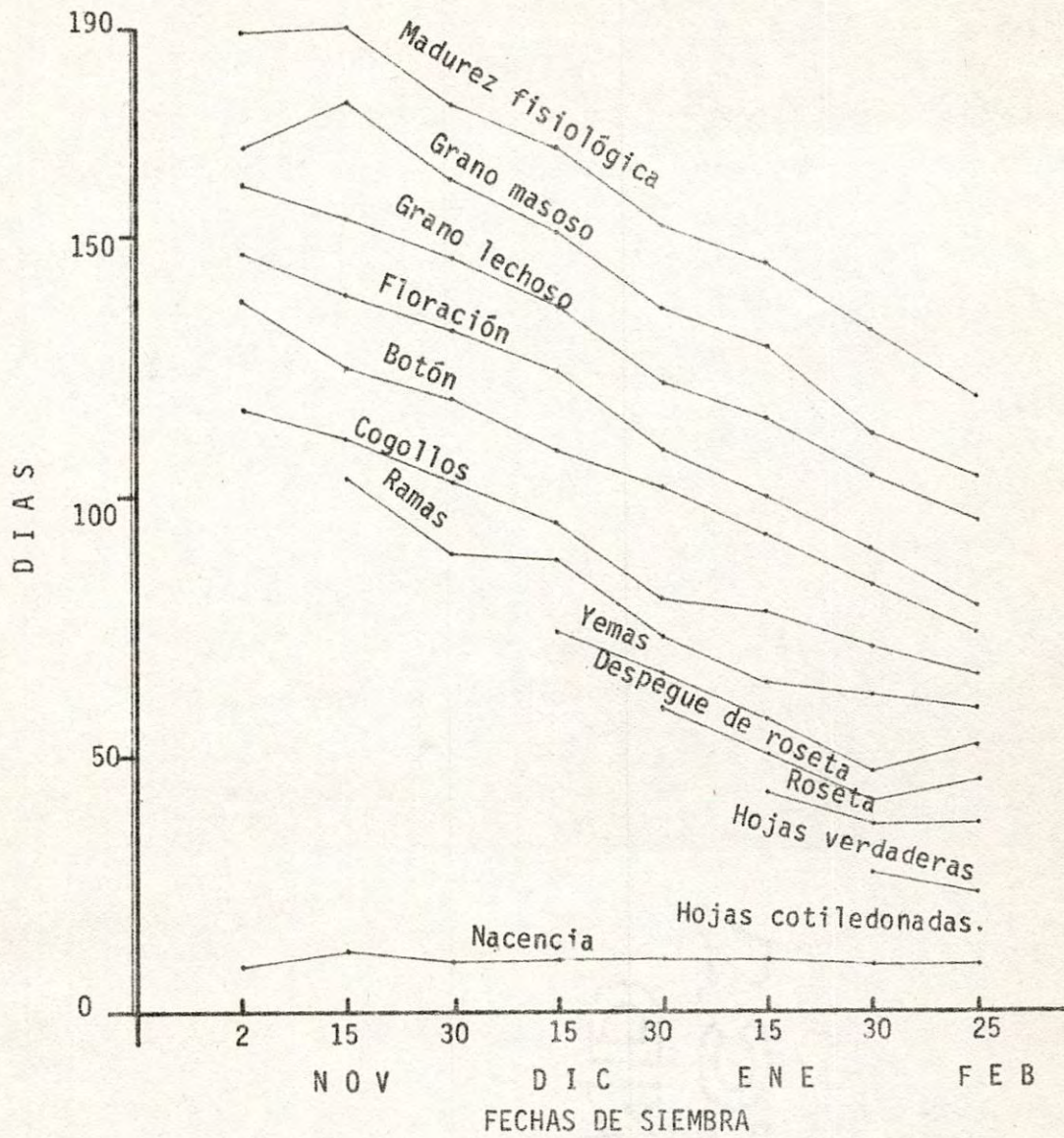


GRAFICA 1. CURVAS DE RETENCION Y ESFUERZO DE HUMEDAD DEL SUELO, PROFUNDIDAD 0-30 y 30-60.





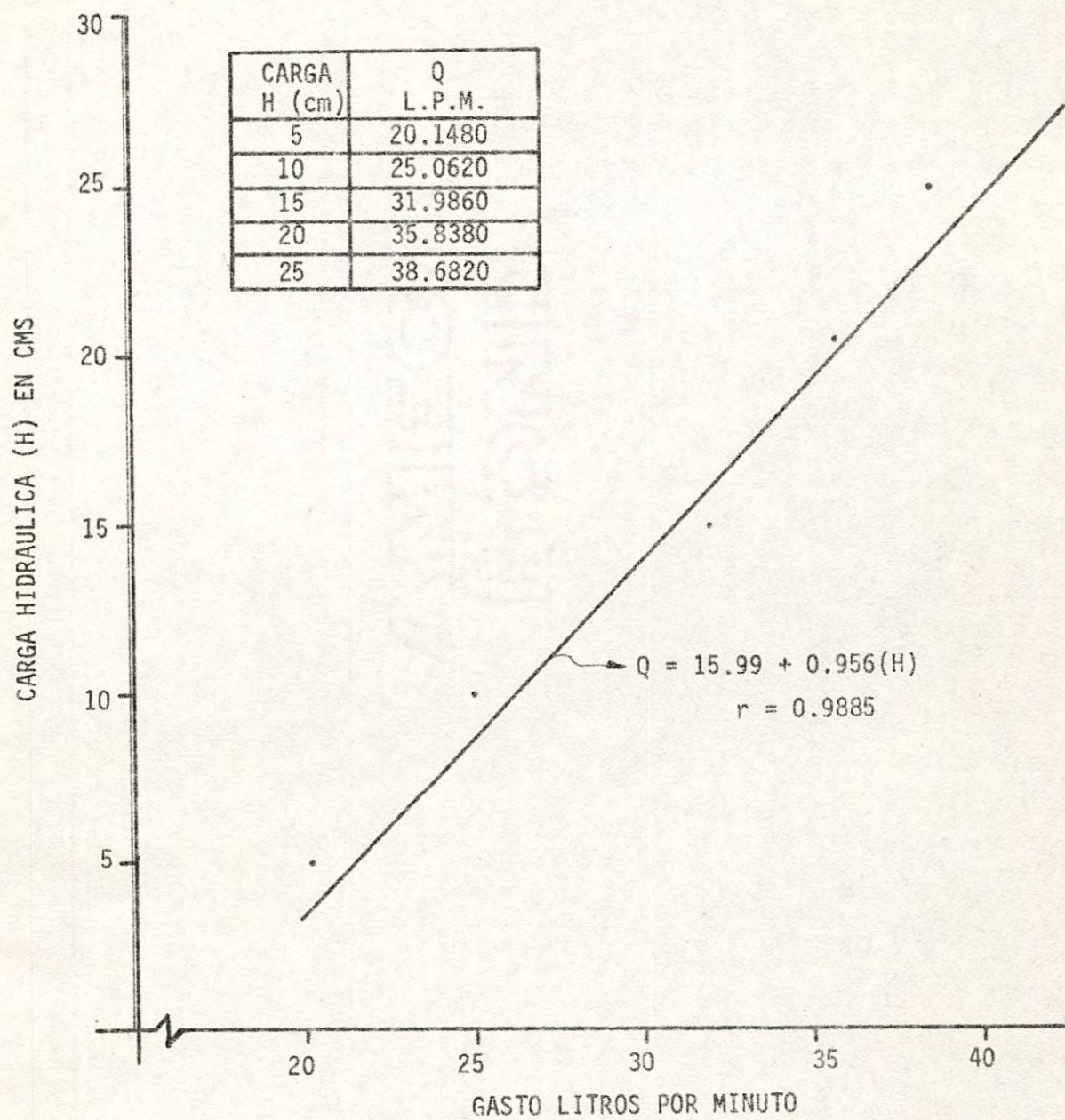
GRAFICA 2. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL DESARROLLO FENOLOGICO DE CARTAMO. CAEMEXI-CIANO. 1979-1980.



Fuente: Mario Camarillo (8)



GRAFICA 3. RELACION CARGA GASTO PARA SIFONES DE 1" (2.54 cm) DE DIAMETRO





## RESULTADOS Y DISCUSION

La discusión de los resultados se hará por separado para cada una de las variables analizadas; únicamente se considerarán en conjunto dos o más variables cuando éstas estén íntimamente relacionadas entre sí -- o una de ellas explique a otra, ésto se realizará preferentemente en el análisis de regresión y correlación que se hizo entre ellas. A continuación se discutirá cada variable.

### Rendimiento de Grano

En el Cuadro 2 se observa el análisis de varianza realizado, éste reportó diferencias altamente significativas para el factor número de riegos (R).

Al analizar mediante la prueba de separación de medias (Duncan 0.05) éste arrojó dos grupos estadísticos, donde 5 riegos de auxilio fue superior a 4 y 3 riegos de auxilio en un 35.35 y 55.60% respectivamente, siendo éstos dos últimos estadísticamente iguales, (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se presentan las medias de rendimiento de grano; se aprecia que los rendimientos se incrementan al aumentar el número de riegos de auxilio 3, 4 y 5 así como sus láminas de agua promedio 54.57, 61.63 y 67.15 cm (Cuadro 5), con medias de rendimiento de 1.612, 1,874 y 2.899 ton/ha respectivamente. Esta tendencia coincide con lo reportado por Abel (1) en la Mesa Arizona, Jones y Tukey en el Valle Imperial y Chavira en suelos de aluvi6n del Valle del Mayo, (15).

Lo anterior se pudo deber a que en los tratamientos 3 y 4 riegos de auxilio la planta se vi6 sujeta a las más altas tensiones del suelo, coincidiendo además en estados críticos de desarrollo del cultivo tales



como botón floral, floración y formación de grano con valores de 19.80, 14.52 y 43.76 atmósferas respectivamente, lo cual se vió reflejado en el rendimiento (Ver Cuadro 6). Esto pudiera coincidir con Obeso, Salter y Goode (25, 37).

Por otra parte, los intervalos de riego fueron más amplios en estos tratamientos, pudiéndose constatar el fuerte agrietamiento que presentó este tipo de suelo antes de cada riego de auxilio (serie Imperial clasificado según Villarreal (39) como suelo de tercera clase). Lo cual ayudó a incrementar las pérdidas de humedad por evaporación del suelo, aunado a esto la concentración de sales que redujo el contenido total de humedad aprovechable del suelo (Ver Cuadro 1 y Gráfica 1).

Para el factor fecha de siembra y bloque o repetición, el análisis de varianza (Cuadro 2) no detectó efectos significativos. Sin embargo, para fechas (F) se apreció una clara tendencia de obtener mayores rendimientos en la fecha de siembra del (1º de diciembre) sobre la segunda (11 de enero), con promedios de 2.559 y 1.697 ton/ha, respectivamente (Cuadro 4); lo cual concuerda con los resultados de Camarillo (8) en el Valle de Mexicali, Márquez (27) en la Costa de Hermosillo y Castro (12) en el Valle del Yaquí.

Para la interacción fecha de siembra por número de riegos (F x R), el análisis de varianza (Cuadro 2) detectó diferencias significativas.

Al analizar mediante la prueba de separación de medias (Duncan 0.05) se detectaron dos grupos estadísticos los cuales quedan de manifiesto en el Cuadro 3, así como sus medias de rendimiento en el Cuadro 4. El primer grupo (a) quedó formado por tratamientos 1º de diciembre con 5 riegos de auxilio y un rendimiento de 3.146 ton/ha, continuó la



fecha 11 de enero y 5 riegos de auxilio con 2.653 ton/ha, después siguió el tratamiento 1º de diciembre con 4 riegos de auxilio y un rendimiento de 2.465 ton/ha, y por último la fecha 1º de diciembre con 3 riegos de auxilio y un rendimiento de 2.063 ton/ha, este último tratamiento formó parte además del segundo grupo estadístico (b), en el cual se encuentran la fecha 11 de enero y los tratamientos 4 y 3 riegos de auxilio con un rendimiento promedio de 1.279 y 1.161 ton/ha respectivamente.

Al analizar los dos grupos estadísticos se aprecia que aunque no se encontró diferencias significativas para el factor fecha de siembra, éste afectó fuertemente el rendimiento bajo los tratamientos 4 y 3 riegos de auxilio principalmente en la fecha 11 de enero. Esto se pudo deber a que las temperaturas y evaporación ambiental fueron en aumento (Gráficas 4 y 5) por lo que 4 y 3 riegos de auxilio no fueron suficientes para contrarrestar las pérdidas por evaporación y la presión osmótica de la solución del suelo. Lo cual queda de manifiesto al aplicar 5 riegos de auxilio en ambas fechas de siembra.

Estos resultados para fechas tempranas y tardías de no disminuir sus necesidades en cuanto al número de riegos, las reportan Castro (13) al trabajar en suelos de barrial en el Valle del Yaqui, al igual que Flores (21) en la Comarca Lagunera.

Todo lo anteriormente señalado del efecto de las fuentes de variación sobre el rendimiento de grano lo demuestran las Gráficas 6 a, b, c y d.

El hecho de que el coeficiente de variación para el factor A (Fechas) haya sido muy grande (53.31), se debió a la desuniformidad en el terreno, lo cual se vió reflejado claramente en la fenología del culti-



-tivo, particularmente en la altura que presentó bajo las diferentes condiciones. Lo anteriormente descrito no se pudo evitar en vista de no contar con la historia del sitio experimental.

#### Altura Final

En el Cuadro 2 se anota el análisis de varianza realizado de esta variable, el cual arrojó diferencias altamente significativas para el factor número de riegos.

Al separar las medias de este factor (Cuadro 3) mediante Duncan 0.05; se encontró que los tratamientos 5 y 4 riegos de auxilio fueron estadísticamente iguales y superiores al tratamiento 3 riegos de auxilio.

En el Cuadro 4 se anotan los promedios de altura final (cm); se aprecia que las plantas más altas se obtuvieron conforme aumentó el número de riegos de auxilio, los promedios obtenidos fueron 67.26, 81.76 y 85.56 cm en 3, 4 y 5 riegos de auxilio respectivamente. Este efecto de aumentar la altura conforme aumenta el número de riegos lo reportan Duarte (19) en el Valle del Mayo y Castro (13) en el Valle del Yaqui.

Para el factor fecha de siembra no se encontró diferencias significativas (Cuadro 2). Sin embargo, se detectó una tendencia clara a superar en altura la fecha de siembra más temprana a la más tardía, con promedios de altura de 89.66 y 66.72 cm para las fechas 1º de diciembre y 11 de enero respectivamente (Cuadro 4). Estos datos coinciden con los de la región de Caborca (33) así como en la Costa de Hermosillo (27), al igual que en el Valle del Yaqui (12).



Para la fuente de variación fecha de siembra por número de riegos (F x R) el análisis de varianza (Cuadro 2) no detectó efecto significativo. Sin embargo, se logró apreciar una clara tendencia de aumentar la altura conforme aumenta el número de riegos de auxilio en ambas fechas de siembra. Lo anterior coincide con los resultados de Castro (13) en el Valle del Yaqui. Por otra parte, se aprecia que independientemente de la fecha de siembra el cultivo requiere un mínimo de 67 cm de lámina de riego promedio para expresar su mayor altura y rendimiento de grano, ya que la altura de planta tuvo una alta correlación positiva significativa de 0.86 con la variable rendimiento de grano (Cuadros 5 y 7). De esta manera se tuvo que las plantas más altas se registraron progresivamente al aumentar el número de riegos de auxilio 3, 4 y 5 en la fecha 1<sup>º</sup> de diciembre con promedio de 77.36, 93.53 y 98.1 cm respectivamente. Las alturas más bajas se presentaron en la fecha 11 de enero bajo la misma tendencia con respecto al número de riegos que la fecha anterior. Los valores registrados fueron 57.17, 59.97 y 73.02 cm. (Cuadro 4).

Todo lo antes discutido sobre esta variable se aprecia en las Gráficas 7 a, b, c y d.

#### Número de Capítulos por Rama

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 2); este reportó diferencias altamente significativas para el factor número de riegos de auxilio y fecha de siembra.

Al separar las medias del factor número de riegos mediante Duncan 0.05 (Cuadro 3), se detectó que 5 y 4 riegos de auxilio fueron estadísticamente iguales y superiores a 3 riegos de auxilio.



El Cuadro 4 y Gráficas 8 a, b, c y d exponen los promedios y tendencia de esta variable; observándose que con 4 y 5 riegos de auxilio se obtuvo igual promedio de capítulos por rama (3.12); no así para 3 - riegos de auxilio, con un promedio de 2 capítulos por rama, lo cual se reflejó en el rendimiento. Tal vez este efecto se debió a que en el tratamiento 3 riegos de auxilio no se le proporcionó un riego en el estado de desarrollo de rama fructífera (Cuadro 6). Datos similares encontró Obeso (20), e indica que no se debe descuidar la humedad en el estado de ramificación.

Por otra parte, esta variable obtuvo la más alta correlación positiva significativa al 0.01 con altura de planta (0.89) y ésta a su vez se vió influenciada por el número de riegos de auxilio.

En cuanto al factor fecha de siembra el análisis de varianza detectó efectos altamente significativos (Cuadro 2). Al separar estas dos medias (Duncan), la fecha 1<sup>a</sup> de diciembre resultó ser estadísticamente superior a la fecha 11 de enero. El Cuadro 4 y Gráfica 8 a, muestran los promedios de 3.41 y 2.08 respectivamente para las fechas 1<sup>a</sup> de diciembre y 11 de enero.

Para la interacción F x R el análisis de varianza no presentó efecto alguno en esta variable. Sin embargo la tendencia fue de aumentar con el mayor número de riegos de auxilio. De esta manera se tiene que con 3, 4 y 5 riegos de auxilio para la fecha 1<sup>a</sup> de diciembre los promedios fueron de 2.5, 4 y 3.75 mientras que para la fecha 11 de enero fueron 1.5, 2.25 y 2.50 respectivamente, (Cuadro 4).



#### Peso de Grano de cuatro plantas

El análisis de varianza (Cuadro 2) no arrojó diferencias significativas para las fuentes de variación analizadas.

El Cuadro 4 indica los promedios obtenidos para cada fuente de variación; se logra apreciar que el peso del grano fue mayor conforme -- aumentó el número de riegos de auxilio 3, 4 y 5 con promedios de 55.62, 62.61 y 74.81 grs. Este efecto posiblemente se debió a que la humedad del suelo (Cuadro 6) no fue suficiente para el completo desarrollo del grano específicamente en los tratamientos 4 y 3 riegos de auxilio, afectado esto por la concentración de sales en el suelo. Lo que coincide -- con lo que reportan Francois and Bernstein (23), para el factor fecha -- de siembra se detectó que la fecha 1<sup>a</sup> de diciembre fue superior en un -- 35.43% con respecto a la fecha 11 de enero, con promedios de 78.20 y -- 50.49 grs, respectivamente.

En la interacción F x R se vió una marcada tendencia a incrementar se el peso del grano conforme aumentó el número de riegos de auxilio 3, 4 y 5 para la fecha 1<sup>a</sup> de diciembre y 11 de enero con promedios de 76, 78.75, 79.87 y 35.23, 46.47 y 69.75 grs, respectivamente.

#### Número de Granos de cuatro plantas

El análisis de varianza (Cuadro 2) no encontró efectos significativos para esta variable. Sin embargo, en el Cuadro 4 se indican los valores del número de granos, éstos aumentaron progresivamente con los -- tratamientos 3, 4 y 5 riegos de auxilio con promedios de 1,471.80, -- 1,608.80 y 1,825.30 respectivamente; esta tendencia coincidió con lo re -- portado por Abel (1) en la Mesa Arizona, y Duarte (19) en suelos arcii -- llosos del Valle del Mayo. Además, esta variable presentó una correla-



ción positiva significativa con altura de planta y número de capítulos por rama con 0.78 y 0.67 respectivamente, (Cuadro 7).

Los efectos de la fecha de siembra se logran apreciar en el Cuadro 4; se observa una marcada tendencia de la fecha 1<sup>a</sup> de diciembre a ser superior sobre la fecha 11 de enero con promedios de 1,963.60 y 1,271.00 respectivamente, éstos resultados concuerdan con lo reportado por Abel (2) en la Mesa Arizona, no así con lo reportado por Quilantán en la región de Caborca y Hermosillo cuya tendencia de esta variable fue de permanecer constante a través de las fechas.

Así también para la interacción F x R la tendencia fue de aumentar conforme la fecha es más temprana y el número de riegos de auxilio es mayor. De esta manera se tiene que para 3, 4 y 5 riegos de auxilio, en la fecha 1<sup>a</sup> de diciembre los promedios registrados fueron de 1,856.00, 1,995.20 y 2,039.70 respectivamente. Mientras que los más bajos promedios los registró la fecha 11 de enero con 979.70, 1,222.50 y 1,611.00 también con 3, 4 y 5 riegos de auxilio, (Cuadro 4).

#### Número de Capítulos en 10 plantas

El análisis de varianza (Cuadro 2) no detectó diferencias significativas para el factor número de riegos. Sin embargo, la tendencia que presentó esta variable sin importar la fecha fue de aumentar el número de capítulos a medida que el número de riegos de auxilio se incrementó.

De esta manera, se tuvo que los promedios fueron de 115, 126.12 y 135.75 respectivamente para los tratamientos 3, 4 y 5 riegos de auxilio (Cuadro 4). Esta misma tendencia la reporta Abel (1) en la Mesa Arizona.



Lo anterior se debe a que el número de capítulos está fuertemente influenciado por la altura de planta como lo demuestra el análisis de correlación (Cuadro 7), con un coeficiente de 0.74 y a su vez la altura de planta con el número de riegos como se explicó anteriormente al discutir dicha variable. Para la fuente de variación fecha de siembra, el análisis de varianza no arrojó diferencias significativas (Cuadro 2); - sin embargo, los valores promedios que se registraron indican que la fecha 1º de diciembre sobresalió de la fecha 11 de enero con un promedio de 151.75 y 99.50 respectivamente (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Abel (2) en la Mesa Arizona, Castro (13) en el Valle del Yaqui y Duarte (19) en suelos arcillosos del Valle del Mayo.

Para la interacción F x R el análisis de varianza (Cuadro 2) arrojó diferencias significativas; así mismo, la prueba de Duncan (Cuadro 3) divide en dos grupos estadísticos.

El primer grupo (a) quedó formado por los tratamientos de riegos - probados en la primera fecha de siembra (1º de diciembre) y el tratamiento 5 riegos de auxilio de la fecha 11 de enero, y a la vez este último formó parte del segundo grupo (b) estadístico junto con los tratamientos 3 y 4 riegos de auxilio de la fecha 11 de enero.

De esta manera se aprecia en el Cuadro 4 que los más altos valores se registraron al sembrar en la fecha 1º de diciembre, bajo los tratamientos 4, 5 y 3 riegos de auxilio con valores promedios de 172.5, - 145.75 y 137 capítulos, respectivamente.

Por otra parte, los más bajos valores se obtuvieron al sembrar en la fecha 11 de enero y los tratamientos 5, 3 y 4 riegos de auxilio promedios de 125.75, 93 y 79.75 respectivamente.



Al analizar la interacción se aprecia que el principal factor que está afectando esta variable es la fecha de siembra, seguido del número de riegos de auxilio. El hecho de que los tratamientos 4 y 3 riegos - de auxilio de las fechas 1º de diciembre y 11 de enero respectivamente arrojen valores promedios más altos que los tratamientos 5 y 4 riegos respectivamente en las fechas 1º de diciembre y 11 de enero, se puede deber a la desuniformidad que presentó la altura de planta y a que esta variable tuvo un coeficiente de correlación de 0.74 con la altura. Sin embargo, al estudiar el factor número de riegos por separado la tendencia de esta variable fue de aumentar conforme aumentó el número de riegos como ya se explicó al discutir este factor.

Todo lo antes descrito de esta variable y el efecto de las fuentes de variación queda de manifiesto en las Gráficas 9 a, b, c y d.

#### Diámetro de Capítulos (cm)

El análisis de varianza (Cuadro 2) no detectó efectos significativos para las fuentes de variación estudiadas.

El Cuadro 4 muestra los valores promedios que se registran para el factor número de riego; se aprecia que los diámetros fueron muy similares con promedios de 2.30, 2.32 y 2.34 cm para los tratamientos 3, 4 y 5 riegos de auxilio respectivamente, con una pequeña tendencia a incrementarse, lo cual coincide con Duarte (19) en el Valle del Mayo.

Para el factor fecha de siembra se observó una ligera tendencia de ser superior la fecha 1º de diciembre con 2.45 cm de diámetro comparado con la 11 de enero que solo promedió 2.19 cm (Cuadro 4). Esta misma - tendencia la encontró Castro (12) en el Valle del Yaqui, no así por Qui - lantán (33) en la región de Caborca y Hermosillo el cual reporta una -



tendencia constante a través del factor fecha de siembra.

Para la interacción F x R el Cuadro 4 indica que los promedios fueron muy similares con valores de 2.5, 2.45 y 2.42 cm de diámetro para la fecha 1º de diciembre bajo los tratamientos 3, 4 y 5 riegos de auxilio. Para la fecha 11 de enero los valores promedios fueron de 2.10, 2.20 y 2.27 para los tratamientos 3, 4 y 5 riegos respectivamente.

Peso de 500 semillas (grs)

El análisis de varianza (Cuadro 2) arrojó diferencias significativas para el factor número de riegos; de esta manera se observa en el Cuadro 3 los grupos estadísticos que arrojó la prueba de Duncan.

El primer grupo (a) quedó formado por el tratamiento 5 riegos de auxilio con promedio de 21.99 grs el cual fue estadísticamente superior a los tratamientos 4 y 3 riegos de auxilio ambos con un promedio de 19.49 grs. (Cuadro 4). Lo anterior se pudo deber a que los tratamientos 4 y 3 riegos fueron los más castigados por humedad en estados críticos de desarrollo (Cuadro 6). Lo anterior coincide con lo determinado por Duarte (19) el cual indica que castigos en el llenado de grano, traen como consecuencia menor peso hectolítrico.

Para la fuente de variación fecha de siembra, el análisis de varianza (Cuadro 2) detectó efectos significativos. Al separar estas 2 medias mediante Duncan (Cuadro 3), indicó que la fecha 1º de diciembre fue estadísticamente superior a la fecha 11 de enero con promedios de 20.87 y 19.78 grs, respectivamente. (Cuadro 4).

Para la interacción F x R el análisis de varianza indicó efectos significativos. (Cuadro 2). Al separar las medias de esta fuente de va-



riación mediante Duncan este arrojó 3 grupos estadísticos. El primer grupo (a) se formó con los tratamientos, 11 de enero con 5 riegos de auxilio y un promedio de 22.62 grs, 1º de diciembre con 5 y 3 riegos de auxilio ambos con un promedio de 21.37 grs. A la vez estos 2 últimos formaron parte del segundo grupo (b) junto con los tratamientos 4 riegos de auxilio en las fechas 1º de diciembre y 11 de enero con 19.87 y 10.12 grs, respectivamente. Al igual que el grupo anterior estos dos últimos formaron parte del tercero y último grupo (c) junto con el tratamiento 11 de enero y 3 riegos de auxilio con 17.62 granos. Todo lo antes expuesto sobre esta variable lo muestran las Gráficas 10 a, b, c y d.

#### Análisis de Correlación y Regresión

En el Cuadro 7 se presentan los coeficientes de correlación obtenidos entre cada variable analizada. Las variables que mayormente correlacionaron fue altura final con número de capítulos por rama, rendimiento de grano, número de granos y número de capítulos en 10 plantas con un coeficiente de correlación "r" de 0.89, 0.86, 0.78 y 0.74 respectivamente.

En cuanto al rendimiento de grano, todas las variables correlacionaron a un alto nivel de significancia, excepto diámetro de capítulos con un "r" de 0.39. Las variables que obtuvieron menor grado de correlación fueron: peso de 500 semillas y diámetro de capítulos, ya que el peso de 500 semillas correlacionó únicamente con rendimiento de grano y número de granos con un coeficiente de 0.54 y 0.47 respectivamente, mientras que el diámetro de capítulos correlacionó significativamente solo con la variable número de granos con un "r" de 0.47.



De los datos anteriores la mayoría de ellos coinciden con otros trabajos como Robles (35), el cual reporta una alta correlación entre altura de planta y número de capítulos, así como Makne y colaboradores (26) en la India, ellos reportan una alta correlación positiva significativa de la variable rendimiento de grano con: altura, número de capítulos, número de semillas, tamaño de capítulo y peso de 1000 semillas, al igual que Alba y Greco (4) en Italia, los cuales encontraron una alta correlación entre el número de granos y el número de capítulos.

En el análisis de regresión (Cuadro 8), las variables que mayormente determinaron el rendimiento de grano fueron: altura de planta, número de granos y número de capítulos en 10 plantas, cuyas rectas de regresión fueron  $Y = -1.461 + 0.0458 (x)$ ,  $Y = 0.055 + 0.0012 (x)$  y  $Y = 0.302 + 0.0145 (x)$  con coeficientes de determinación de 0.74, 0.64 y 0.59 respectivamente.

Por otra parte, las variables que determinaron en menor grado el rendimiento de grano son: el peso de 500 semillas y el diámetro de capítulo con un coeficiente de determinación de 0.29 y 0.09 respectivamente.

Para la variable peso de 500 semillas no se tuvieron altos coeficientes de determinación, donde el más alto fue para número de granos con 0.22 y el más bajo de 0.06 para número de capítulos por rama.

Para el número de granos las variables que mayormente lo determinaron fueron: altura final y número de capítulos en 10 plantas con rectas de regresión de  $Y = -412.910 + 25.960 (x)$  y  $Y = 465.760 + 9.268 (x)$  con coeficientes de 0.60 y 0.65 respectivamente.

Las variables que en menor grado explicaron su dependencia fueron: el diámetro de capítulos con altura final y número de capítulos en 10 -



plantas con coeficientes de 0.14 y 0.04. Otra de la variable fue el número de capítulos por rama la cual arrojó un coeficiente de determinación de 0.08 con la variable diámetro de capítulo.

En cuanto a la eficiencia del agua por planta, el Cuadro 6 nos muestra que se presentó la misma tendencia que rendimiento de grano de aumentar la eficiencia conforme aumentó el volumen de agua aplicado en ambas fechas de siembra.

De esta manera se tiene que para la fecha 1º de diciembre los volúmenes aplicados fueron 5,278, 6,009 y 6,913 m<sup>3</sup>/ha, con una eficiencia del cultivo de 0.390, 0.410 y 0.455 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

Por otra parte, el uso consuntivo (ET) para ambas fechas de siembra según el método de Blaney y Cridle es de 58.31 y 54.16 cm para las fechas 1º de diciembre y 11 de enero respectivamente, mientras que las láminas totales aplicadas donde se obtuvieron los más altos rendimientos fueron 69.13 y 65.17 cm con rendimientos de 3.146 y 2.653 ton/ha. en las fechas 1º de diciembre y 11 de enero respectivamente.



CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82. MEXICALI, B.C.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	RENDIMIENTO DE GRAÑO (TON/HA)		ALTURA FINAL DE PLANTA (CM)		NUMERO DE CAPI-TULOS POR RAMA		PESO DEL GRAÑO	
		MC	FC	MC	FC	MC	FC	MC	FC
Bloques	3	0.4072	0.3161NS	133.422	0.3853NS	0.2778	0.3571NS	345.76	0.6325NS
Fecha de Siembra (F)	1	4.4548	3.4587NS	3157.92	9.1198NS	10.6667	13.7143*	4578.84	8.2575NS
Error A	3	1.2881		346.30		0.7778		554.51	
No. de Riegos(R)	2	3.7042	62.68**	746.10	40.438**	3.3750	30.375**	752.57	2.745NS
F x R	2	0.2452	4.14*	12.60	0.6831NS	0.2917	2.625NS	497.65	1.815NS
Error B	12	0.0591		18.45		0.1111		274.11	
Total	23								
COEF. VARIACION A		53.3164		23.7982		32.0701		36.5676	
COEF. VARIACION B		11.4195		5.4936		12.1212		25.7184	

NS = No significativa

\* = Significativo al 0.05

\*\* = Altamente significativo al 0.01

MC = Cuadrado medio

Fc = F calculada



(Continuación del Cuadro 2...)

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	NUMERO DE GRANOS		NUMERO DE CAPITULOS		DIAMETRO DE CAPITULOS (cm)		PESO EN GRAMOS DE 500 SEMILLAS	
		MC	FC	MC	FC	MC	FC	MC	FC
Bloques	3	198,763.70	0.6180NS	3,435.81	0.8396NS	0.0283	0.439NS	3.194	7.9310NS
Fecha de Siembra (F)	1	2'919,735.04	0.0779NS	16,380.37	4.0027NS	0.4267	6.6207NS	7.0417	17.48*
Error A	3	321,631.48		4,092.37		0.0644		0.4028	
No. de Riegos(R)	2	320,726.00	2.1340NS	862.62	1.6863NS	0.0050	0.2250NS	16.666	5.429**
F x R	2	115,428.16	0.7680NS	2,748.37	5.3726*	0.0317	1.4250NS	12.666	4.1267*
Error B	12	150,296.63		511.55		0.0222		3.0694	
Total	23								
COEF. VARIACION A		35.010		50.9227		10.9149		3.1213	
COEF. VARIACION B		23.9328		18.0041		6.4117		8.6163	



CUADRO 3. SEPARACION DE MEDIAS UTILIZANDO LA PRUEBA DE DUNCAN AL 95% DE PROBABILIDAD.

FECHA	IDENTIFICACION	REND. GRANO TON/HA	IDENTIFICACION	ALTURA FINAL (cm)	IDENTIFICACION	No. DE CAPITULOS EN 10 PLANTAS	IDENTIFICACION	No. DE CAPITULOS POR RAMA DE 4 PLANTAS	IDENTIFICACION	PESO EN (GR) DE 500 SEMILLAS DE PLANTAS
No. DE RIEGOS	C <sub>5</sub>	2.899 a	C <sub>5</sub>	85.56 a			F <sub>1</sub>	3.410 a	F <sub>1</sub>	20.87 a
	C <sub>4</sub>	1.874 b	C <sub>4</sub>	81.76 a			F <sub>2</sub>	2.080 b	F <sub>2</sub>	19.78 b
	C <sub>3</sub>	1.612 b	C <sub>3</sub>	67.26 b			C <sub>5</sub>	3.125 a	C <sub>5</sub>	21.99 a
FECHA x	F <sub>1</sub> C <sub>5</sub>	3.146 a			F <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	172.50 a			F <sub>2</sub> C <sub>5</sub>	22.62 a
	F <sub>2</sub> C <sub>5</sub>	2.653 a			F <sub>1</sub> C <sub>5</sub>	145.75 a			F <sub>1</sub> C <sub>5</sub>	21.37 ab
	F <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	2.465 a			F <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	137.00 a			F <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	21.37 ab
No. DE RIEGOS	F <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	2.063 ab			F <sub>2</sub> C <sub>5</sub>	125.75 ab			F <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	19.87 bc
	F <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	1.279 b			F <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	93.00 b			F <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	19.12 bc
	F <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	1.161 b			F <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	79.75 b			F <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	17.62 c

C<sub>5</sub> = Calendario 5 riegos de auxilio

C<sub>4</sub> = Calendario 4 riegos de auxilio

C<sub>3</sub> = Calendario 3 riegos de auxilio

F<sub>1</sub> = Fecha de siembra 1<sup>a</sup> de Diciembre

F<sub>2</sub> = Fecha de siembra 11 de Enero



CUADRO 4. VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN DOS FECHAS DE SIEMBRA Y NUMERO DE RIEGOS EN EL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIerno 1981-82.

TRATAMIENTOS FECHA DE SIEMBRA No. DE RIEGOS	RENDIMIENTO DE GRANO TON/HA	ALTURA FINAL (cm)	NUMERO DE CAPITULOS POR RAMA*	PESO DEL GRANO (gr)	NUMERO DE* GRANOS	NUMERO DE** CAPITULOS	DIAMETRO DE CAPITULOS (cm)*	PESO DE 500 SEMILLAS (gr)
1º de diciembre 5 riegos de aux.	3.146	98.10	3.75	79.87	2,039.70	145.70	2.42	21.37
1º de diciembre 4 riegos de aux.	2.465	93.55	4.00	78.75	1,995.20	172.50	2.45	19.87
1º de diciembre 3 riegos de aux.	2.063	77.35	2.50	76.00	1,856.00	137.00	2.50	21.37
11 de enero 5 riegos de aux.	2.653	73.02	2.50	69.75	1,611.00	125.70	2.27	22.62
11 de enero 4 riegos de aux.	1.279	65.97	2.25	46.47	1,222.50	79.75	2.20	19.12
11 de enero 3 riegos de aux.	1.161	57.17	1.50	35.25	979.70	93.00	2.10	17.62
1º de diciembre	2.559	89.66	3.41	78.20	1,963.60	151.75	2.45	20.87
11 de enero	1.697	60.72	2.08	50.49	1,271.00	99.50	2.19	19.78
5 riegos de aux.	2.899	85.56	3.12	74.81	1,825.30	135.75	2.34	21.99
4 riegos de aux.	1.874	81.76	3.12	62.61	1,608.80	126.12	2.32	19.49
3 riegos de aux.	1.612	67.26	2.00	55.62	1,417.80	115.00	2.30	19.49

\* Promedio de 4 plantas por repetición.

\*\* Promedio de 10 plantas por repetición.



CUADRO 5. INTERVALOS DE RIEGO, LAMINAS CALCULADAS, APLICADAS Y EFICIENCIA EN LA UTILIZACION DEL AGUA EN CARTAMO EN SUELOS ARCILLOSOS. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.

FECHA	TRATAMIENTOS NUMERO DE RIEGOS	INTERVALO EN DIAS	LAMINA (cm)		kg/m <sup>3</sup>
			CALCULADA	APLICADA	
1º Diciembre	Riego de germinación	0	15.00	17.98	
	1º de auxilio	55	10.16	12.61	
	2º de auxilio	36	6.96	10.15	
	3º de auxilio	29	8.10	8.67	
	4º de auxilio	17	9.40	9.87	
	5º de auxilio	15	9.50	9.85	
Total	6 riegos	152	59.12	69.13	0.455
1º Diciembre	Riego de germinación	0	15.00	19.00	
	1º de auxilio	59	10.00	10.42	
	2º de auxilio	36	9.40	11.10	
	3º de auxilio	25	8.09	8.89	
	4º de auxilio	20	9.50	10.68	
Total	5 riegos	140	51.99	60.09	0.410
1º Diciembre	Riego de germinación	0	15.00	19.35	
	1º de auxilio	64	10.12	10.92	
	2º de auxilio	55	8.47	9.97	
	3º de auxilio	29	10.71	12.54	
Total	4 riegos	148	44.30	52.78	0.390
11 Enero	Riego de germinación	0	15.00	17.08	
	1º de auxilio	44	8.23	10.13	
	2º de auxilio	34	7.10	7.88	
	3º de auxilio	22	9.90	10.40	
	4º de auxilio	14	8.70	8.99	
	5º de auxilio	16	9.90	10.69	
Total	6 riegos	130	58.83	65.17	0.407

#### .....



Continuación del Cuadro 5 .....

FECHA	TRATAMIENTOS		INTERVALO EN DIAS	LAMINA (cm)		kg/m <sup>3</sup>
	NUMERO DE RIEGOS			CALCULADA	APLICADA	
11 Enero		Riego de germinación	0	15.00	16.79	
		1º de auxilio	50	8.41	12.34	
		2º de auxilio	30	8.20	8.92	
		3º de auxilio	27	10.24	11.83	
		4º de auxilio	22	9.91	12.30	
Total	5 riegos		129	51.76	62.18	0.205
11 Enero		Riego de germinación	0	15.00	16.89	
		1º de auxilio	59	10.35	15.17	
		2º de auxilio	37	8.22	9.87	
		3º de auxilio	33	10.35	14.43	
Total	4 riegos		129	43.92	56.36	0.205



CUADRO 6. PORCENTAJE DE HUMEDAD, TENSION EN ATMOSFERAS Y ETAPAS FENOLOGICAS DE CARTAMO AL MOMENTO DE APLICAR EL RIEGO DE AUXILIO EN DOS FECHAS DE SIEMBRA. CAEMEXI-CIANO. 1981-82.

FECHA DE SIEMBRA	RIEGOS DE AUXILIO	% DE HUMEDAD DEL SUELO		TENSION EN ATMOSFERAS MAS LA PRESION OSMOTICA		ETAPA FENOLOGICA DEL CULTIVO AL MOMENTO DEL RIEGO
		0-30	30-60	0-30	30-60	
	1	19.67	20.35	15.14	13.72	Roseta
	2	23.97	25.42	9.42	8.00	Rama Fructifera
	3	21.85	23.50	11.45	9.79	Botón Floral
	4	19.83	21.83	14.78	11.48	Floración (50%)
	5	19.92	21.60	14.59	11.77	Grano Lechoso
1º de Diciembre	1	18.25	20.10	19.30	14.21	Roseta
	2	19.35	22.07	15.91	10.70	Rama Fructifera
	3	20.27	22.87	13.88	10.35	Botón Floral
	4	19.95	22.32	14.52	10.90	Floración (50%)
	1	18.00	19.62	20.28	14.76	Tallo Principal
	2	21.42	23.00	12.01	10.22	Botón Floral
	3	17.65	19.40	21.79	15.78	Formación de Grano
	1	23.80	20.47	9.59	13.51	Roseta
	2	24.07	23.15	9.35	10.09	Rama Fructifera
	3	19.80	20.07	14.84	14.20	Botón Floral
	4	21.00	21.50	12.62	11.90	Floración (40%)
	5	19.12	19.00	16.52	16.37	Grano Lechoso
11 de Enero	1	22.60	21.07	10.61	12.51	Fin de Roseta
	2	20.87	23.17	12.82	10.06	Rama Fructifera
	3	18.12	19.30	19.80	16.04	Botón Floral
	4	20.00	20.12	14.41	14.17	Floración (100%)
	1	17.90	17.90	20.69	20.69	Tallo Principal
	2	20.00	23.00	14.41	12.01	Botón Floral
	3	15.00	16.33	43.76	29.76	Formación de Grano



CUADRO 7. COEFICIENTE DE CORRELACION (r) DE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN CARTAMO EN SUELOS ARCILLOSOS.

	REND. TON/HA	PESO DE 500 SEMILLAS	ALTURA FINAL (cm)	NUMERO DE GRANOS	NUMERO DE CAPITULOS 10 PLANTAS	DIAMETRO DE CAPITU LOS (cm)	No. DE CAPI- TULOS POR RAMA
REND. TON/HA	1	0.54**	0.86**	0.80**	0.77**	0.39	0.74**
PESO DE 500 SEMILLAS		1	0.34	0.47*	0.29	0.33	0.26
ALTURA FINAL (cm)			1	0.78**	0.74**	0.38	0.89**
NUMERO DE GRANOS				1	0.81**	0.47*	0.67**
NUMERO DE CAPI- TULOS 10 PLANTAS					1	0.21	0.66*
DIAMETRO DE CAPITULOS (cm)						1	0.29
No. DE CAPITULOS POR RAMA							1

n = 24

5% = 0.404\* significativo

1% = 0.515\*\* significativo



CUADRO 8. REGRESIONES LINEALES Y SUS COEFICIENTES DE DETERMINACION  $R^2$  ENTRE LAS VARIABLES ANALIZADAS EN CARTAMO.

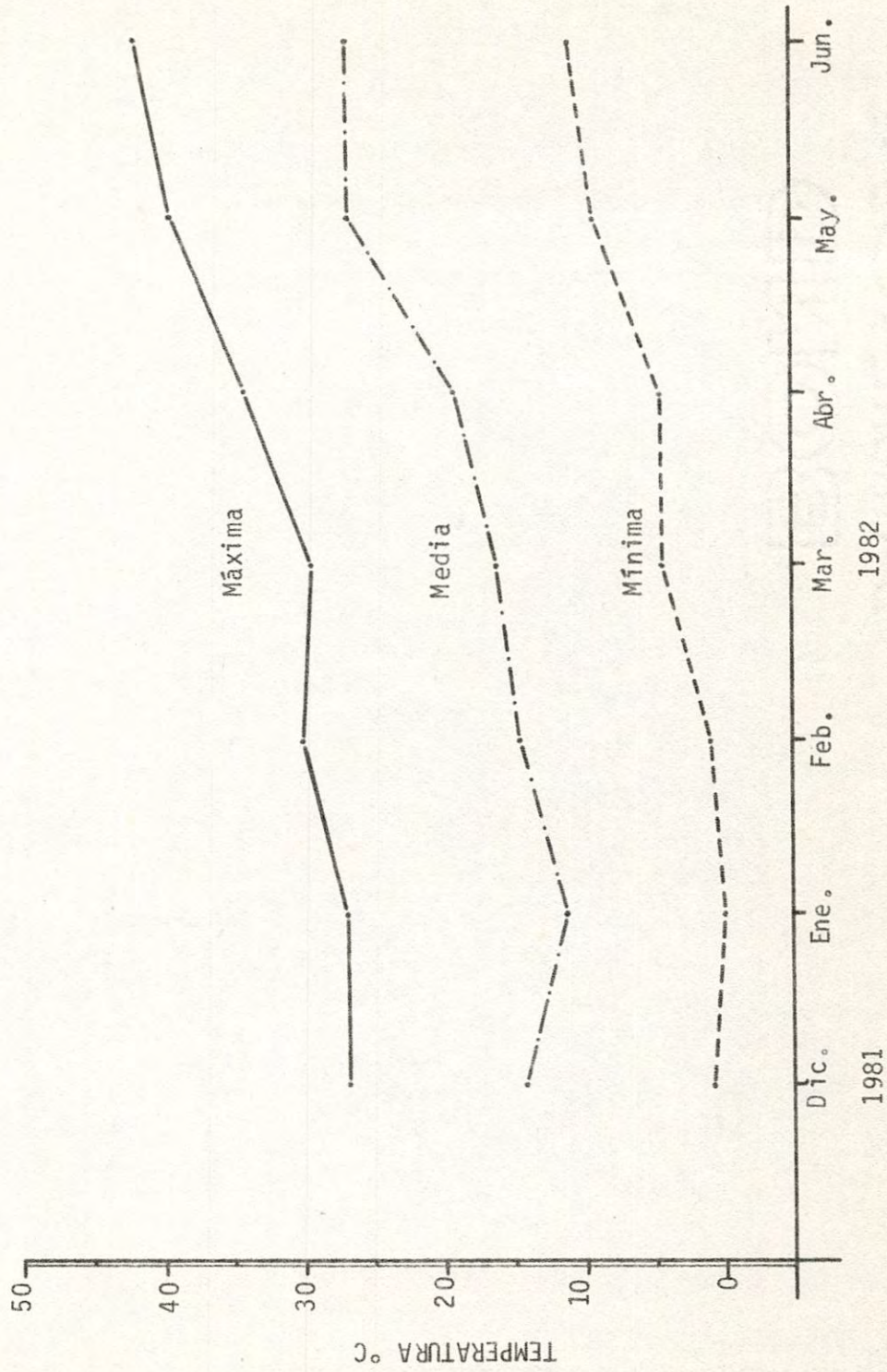
VARIABLE Y DEPENDIENTE	ORDENADA AL ORIGEN	PENDIENTE	COEF. DE DETERMINACION ( $R^2$ )	VARIABLE INDEPENDIENTE
REND. GRANO TON/HA	-2.27	0.2165	0.29**	Peso de 500 semillas (grs)
" "	-1.461	0.0458	0.74**	Altura de final (cm)
" "	0.055	0.0012	0.64**	No. de granos (4 plantas)
" "	0.302	0.0145	0.59**	No. de capítulos (10 plantas)
" "	-0.612	1.1609	0.09	Diámetro de capítulos (cm)
" "	0.305	0.6629	0.54**	No. de capítulos por rama
PESO DE 500 SEMILLAS (grs)	13.720	0.7720	0.11	Altura de final (cm)
"	17.283	0.0018	0.22*	No. de granos (4 plantas)
"	18.640	0.0134	0.08	No. de capítulos (10 plantas)
"	12.212	3.4920	0.11	Diámetro de capítulos (cm)
"	18.740	0.5770	0.06	No. de capítulos por rama
NUMERO DE GRANOS (4 PLANTAS)	-412.91	25.96	0.60**	Altura final (cm)
"	465.76	9.26	0.65**	Número de capítulos (10 plantas)
"	-1,233.30	1,226.10	0.22*	Diámetro de capítulos (cm)
"	580.28	377.12	0.45	No. de capítulos por rama
NUMERO DE CAPITULOS (10 PLANTAS).	-38.32	2.106	0.54**	Altura final
" "	38.33	31.83	0.44**	Número de capítulos por rama
DIAMETRO DE CAPITULOS (cm)	1.942	0.0048	0.14	Altura final (cm)
" "	2.203	0.0009	0.04	No. de capítulos (10 plantas)
No. DE CAPITULOS POR RAMA	2.147	0.0644	0.08	Diámetro de capítulos (cm)

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

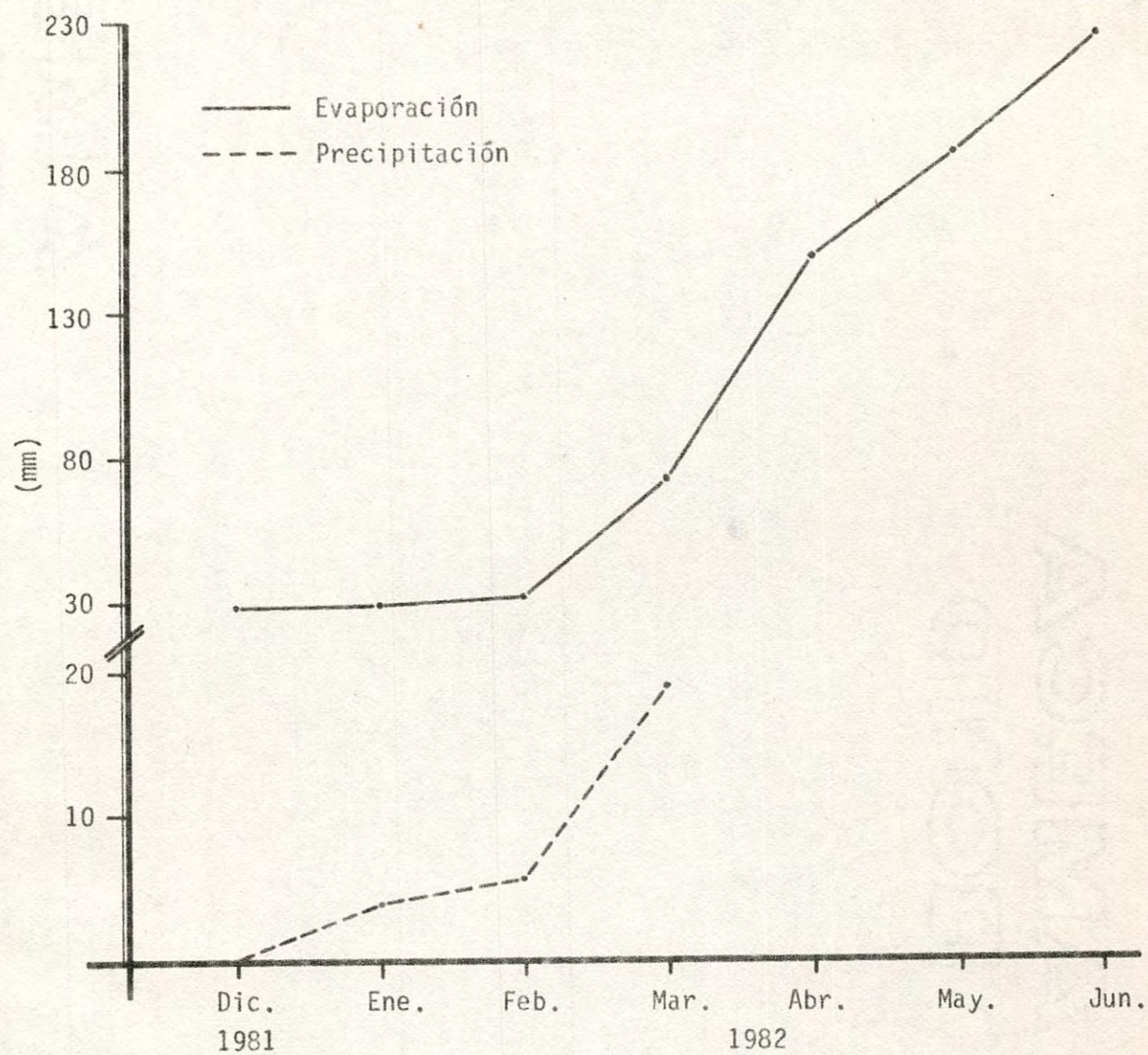


GRAFICA 4. TEMPERATURAS PROMEDIOS MENSUALES QUE SE PRESENTARON DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CARTAMO. CICLO OTOÑO-INVIerno 1981-82.





GRAFICA 5. DATOS DE EVAPORACION Y PRECIPITACION MENSUAL, QUE SE PRESENTO DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELOS ARCILLOSOS. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.





## CONCLUSIONES

- 1).- El rendimiento de grano del cultivo de cártamo está fuertemente - influenciado por el número de riegos y la fecha de siembra.
- 2).- Los mayores rendimientos de grano se obtuvieron conforme el número de riegos de auxilio, se aumentó 3, 4 y 5 en ambas fechas de siembra.
- 3).- La fecha de siembra 1º de diciembre fué superior en rendimiento sobre la fecha 11 de enero.
- 4).- Los requerimientos de agua para la máxima producción así como sus láminas parciales y totales fueron similares en las dos fechas de siembra, dentro de este rango de tiempo explorado.
- 5).- Los intervalos de riego para 3 y 4 riegos de auxilio, propiciaron los mayores castigos de agua en la planta en los estados de botón floral, floración y formación del grano.
- 6).- El mejor tratamiento de riegos fué el de 5 riegos de auxilio en - ambas fechas de siembra.
- 7).- La máxima eficiencia en el uso del agua por el cultivo se presentó al aplicar:  $6,913 \text{ M}^3/\text{ha}$  con una eficiencia de  $0.455 \text{ kg}/\text{M}^3$  en la fecha 1º de diciembre.
- 8).- Al aumentar el número de riegos de auxilio se incrementaron las variables: rendimiento de grano, altura final, número de capítulos - por rama, peso y número de granos en 4 plantas, número de capítulos en 10 plantas, diámetro de capítulos y peso de 500 semillas; algo -



similar ocurrió en la fecha 1º de diciembre respecto a la 11 de enero.

9).- Las variables que correlacionaron significativamente con el rendimiento de grano fueron: peso de 500 semillas, número de capítulos por rama, altura final, número de granos y número de capítulos por 10 plantas.

10).- Las variables que mayormente determinaron el rendimiento de grano fueron: altura final, número de granos y número de capítulos en 10 plantas.

Por lo antes expuesto no se rechazan las hipótesis:

- 1).- Existen diferencias en el rendimiento de grano al variar el número de riegos.
- 2).- Al aumentar el número de riegos se incrementa el rendimiento de grano.
- 3).- El número de riegos y la fecha de siembra afectan los componentes de rendimiento en cártamo.



## LITERATURA CITADA

- (1). ABEL, G.H. 1976. Effects of irrigation, planting date, and row spacing on safflower cultivars. *Agronomy Journal*. 68(3): 448-451.
- (2). ABEL, G.H. 1976. Growth and yield of safflower in three temperature regimens, *Field Crop Abstracts* 29(7):527 Abstract No. 5916.
- (3). ALESSI, J.; J.F. POWER, and O.C. ZIMMERMAN. 1981. Effects of seedling date and population on water use efficiency and safflower field. *Agronomy Journal*. 73(5); 783-787.
- (4). ALBA, E.; GRECO, I.; 1980. Analysis of some character wich influence seed oil content in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Plant Breeding Abstracts*. 50(6) 466 Abstract No. 5432.
- (5). ANONIMO, 1970. Evaluación de 10 calendarios de riegos en cártamo. Reporte Técnico del Programa de Oleaginosas. SARH-INIA-CIANE.
- (6). BADILLA, H.; HERNANDEZ, Y. 1981. Cuánto y cómo regar el cultivo del cártamo. Resultado de investigaciones en métodos de riego 1978-79. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego, Subsecretaría de Agricultura y Operación, Dirección General de Distritos y Unidades de Riego, México. p-15.
- (7). BAJPAIL, M.R.; PERINOR, R.L.; DESHMOK, H.M. 1980. Fertility and water Management for safflower Crop. *Fiel Crop Abstracts*. 33(11):975 Abstract No. 9283.



- (8). CAMARILLO, P.M. 1981. Efecto de 8 fechas de siembra sobre la producción de 2 variedades de cártamo Carthamus tinctorius, L., en el Valle de Mexicali, B.C. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California Norte. p-21, 22.
- (9). CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL VALLE DEL FUERTE. 1978. Informe de labores 1975-1977. SARH-INIA-CIAS. p. 29.
- (10). CENTRO NACIONAL DE METODOS AVANZADOS DE RIEGO (CEANAMAR), 1981. Resultados de investigaciones en métodos de riego 1978-79. Subsecretaría de Agricultura y Operación, Dirección General de Distritos y Unidades de Riego. México. p. 21.
- (11). CASTRO, G.H. 1979. Cártamo para el sur de Sonora. Circular CIANO, No. 116, p. 15.
- (12). CASTRO, G.H. 1980. Fechas y densidades de siembra con riegos por etapas fenológicas del cártamo en suelos de aluvión, Valle del Yaqui, Sonora. Reporte Técnico. CIANO YAQ-AGO 79/80-3. p. 9.
- (13). CASTRO, G.H. 1980. Fechas y densidades de siembra con riegos por etapas fenológicas del cártamo en suelos arcillosos, Valle del Yaqui, Sonora. Reporte Técnico. CIANO YAQ-AGO 79/80-4. p. 7.
- (14). CHAVIRA, M.A. 1977. Influencia de calendarios de riego sobre el rendimiento de cártamo en suelo pesado. Reporte Técnico. CAEMAY-CIANO (sin publicar).



- (15). CHAVIRA, M.A. 1979. Evaluación de 6 calendarios de riego en base a las etapas fenológicas del cultivo de cártamo. CAE Valle del Mayo, Navojoa, Son. Reporte Técnico. CIANO-MAY-AGO-78/79-5. p. 4.
- (16). CHAVIRA, M.A. 1979. Evaluación de un riego de auxilio a diferentes intervalos en dos variedades de cártamo en zonas de aluvión. Avances de la Investigación. CIANO No. 5, Reporte Técnico. MAY-AGO-78/79-3. p. 50.
- (17). DENIS, R.E.; RUBIS, D.D. 1966. Safflowers production in Arizona. Bulletin A-47. The University of Arizona. Cooperative Extension Service and Agricultural Experiment Station.
- (18). DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO. 1976. Resultados de once experimentos realizados en los distritos de riego durante el subciclo de invierno 1974-75. Memorándum Técnico No. 357, p. 65. SARH-Subsecretaría de Operación, Dirección de Estadística y Estudios Económicos.
- (19). DUARTE, R.J. 1980. Evaluación de 8 calendarios de riego en base a etapas fenológicas con 3 fechas de siembra y 4 poblaciones de cártamo suelo arcilloso. Valle del Mayo. Reporte Técnico. CIANO-MAY-AGO-79/80-3.
- (20). FISCHER, B.B.; N. YAMADA, and C.R. POMEROY. 1967. Effect of irrigation practices on safflower yield in San Joaquín Valley. California Agriculture. 21(11):6-7.



- (21). FLORES, L.S. 1975. Métodos de laboreo para controlar la pérdida de humedad en el suelo en el cultivo del cártamo. INIA Informe de Investigación Agrícola. Campo Agrícola Experimental Comarca Lagunera. p. 8.2, 8.7, 8.13.
- (22). FLORES, M. 1982. Análisis de las Estadísticas Agronómicas del Cártamo, obtenidas en el ciclo otoño-invierno 1979-80 por personal Extensión Agrícola y BANRURAL. Valle de Mexicali, B.C. CIANO-CAEMEXI. Reporte Técnico III-7-a:
- (23). FRANCOIS, L.E. and BERNSTEIN. 1964. Salt tolerance of safflower. *Agronomy Journal* 56(1):38-40.
- (24). GAXIOLA, L.S. 1980. Cártamo, importancia, descripción, problemática y Avances de la Investigación. SARH-INIA-CIAPAN. Folleto Divulgativo. No. 1.
- (25). LIRA, S.H. 1978. Determinación del calendario óptimo de riego para el cultivo del cártamo sembrado en suelos arcillosos - del Valle del Yaqui. Reporte Técnico. CIANO. YAQ-AGO-77/78-2. p. 11, 12.
- (26). MAKNE, V.G.; PATIL, V.D.; CHAUDHARI, V.P. 1981. Genetic variability and character association in safflower. *Plant Breeding Abstracts*. 51(3) 221 Abstract No. 2446.
- (27). MARQUEZ, C.J. 1980. Comportamiento de 5 variedades de cártamo en 5 fechas de siembra en la Costa de Hermosillo. Reporte Técnico. CIANO. HER-SDP-79/80-3.



- (28). McCORMICK, S.J.; THOMSEN, D.L. 1980. Development and yield of safflower in relation to sowing date and plant population. Soils and Fertilizer Abstracts. 43(6):551 Abstract No. 5038.
- (29). MAHAPATRA, I.C.; SINGH, N.P. 1976. Water management practices for safflower. Field Crop Abstracts. 29(6):453 Abstracts No. 5088.
- (30). MUÑOZ, B.S. 1979. Evaluación de 7 fechas de siembra en 5 variedades de cártamo sembradas en suelos de aluvión y arcilloso en el Valle del Mayo, Sonora. Avances de la Investigación CIANO No. 1. Reporte Técnico. MAY-OLEAG-76/77-2. p. 42.
- (31). NAUGHTIN, J.C. 1976. The influence of agronomic practices on the yield and oil content of safflower Carthamus tinctorius, L. in the wimmera region of victoria. Field Crop Abstracts 29(2):114 Abstract No. 1284.
- (32). OBESO, S.E. 1978. Cártamo, su cultivo en Sinaloa. México. SARH-INIA-CIAPAN. Tercera Ed. Circular CIAPAN No. 56, p. 12.
- (33). QUILANTAN, V.; MUÑOZ, B.; GONZALEZ, V. y JUAREZ, G. (Editores). 1975 Informe de Labores. SAG-INIA-CIANO. (Mimeografiado).
- (34). RIVERA, O.C., et al. 1979. Día del agricultor 79. Publicación especial. CIANO 30/79. SARH-INIA-CIANO. p. 34.
- (35). ROBLES, S.R. 1980. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial Limusa. México. p. 336-369.



Pisc. 1180

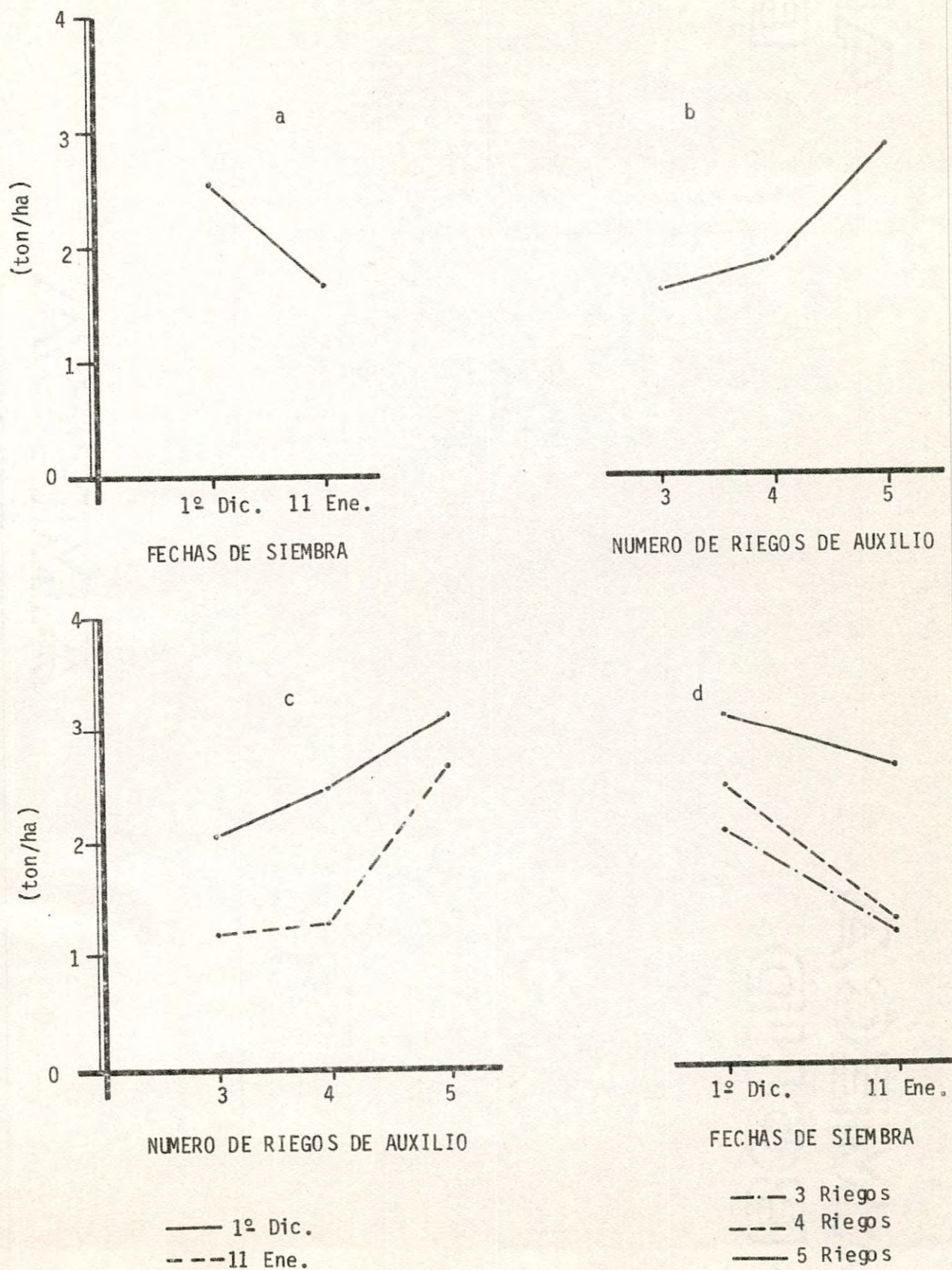
- (36). RODRIGUEZ, R.L. 1979. Respuesta del cártamo al abatir la lámina en etapas preestablecidas. Valle del Mayo. Reporte Técnico. CIANO-CAEMEXI. (sin publicar).
- (37). TORRES, J.I. 1981. Estudio de variedades de cacahuate Arachis hypogaea, L. bajo el método de riego-sequia; Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 7.
- (38). WILLIAMS, J.H. 1962. Influence of plant spacing and flower position on oil content of safflower, Carthamus tinctorius, L. Crop Science. 2(6):475-477.
- (39). VILLARREAL, H.J. 1972. Boletín del Comité Directivo Agrícola, Distrito de Riego No. 14, Río Colorado, Baja California. Vol. V, No. 8.
- (40). VILLARREAL, H.J. 1971. El Valle de Mexicali, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Distritos de Riego, Dirección Estadística y Estudios Económicos. Memorándum Técnico No. 294, México, D.F. p. 133.



APENDICE

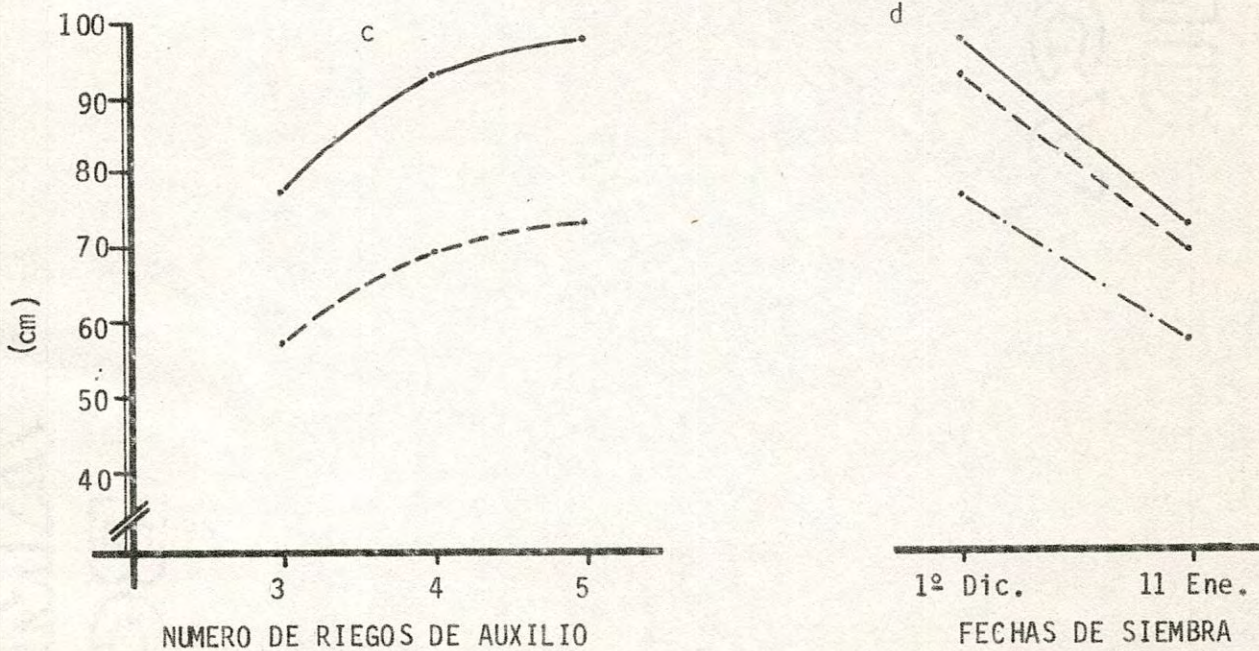
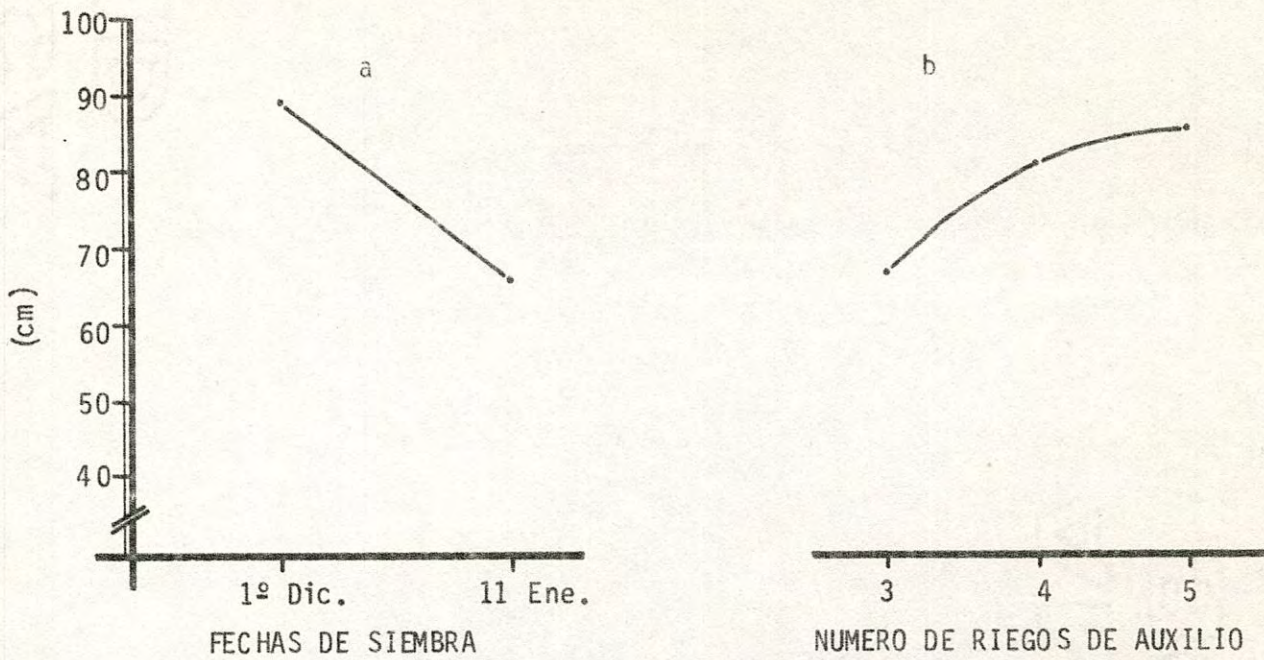


GRAFICA 6. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA x NUMERO DE RIEGO, SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO (ton/ha) DEL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.





GRAFICA 7. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACION FECHA x NUMERO DE RIEGOS SOBRE LA ALTURA FINAL (cm) DEL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.

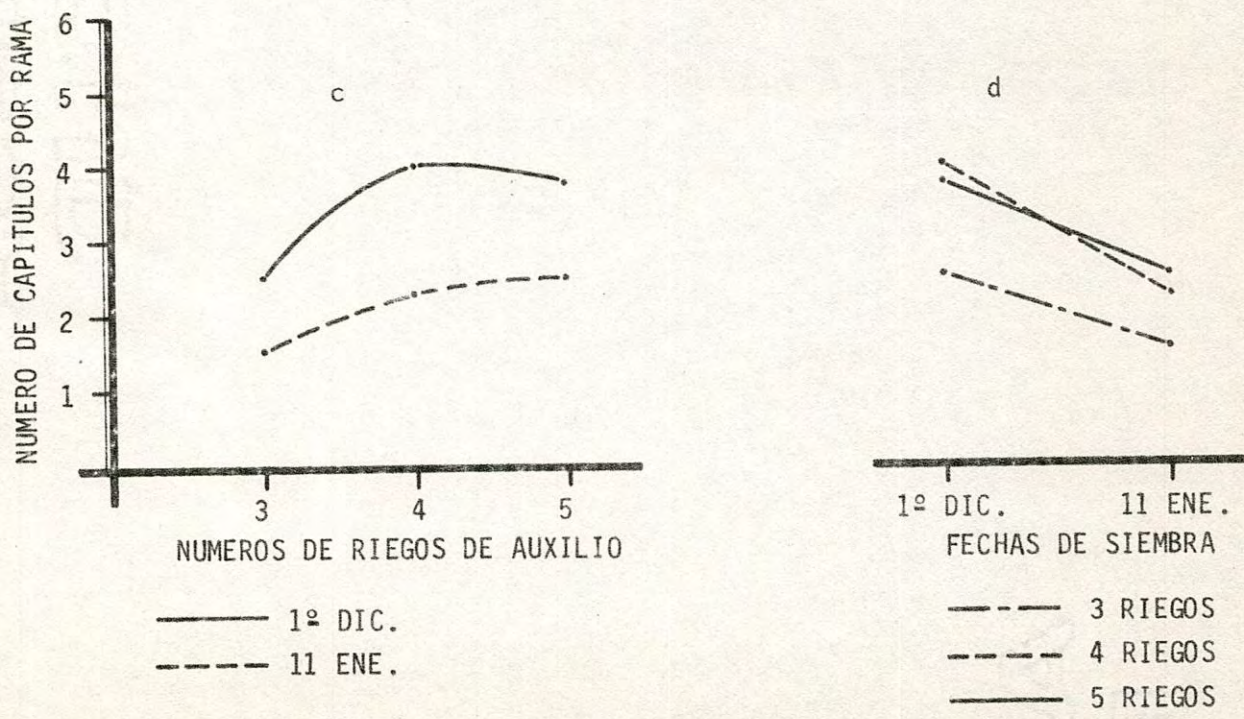
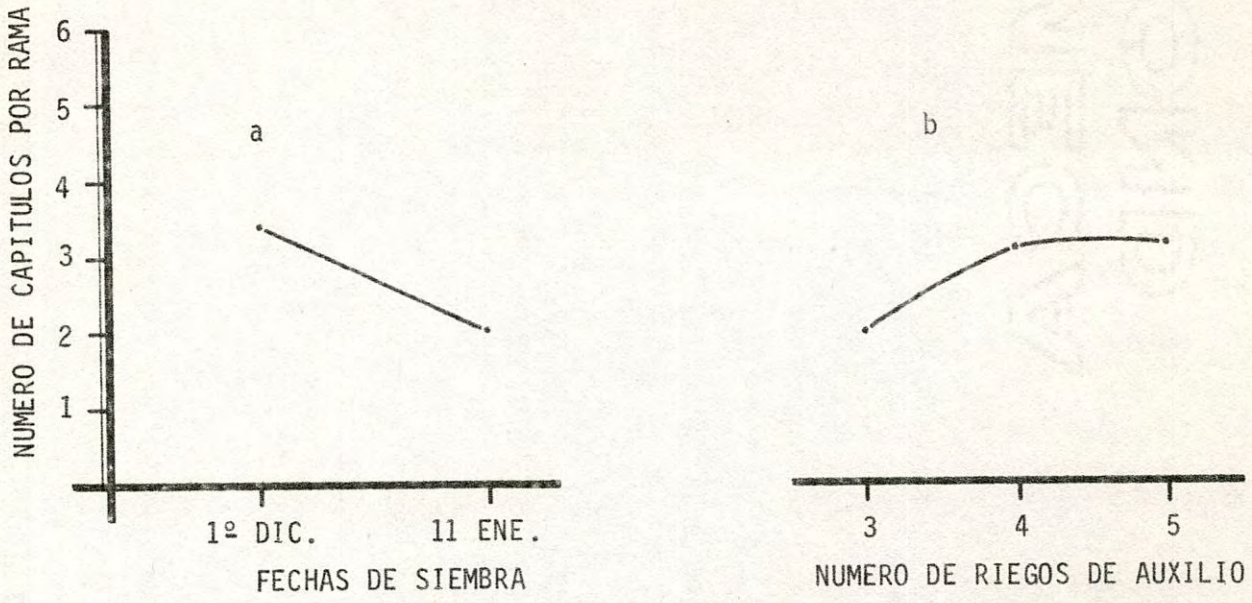


— 1º Dic.  
 - - - 11 Ene.

— 3 Riegos  
 - - - 4 Riegos  
 - . - 5 Riegos

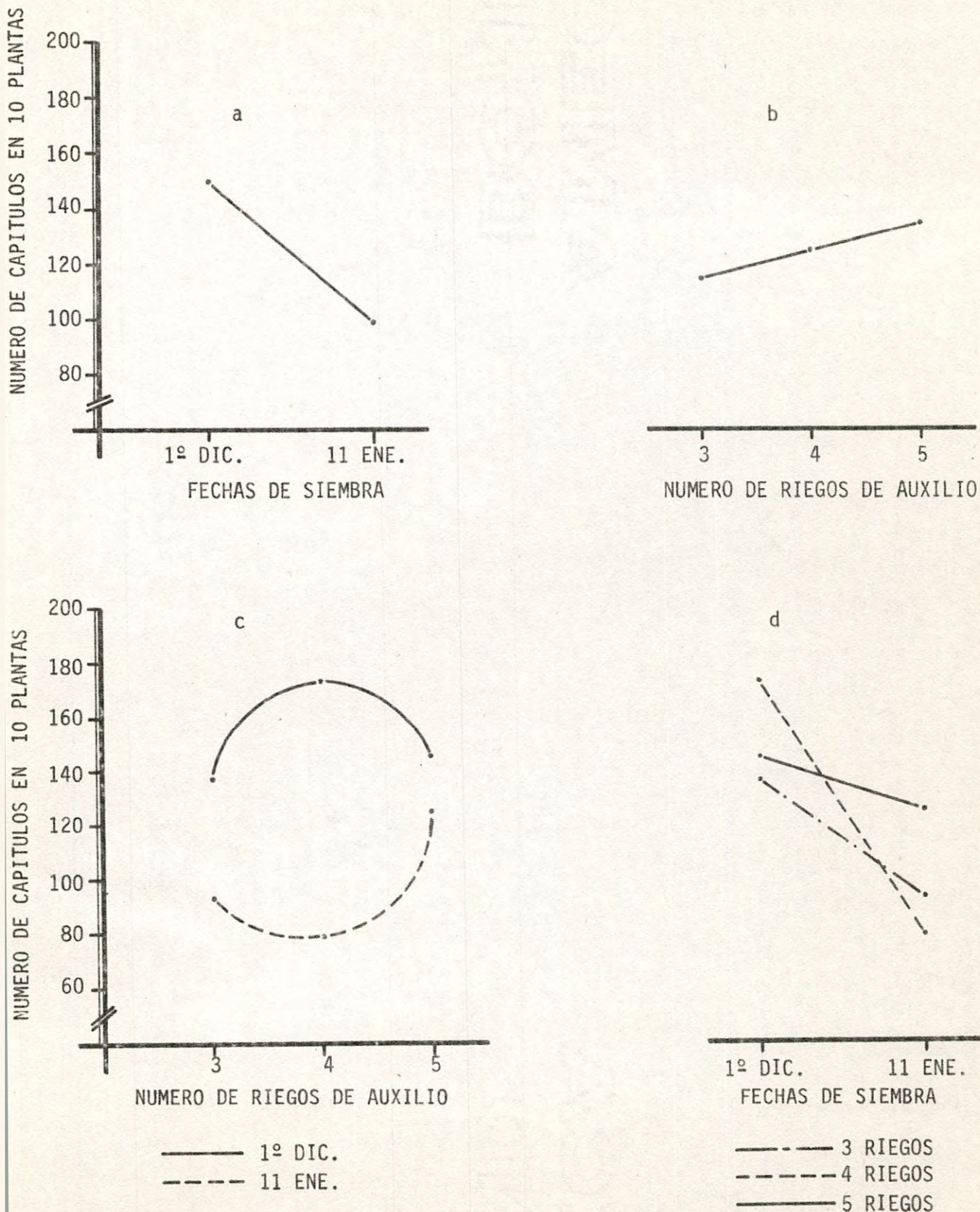


GRAFICA 8. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA x NUMERO DE RIEGOS SOBRE EL NUMERO DE CAPITULOS POR RAMA DEL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIerno 1981-82.



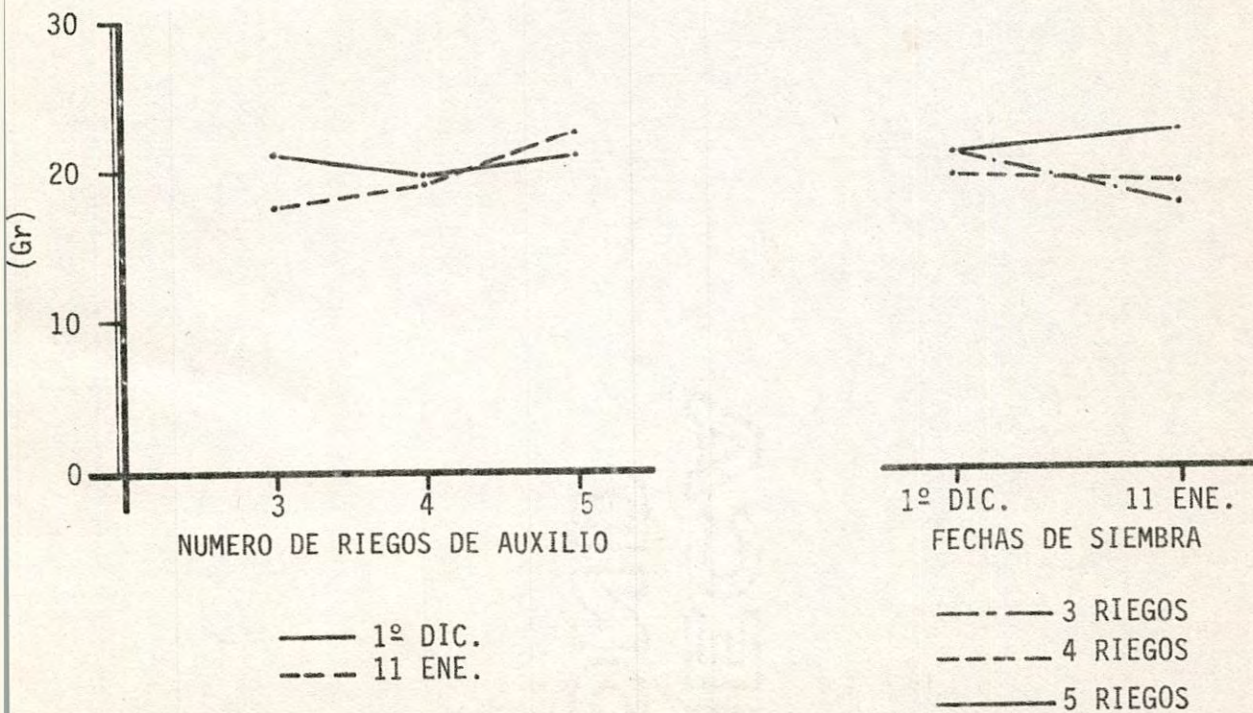
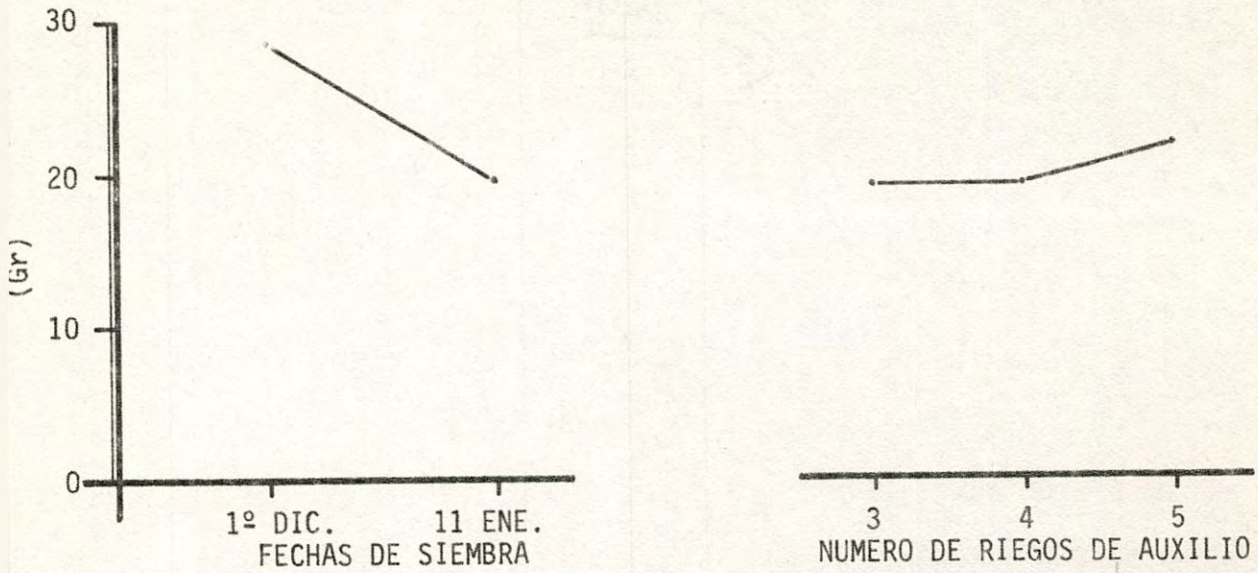


GRAFICA 9. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGO, SOBRE EL NUMERO DE CAPITULOS DEL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.



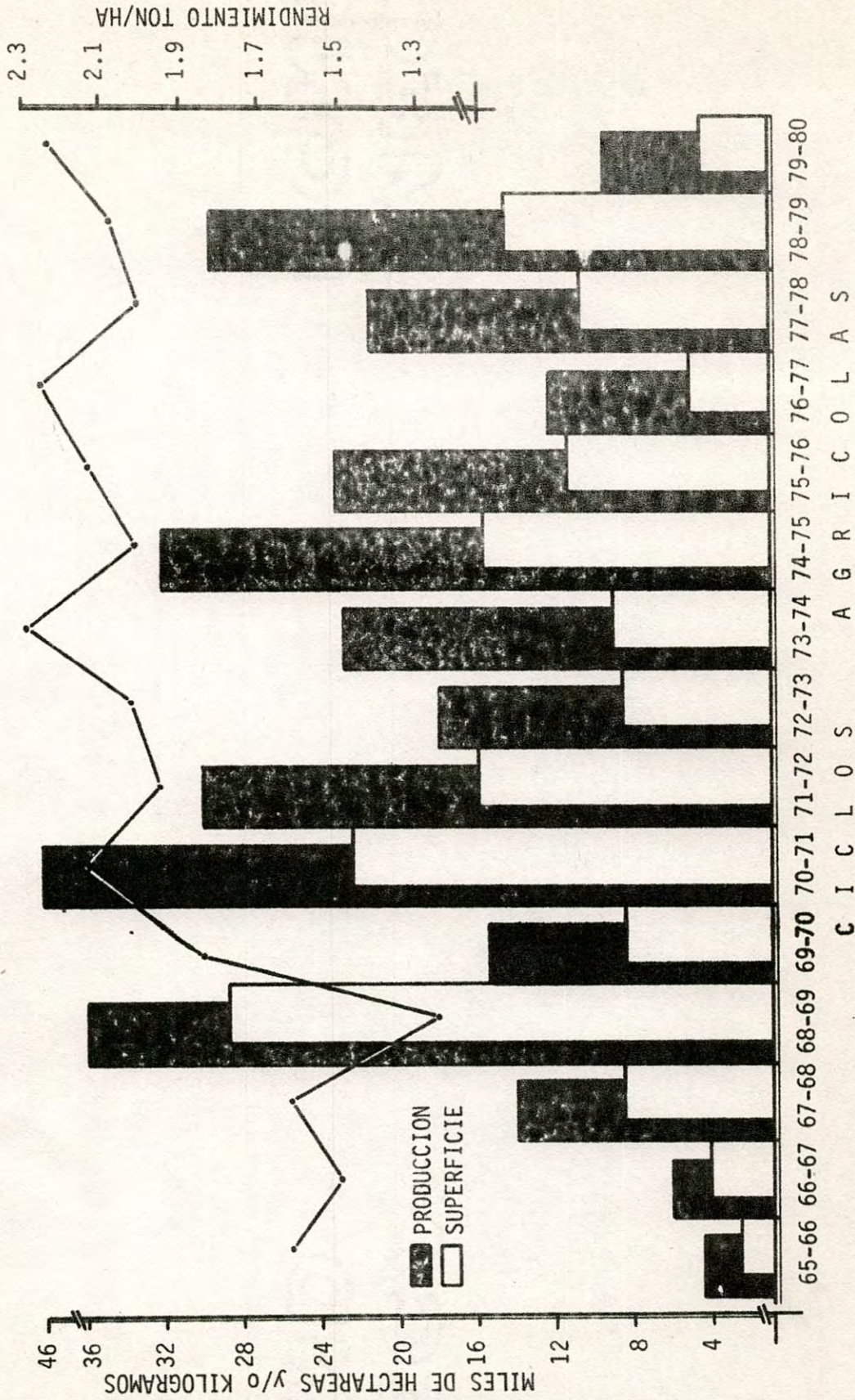


GRAFICA 10. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA, EL NUMERO DE RIEGOS Y LA INTERACCION FECHA POR NUMERO DE RIEGO SOBRE EL PESO DE 500 SEMILLAS (gr) DEL CULTIVO DE CARTAMO EN SUELO ARCILLOSO. CICLO OTOÑO-INVIERNO 1981-82.





GRAFICA 11. SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DEL CARTAMO, EN EL DISTRITO DE RIEGO No. 14 DEL RIO COLORADO, MEXICALI, B.C.



Datos proporcionados por SARH, Planeación Agrícola.

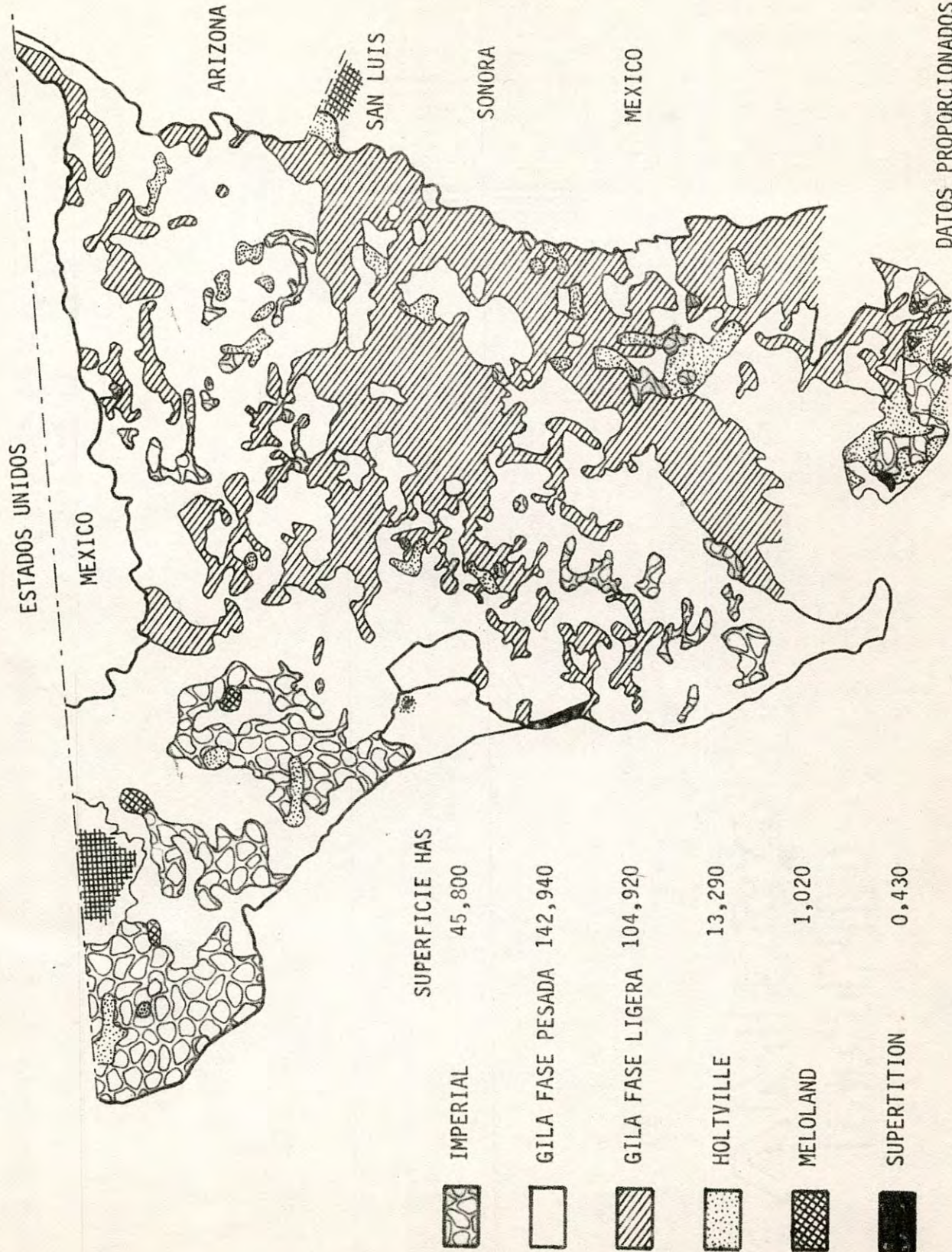


FIGURA 1. LOCALIZACION DEL DISTRITO DE RIEGO N° 14 RIO COLORADO





FIGURA 2. LOCALIZACION DE LAS SERIES DE SUELOS EN EL DISTRITO DE RIEGO N- 14.



DATOS PROPORCIONADOS POR LA OFICINA DE DESARROLLO DEL DISTRITO DE RIEGO No. 14.



FIGURA 3. SALINIDAD DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE NUEVO IV- 14.

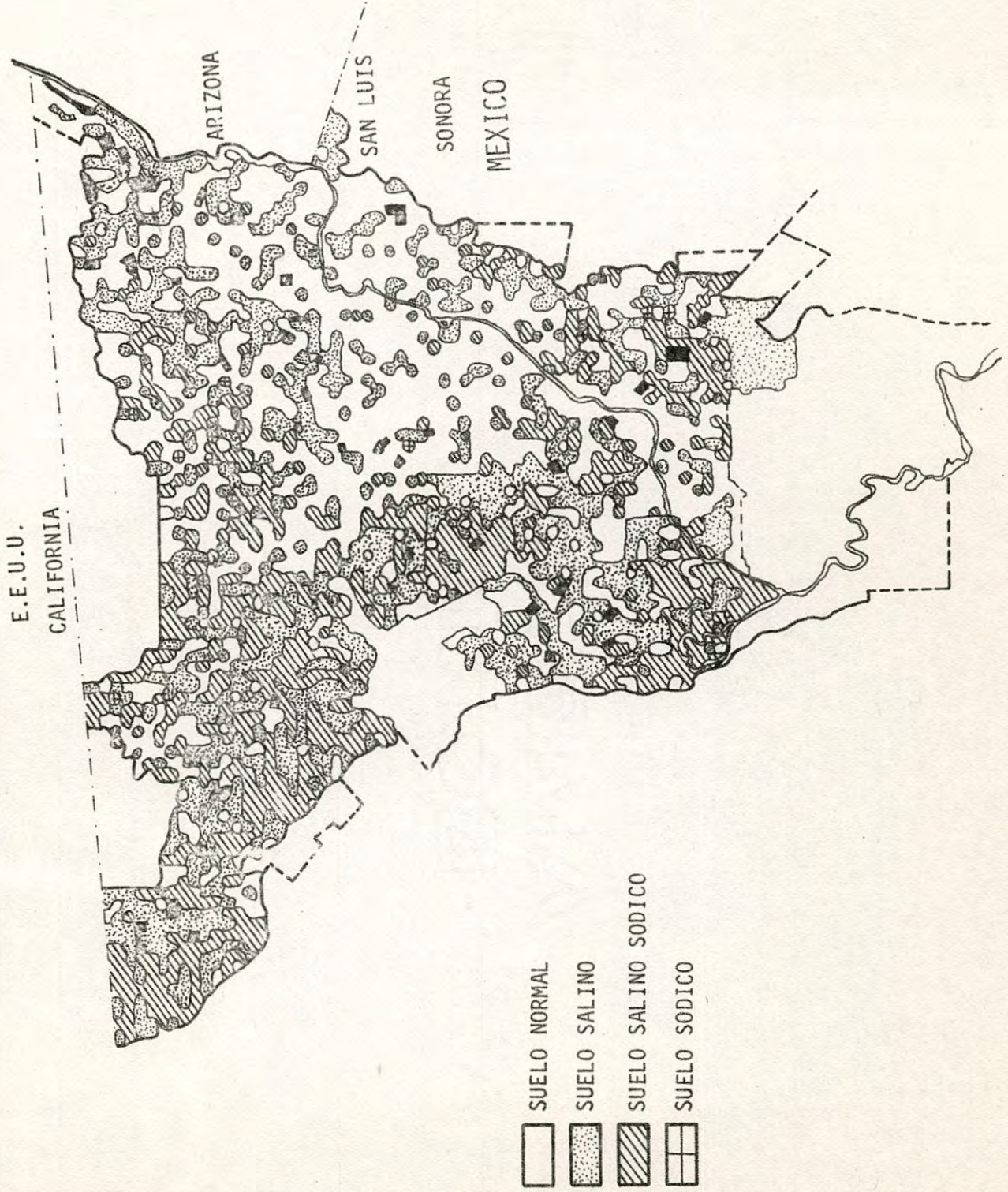
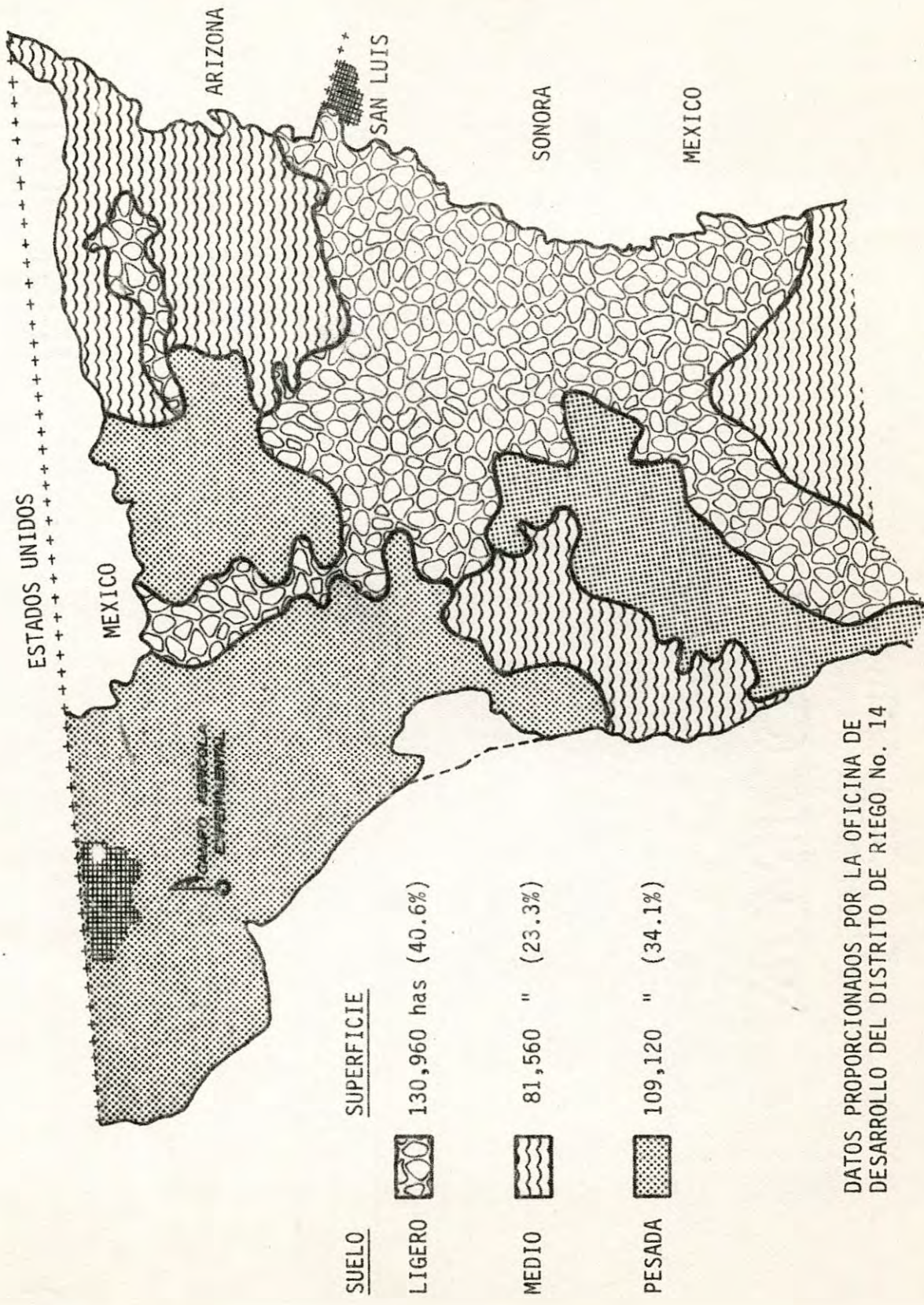




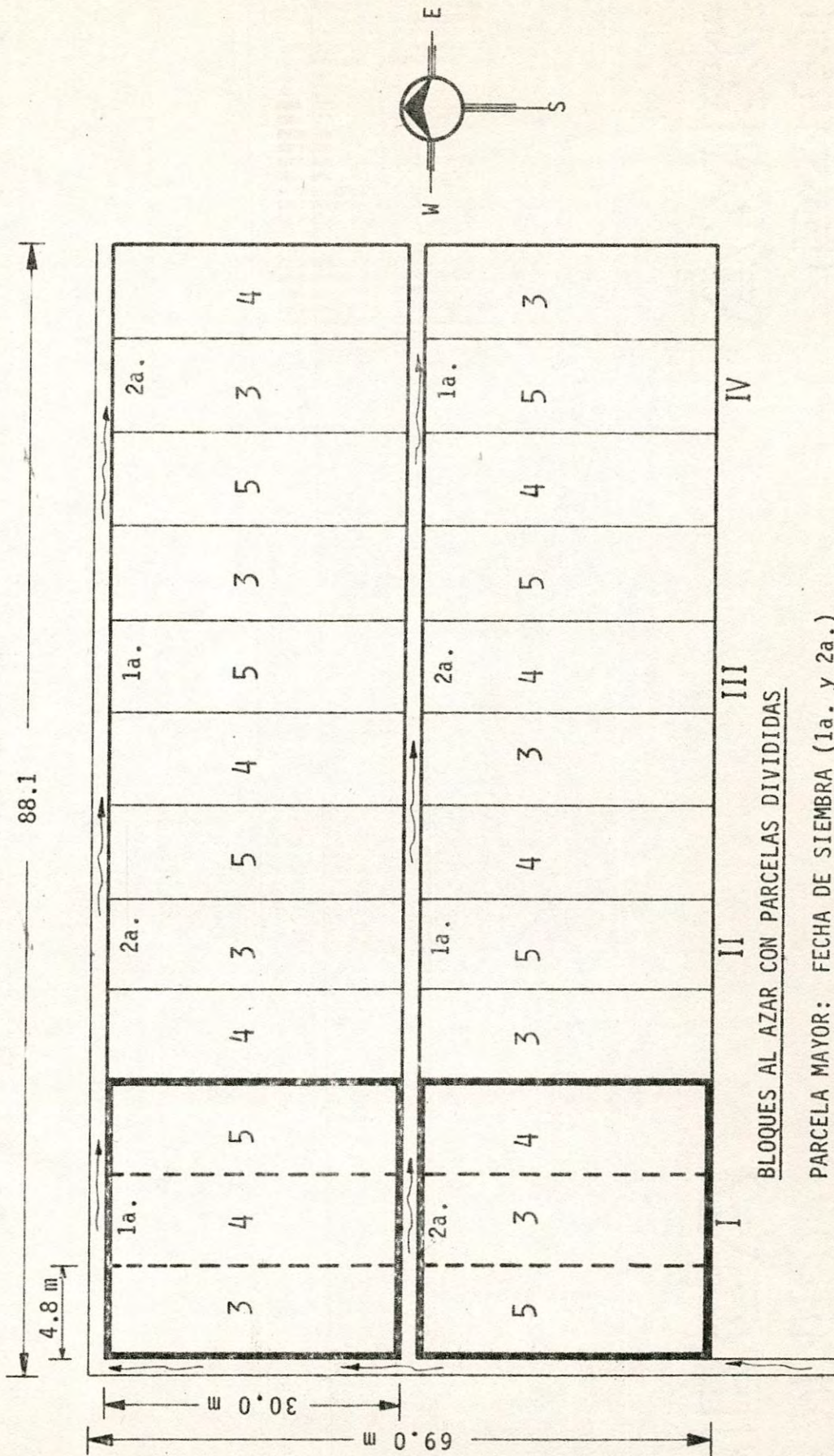
FIGURA 4. LOCALIZACION DE LAS TEXTURAS DE SUELO DEL DISTRITO DE RIEGO No. 14



DATOS PROPORCIONADOS POR LA OFICINA DE DESARROLLO DEL DISTRITO DE RIEGO No. 14



FIGURA 5. CROQUIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO; EFECTO DEL NUMERO DE RIEGOS Y DOS FECHAS DE SIEMBRA EN CARTAMO (*Carthamus tinctorius*) L. EN SUELOS ARCILLOSOS DEL VALLE DE MEXICALI. CICLO OTONO-INVIerno 1981-82.



BLOQUES AL AZAR CON PARCELAS DIVIDIDAS  
 PARCELA MAYOR: FECHA DE SIEMBRA (1a. y 2a.)  
 PARCELA MENOR: RIEGOS DE AUXILIO (3, 4 y 5)  
 REPETICION: I, II, III y IV



TABLA A DE GASTOS PARA SIFONES DE 1" (2.54 cm) DE DIAMETRO  
 (  $Q = 15.99 + 0.956 (H)$  ).

CARGA H (cm)	Q LITROS/MINUTO	Q 5 MINUTOS	Q 10 MINUTOS	Q 15 MINUTOS
1.0	16.94	84.70	169.40	254.10
1.5	17.42	87.10	174.20	261.30
2.0	17.90	89.50	179.00	268.50
2.5	18.38	91.90	183.80	275.70
3.0	18.85	94.25	188.50	282.75
3.5	19.33	96.65	193.30	289.95
4.0	19.81	99.05	198.10	297.15
4.5	20.29	101.45	202.90	304.35
5.0	20.77	103.85	207.70	311.55
5.5	21.24	106.20	212.40	318.60
6.0	21.72	108.60	217.20	325.80
6.5	22.20	111.00	222.00	333.00
7.0	22.68	113.40	226.80	340.20
7.5	23.16	115.80	231.60	347.40
8.0	23.63	118.15	236.30	354.45
8.5	24.11	120.55	241.10	361.65
9.0	24.59	122.95	245.90	368.85
9.5	25.07	125.35	250.70	376.05
10.0	25.55	127.75	255.50	383.25
10.5	26.02	130.10	260.20	390.30
11.0	26.50	132.50	265.00	397.50
11.5	26.98	134.90	269.80	404.70
12.0	27.46	137.30	274.60	411.30
12.5	27.94	139.70	279.40	419.10
13.0	28.41	142.05	284.10	426.15
13.5	28.89	144.45	288.90	433.35
14.0	29.37	146.85	293.70	440.55
14.5	29.85	149.25	298.50	447.75
15.0	30.33	151.65	303.30	454.95
15.5	30.80	154.00	308.00	462.00
16.0	31.28	156.40	312.80	469.20
16.5	31.76	158.80	317.60	476.40
17.0	32.24	161.20	322.40	483.60
17.5	32.72	163.60	327.20	490.80
18.0	33.19	165.95	331.90	497.85
18.5	33.67	168.35	336.70	505.05
19.0	34.15	170.75	341.50	512.25
19.5	34.63	173.15	346.15	519.45
20.0	35.11	175.55	351.10	526.65
20.5	35.50	177.50	355.00	532.50
21.0	36.06	180.30	360.60	540.90
21.5	36.54	182.70	365.40	548.10
22.0	37.02	185.10	370.20	555.30
22.5	37.50	187.50	375.00	562.50
23.0	37.97	189.85	379.70	569.55



TABLA A Continuación...

CARGA H (cm)	Q LITROS/MINUTO	Q 5 MINUTOS	Q 10 MINUTOS	Q 15 MINUTOS
23.5	38.45	192.25	384.50	576.75
24.0	38.93	194.65	389.30	583.95
24.5	39.41	197.05	394.10	591.15
25.0	39.89	199.45	398.90	598.35
25.5	40.36	201.80	403.60	605.40
26.0	40.84	204.20	408.40	612.60
26.5	41.32	206.60	413.20	619.80
27.0	41.80	209.00	418.00	628.05
27.5	42.28	211.40	422.80	634.20
28.0	42.75	213.75	427.50	641.25
28.5	43.23	216.15	432.30	648.45
29.0	43.71	218.55	437.10	655.65
29.5	44.19	220.95	441.90	662.85
30.0	44.67	223.35	446.70	670.05



CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DEL CARTAMO (et) VALLE DE MEXICALI  
 METODO BLANEY Y CRIDLE.

FECHA DE SIEMBRA: 1º DE DICIEMBRE

FECHA DE COSECHA: 18 DE JUNIO

CICLO VEGETATIVO: 200 DIAS

VARIEDAD: KINO 76

KG: 0.65

M E S E S	DIAS	T °C MEDIA	$Kt = \frac{T + 17.8}{21.8}$	P	F = P x Kt
DICIEMBRE	31	12.32	1.308	7.07	9.76
ENERO	31	12.17	1.347	7.21	9.71
FEBRERO	28	14.70	1.490	7.02	10.45
MARZO	31	16.36	1.566	8.36	13.09
ABRIL	30	19.75	1.722	8.74	15.05
MAYO	31	23.71	1.904	9.61	18.29
JUNIO	18	28.62	2.129	9.58	12.23



CALCULO DEL USO CONSUNTIVO REAL (et) UTILIZANDO LOS COEFICIENTES DE DESARROLLO Kc DEL CULTIVO.

M. E. S. E. S	F	Kc*	UC	J	UC REAL
DICIEMBRE	9.76	0.176	1.717	0.93	1.596
ENERO	9.71	0.323	1.136	0.93	2.916
FEBRERO	10.45	0.596	6.228	0.93	5.792
MARZO	13.09	0.918	12.016	0.93	11.174
ABRIL	15.05	1.053	15.847	0.93	14.737
MAYO	18.29	0.896	16.387	0.93	15.239
JUNIO	12.23	0.603	7.374	0.93	6.857
	89.58		62.70		58.31 cm

CALCULO DE Kc - No corregido

$$Kc = \frac{UC}{F} = \frac{62.70}{88.58} = 0.70$$

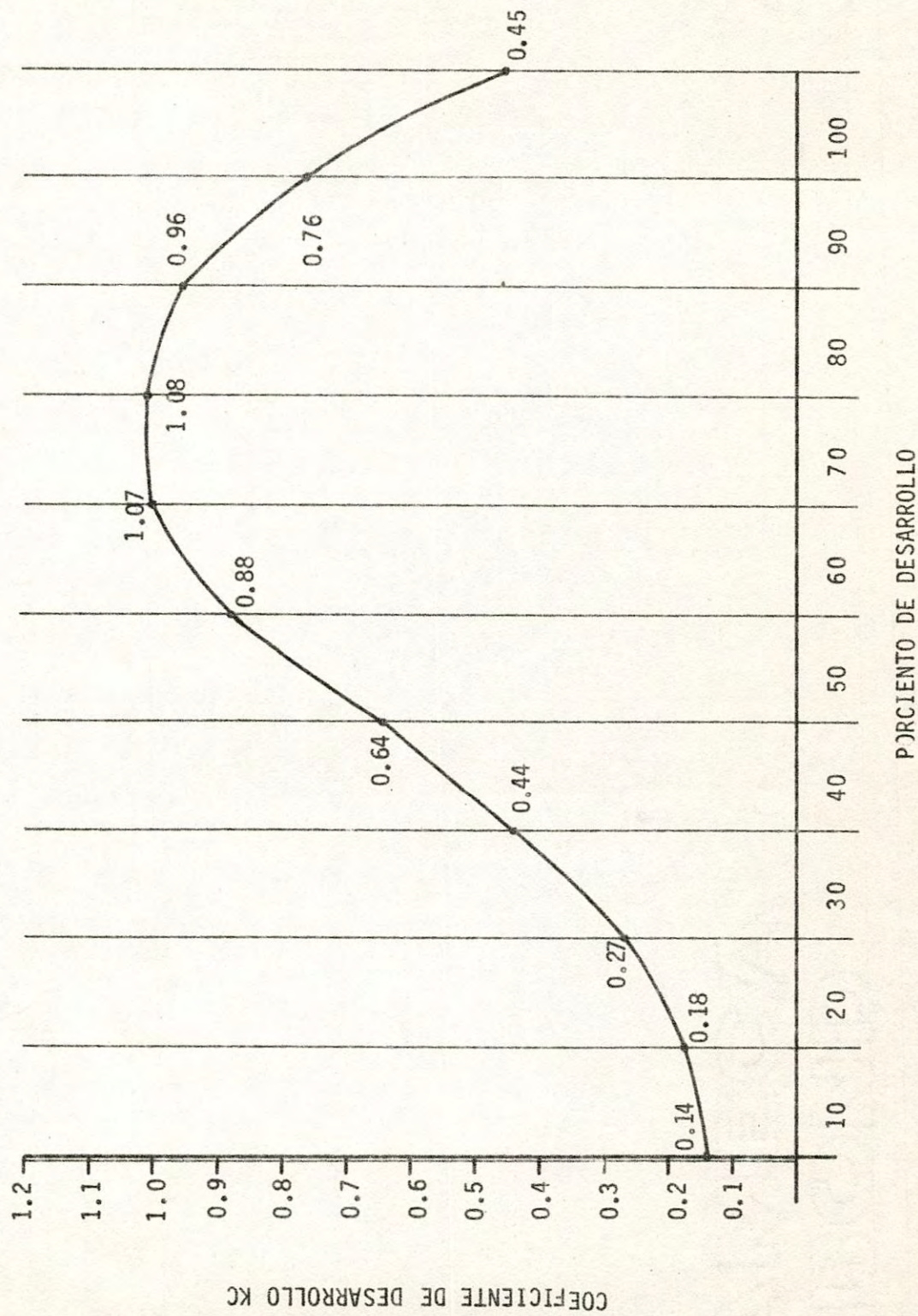
CALCULO DE J - (Coeficiente de corrección)

$$J = \frac{K_g}{Kc} = \frac{0.65}{0.70} = 0.93$$

\* El cálculo de Kc se efectuó mediante la curva de desarrollo descrita por Palacios (1977).



GRAFICA 12. CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO DEL CARTAMO SEGUN PALACIOS (1977).





CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DEL CARTAMO (et) VALLE DE MEXICALI.  
 METODO BLANEY Y CRIDLE.

FECHA DE SIEMBRA: 11 Enero  
 FECHA DE COSECHA: 29 Junio  
 CICLO VEGETATIVO: 170 Días  
 VARIEDAD: Kino'76  
 Kg: 0.65

M E S E S	DIAS	T °C MEDIA	$Kt = \frac{T + 17.8}{21.8}$	P	F = P x Kt
Enero	21	12.17	1.347	7.21	6.57
Febrero	28	14.70	1.490	7.02	10.45
Marzo	31	16.36	1.566	8.36	13.09
Abril	30	19.75	1.722	8.74	15.05
Mayo	31	23.71	1.904	9.61	18.29
Junio	29	28.62	2.129	9.58	19.71



CALCULO DEL USO CONSUNTIVO REAL (et) UTILIZANDO LOS COEFICIENTES DE DESARROLLO Kc DEL CULTIVO.

M E S E S	F	Kc*	UC	J	UC REAL
Enero	6.57	0.323	2.122	0.84	1.782
Febrero	10.45	0.596	6.228	0.84	5.231
Marzo	13.09	0.918	12.016	0.84	10.093
Abril	15.05	1.053	15.847	0.84	13.311
Mayo	18.29	0.896	16.387	0.84	13.765
Junio	19.71	0.603	11.885	0.84	9.983
	83.16		64.48		54.16 cm

CALCULO DE Kc - No corregido

$$Kc = \frac{UC}{F} = \frac{64.48}{83.16} = 0.77$$

CALCULO DE J - (Coeficiente de corrección)

$$J = \frac{Kg}{Kc} = \frac{0.55}{0.77} = 0.84$$

\* El cálculo de Kc se efectuó mediante la curva de desarrollo descrita por Palacios (1977).