



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  

---

---

**FACULTAD DE AGRICULTURA**

"EVALUACION DE 20 GENOTIPOS DE CARTAMO  
( Carthamus tintorius, L. ) EN EL MUNICIPIO  
DE PENJAMO, GTO."

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

NICOLAS ANTONIO FLORES CASILLAS

GUADALAJARA, JALISCO

1988



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....  
Número .....

Febrero 2 de 1988

C. PROFESORES:

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA, DIRECTOR  
ING. JOSÉ MA. AYALA RAMÍREZ, ASESOR  
ING. GAMALIER FLORES LÓPEZ, ASESOR



**ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA**

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" EVALUACION DE 20 GENOTIPOS DE CARTAMO (Carthamus tinctorius, L.)  
EN EL MUNICIPIO DE PENJAMO, GTO. "

presentado por el (los) PASANTE (ES) NICOLAS ANTONIO FLORES CASI--  
LLAS

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E  
"AÑO ENRIQUE DÍAZ DE LEÓN"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Febrero 2 de 1988



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante \_\_\_\_\_

NICOLAS ANTONIO FLORES CASILLAS, titulada -

" EVALUACION DE 20 GENOTIPOS DE CARTAMO (Carthamus tinctorius, L.)  
EN EL MUNICIPIO DE PENJAMO, GTO. "

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

ASESOR

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

hfg.

ASESOR

ING. GAMALIER FLORES LOPEZ

## AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron en la realización del presente trabajo muy especialmente :

Al Ing. J. Jesús Robles Méndez, por su valiosa guía en el diseño y trabajo de campo.

A la Bio. Carmen Jacinto Hernández, por su valiosa conducción en la realización de los análisis de laboratorio y estadístico.

Al Ing. Salvador Mena Munguia, por su decidida y gran ayuda en la dirección y culminación del presente trabajo.

Al Ing. Santiago Sánchez Preciado, por sus invaluables sugerencias.

Al Ing. José Ma. Ayala Ramírez, por su asesoramiento brindado.

Al Ing. Gamalier Flores López, por el apoyo brindado.

Al compañero y amigo Ing. Lorenzo Licea Rojas, por su gran apoyo brindado.

A los ex-alumnos del CBTa No.105, Eusebio, Victor, José, Fidencio, Mauricio, Rodrigo y Centeno Reyes, por su participación en los trabajos de campo.

A Patricia del Carmen Flores Casillas, por su cuidadoso trabajo mecanográfico.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), - que a través del Campo Agrícola Experimental de los Altos de Jalisco, me facilitó los materiales utilizados.

Al personal del Laboratorio Central de Oleaginosas del CIA--MEC, por su apoyo en los análisis realizados.

A la Facultad de Agricultura de la U. de G., por la oportunidad de estudio y preparación brindada.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

DEDICATORIA

A mis padres, de quienes siempre he recibido su apoyo en todos los aspectos y a cuyo esfuerzo y dedicación debo mi formación humana y profesional.

A mi esposa y a mis hijas con cariño y amor.

A mis hermanos con gran cariño.

A mis familiares con mucho respeto.

A mis compañeros y amigos sinceramente.

# CONTENIDO

	Pág.
Lista de Cuadros	iii
Lista de Figuras	iv
RESUMEN	y
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos e Hipótesis	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen y distribución	3
2.2. Clasificación taxonómica y botánica	4
2.3. Adaptación	6
2.4. Epoca de siembra	8
2.5. Metodos de siembra	10
2.6. Variedades	10
2.7. Fertilización	11
2.8. Plagas y enfermedades	12
2.9. Recolección del fruto	15
2.10 Formación de aceite y sus ácidos grasos	15
2.11 Usos (Productos y Subproductos)	17
2.12 Investigaciones afines	19
3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. Descripción fisiográfica	22
3.1.1. Localización	22
3.1.2. Ubicación del experimento	22
3.2. Clima	23
3.2.1. Precipitación pluvial	23
3.2.2. Temperatura	23
3.2.3. Evaporación	23
3.2.4. Granizadas y heladas	24
3.3. Suelo	24
3.4. Materiales utilizados	24
3.4.1. Material genético	24
3.5. Metodología experimental	25
3.5.1. Diseño utilizado	25
3.6. Metodos estadísticos	25
3.6.1. Análisis de varianza	26
3.6.2. Análisis de correlación	26
3.6.3. Comparación de promedios	27
3.7. Variables en estudio	27
3.8. Desarrollo del experimento	28
3.8.1. Preparación del terreno	28
3.8.2. Siembra	28
3.8.3. Prácticas de cultivo	28
3.9. Cosecha	29
3.10 Trabajo de laboratorio	29



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

4. RESULTADOS Y DISCUSION	31
4.1. Análisis de varianza	31
4.2. Comparación de promedios (prueba de Duncan)	31
4.3. Análisis de correlación	46
5. CONCLUSIONES	51
6. LITERATURA CITADA	53
7. APENDICE	57



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1	Análisis de varianza para la variable rendimiento en Kg/ha Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	32
2	Análisis de varianza para la variable contenido de aceite en (%). Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	32
3	Prueba de Duncan para las variables rendimiento en grano y contenido de aceite de 20 genotipos de cártamo sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.	33
4	Análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas (grs). Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	35
5	Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico (grs). Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	36
6	Análisis de varianza para la variable % de semilla vana. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	36
7	Prueba de Duncan para las variables peso de 1000 semillas, peso hectolítrico (g) y % de semilla vana de 20 genotipos de cártamo sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.	37
8	Análisis de varianza para la variable número de plantas por parcela útil. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	38
9	Análisis de varianza para la variable número de capítulos por planta. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	39
10	Análisis de varianza para la variable diámetro de capítulos. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	39
11	Prueba de Duncan para las variables número de plantas por parcela útil, capítulos por planta, y diámetro del capítulo de 20 genotipos sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.	40
12	Análisis de varianza para la variable altura media de plantas a madurez fisiológica. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	42
13	Características agronómicas de 20 genotipos de cártamo sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.	43
14	Análisis de varianza para la variable días a formación del capítulo. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	45
15	Análisis de varianza para la variable días a primera flor. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	45
16	Análisis de varianza para la variable días a madurez fisiológica. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.	47
17	Indices de correlación sobresalientes para las variables estudiadas	48

## LISTA DE FIGURAS

Fig.	Pág.
A Comparación de rendimiento en grano y contenido de aceite de 20 genotipos de cártamo sembrados en Invierno de 1982/83 en el municipio de Pénjamo, Gto.	34
1 Comparación de la producción nacional de cártamo, promedio registrado de c/5 años durante el período de (1960-1982).	58
2 Entidades y superficie en has dedicadas al cultivo de cártamo.	59
3 Comparación de la precipitación promedio, mensual y total de 5 años (1979-1983) registrada en la estación climatológica de la presa Insurgente Mariano Abasolo, situada en San Antonio de Aceves mpio. de Pénjamo, Gto.	60
4 Comparación de la precipitación promedio, mensual y total de 54 años (1910-1963) obtenida de la estación climatológica de la Piedad, Mich.	61
5 Comparación de la temperatura promedio, mensual y total de 12 años (1971-1983) registrada en la estación climatológica de la presa Insurgente Mariano Abasolo, situada en San Antonio de Aceves mpio. de Pénjamo, Gto.	62
6 Comparación de la evaporación promedio, mensual y total de 12 años (1971-1983) registrada en la estación climatológica de la presa Insurgente Mariano Abasolo, situada en San Antonio de Aceves mpio. de Pénjamo, Gto.	63



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## RESUMEN

Durante el ciclo otoño-invierno 1982-83 se llevó a cabo una evaluación de 20 genotipos de cártamo (Carthamus tinctorius, L.) en Santa Ana Pacueco; mpio. de Pénjamo, Gto. con el objeto de seleccionar los materiales que mejor se adapten a la zona en base a su rendimiento en grano y contenido de aceite. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Dentro de los genotipos evaluados se encontraron 14 líneas y 6 variedades. Las variables estudiadas fueron:  $X_1$  rendimiento en grano,  $X_2$  contenido de aceite,  $X_3$  peso de 1000 semillas,  $X_4$  peso hectolítrico,  $X_5$  porcentaje de semilla vana,  $X_6$  número de plantas por parcela útil,  $X_7$  promedio de capítulos por planta,  $X_8$  diámetro de capítulo,  $X_9$  altura media de planta a madurez fisiológica,  $X_{10}$  días a formación del capítulo,  $X_{11}$  días a primera flor y  $X_{12}$  días a madurez fisiológica.

La determinación del contenido de aceite se llevó a cabo en el Laboratorio Central de Oleaginosas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Chapingo, Méx. Los datos se procesaron utilizando los métodos estadísticos de análisis de varianza, prueba de Duncan y análisis de correlación. Los genotipos muestran diferencias significativas entre sí en todas las variables, a excepción de rendimiento en grano y días a capitulación. Existieron diferencias significativas entre repeticiones únicamente para días a primera flor.

Comparando las variedades con las líneas, las primeras tuvieron tendencia a presentar menor número de capítulos por planta, mayor altura de planta, menor número de plantas por parcela útil y mayor rendimiento.

Dentro de las correlaciones más importantes se encontraron unas -  
positivas de rendimiento en grano con el diámetro del capítulo y con  
el peso hectolítrico, y en forma negativa con el porcentaje de semi-  
lla vana. El contenido de aceite se correlacionó positivamente con  
altura media de plantas, con porcentaje de semilla vana y con días a  
madurez fisiológica y en forma negativa con peso de 1000 semillas, -  
con peso hectolítrico y con número promedio de capítulos por planta.

Los mejores genotipos por su rendimiento en grano y contenido de  
aceite fueron: ALHUEY, HUMAYA 65, CVF-36, GILA y SAFFOLA 208.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## 1. INTRODUCCION

El incremento en la población a nivel nacional cercana a los dos millones de habitantes por año; origina principalmente, una demanda constante de alimentos básicos y de aceites comestibles. En la actualidad los aceites comestibles de origen vegetal en el país provienen principalmente de las semillas de cártamo, ajonjolí, algodón y en menor escala del olivo. Aunque el cártamo es uno de los cultivos oleaginosos que ha tenido un mejor desarrollo agrícola en el país, se ha observado una tendencia decreciente en su producción especialmente a partir del año de 1980 (fig. 1 apendice) siendo los principales estados productores Sinaloa, Sonora y Tamaulipas (fig. 2 apendice).

Problemas como este ocasionan que la producción de ésta y otras oleaginosas sea insuficiente para cubrir la demanda interna, incrementándose su déficit en una forma alarmante, que para 1984 se hizo una importación de estas semillas superior a los 2.2 millones de toneladas, lo que representa más del 60% de la demanda nacional.

De tal manera que esto nos obliga al planteamiento de nuevas alternativas, para el incremento de la producción. Una de ellas sería aumentar la superficie dedicada a estos cultivos; para lo cual se requiere realizar ensayos de adaptación y rendimiento de variedades en zonas nuevas posiblemente aptas para el desarrollo de los mismos.

Esto motivó a llevar a cabo una evaluación de 20 genotipos de -

cártamo en la localidad de Santa Ana Pacusco mpio. de Pénjamo, Gto. durante el ciclo Otoño-Invierno 1982-83. Considerando así la factilibilidad de introducirlo como un cultivo de alternativa para éste ciclo.

### 1.1. Objetivos e Hipótesis.

Por lo antes expuesto, para el presente estudio se plantearon - los objetivos siguientes:

- a) Observar el comportamiento agronómico de veinte genotipos de cártamo bajo las condiciones de clima y suelo existentes en - el mpio. de Pénjamo, Gto.
- b) Seleccionar en base a rendimiento en grano y contenido de -- aceite, los genotipos que mejor se adapten a la zona.

Con base en los objetivos mencionados, se elaboraron las siguientes hipótesis:

- 1) Las condiciones de clima y suelo de la zona son apropiadas para el desarrollo del cultivo de cártamo.
- 2) Los veinte genotipos de cártamo a probar presentan el mismo - comportamiento y no difieren en sus rendimientos.
- 3) El contenido de aceite es igual para los veinte genotipos de - cártamo bajo estudio.



## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Origen y Distribución.

El cártamo (Carthamus tinctorius, L.) se encuentra entre los cultivos más antiguos conocidos por el hombre, pensando que se pudo haber originado a partir de (C. lanatus, L.) o de (C. oxyacantha Bieb) en dos centros primarios: las regiones montañosas de Etiopía y en -- Afganistán ( 2 ).

De acuerdo con la teoría de los Centros Primarios de Origen de - las plantas cultivadas, emitida por Vavilov, éste investigador considera como probables Centros Primarios y Secundarios respectivamente a Abisinia y a la India (21).

Se ha cultivado desde hace mucho tiempo en China, India, el cerca no Oriente y el Norte de Africa. En la Edad Media se cultivó en Europa y recientemente fue introducido al Norte y Sud América, Sudáfrica y Australia ( 2 ).

En nuestro país, el cártamo fue cultivado por primera vez en el - año de 1905 en el Valle de Santiago, Gto. En 1948 la Oficina de Estudios Especiales de la S.A.G. estableció pruebas de adaptación, encontrando buenas condiciones ecológicas en los estados de Morelos, - Guanajuato y Jalisco. En 1956-57, se iniciaron en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste estudios para determinaciones - de fecha de siembra, densidad y mejores variedades (21).

## 2.2. Clasificación Taxonómica y Botánica.

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub-división	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Sub-clase	Dicotyledoneae
Familia	Compositae
Sub-familia	Carduceae
Tribu	Cynereae
Género	<u>Carthamus</u>
Especies	<u>tinctorius</u>
Sub-especie	inermis
	typicus



(21)

El cártamo es una planta erecta, herbácea, anual. Su raíz es pivotante, profunda y su tallo es fuerte con muchas ramificaciones. La extensión de las ramificaciones varía de acuerdo con el medio, la densidad de siembra y la variedad (2).

La planta de cártamo posee un tipo de raíz que le permite profundizar la superficie hasta alcanzar la humedad y los nutrimentos que se encuentran en el subsuelo (3).

Las hojas y brácteas de la mayoría de las variedades comerciales son espinosas, existiendo algunas que no lo son. La altura de la planta está determinada por los factores tales como fecha de siembra, variedad, fertilidad del suelo, contenido de sales del suelo y humedad del mismo (2).

*Beccaria*

La inflorescencia ("flor") es un capítulo o cabezuela que consta de 20 a 150 florecillas tubulares hermafroditas, cada una de las cuales puede producir una semilla. El número y tamaño de "flores" en la planta varía con la fecha de siembra, con la variedad, grado de infestación de insectos, espaciamiento entre plantas y con la fertilidad del suelo. El tamaño de las "flores" depende también de su posición dentro de la planta, siendo mayores las primarias y secundarias (2).

El crecimiento elongación de las florecillas y la polinización ocurre temprano en la mañana, permaneciendo abiertas durante 3-6 días de acuerdo con la variedad, la posición en la planta y la fecha de siembra. Las florecillas de la periferia de la inflorescencia son las primeras en abrir (2).

Una planta puede florear durante 2-4 semanas, dependiendo de la extensión de sus ramas y de la humedad del suelo, las florecillas tienen abundante polen y néctar que atraen a las abejas y otros insectos. Variedades comerciales son autógamas por naturaleza, aunque las abejas y otros insectos pueden efectuar la polinización cruzada incrementando así el número de semillas. La cantidad de polinización cruzada depende también de la variedad (2).

Después de la polinización y fertilización, la semilla se desarrolla y madura a una tasa determinada por el clima, la variedad y las fechas de siembra y cosecha (2).

El tamaño de la semilla y su color dependen de la variedad, de la infestación de insectos, de la fecha de siembra, de la posición en la inflorescencia y de la densidad de siembra. Las semillas de la mayoría de las variedades comerciales son blancas y contienen 38-50% de cáscara y 35-40% de aceite. Las nuevas variedades, derivadas de un mutante con las cubiertas seminales listadas y con contenido de aceite de 45-50%, fueron liberadas en 1964 para pruebas experimentales (2).

### 2.3. Adaptación.

El cártamo se adapta a una amplia gama de condiciones climáticas, pero no le son favorables las variaciones extremas de temperatura (2).

La parte expuesta de la planta del cártamo es sensible a la humedad atmosférica porque ésta la hace más susceptible a enfermedades. Solamente en las fases tempranas, el cártamo tolera mucha humedad atmosférica (24).

El cártamo es un cultivo de regiones de clima templado frío en sus primeras fases de desarrollo y las temperaturas posteriores aumentan para favorecer el desarrollo del tallo y ramas fructíferas. Las temperaturas medias óptimas serán alrededor de 20 a 35 °C. Señala además que para obtener los mejores rendimientos, es necesario que el terreno no contenga exceso de humedad, porque ésta precisamente es la que causa en forma indirecta que los fitopatógenos proliferen (21).

Aunque se considera que el cártamo es resistente a la sequía, lo cierto es que requiere una adecuada humedad en el suelo para llegar a madurar. Sin lluvias después de la siembra, el cultivo no llega a producir rendimientos satisfactorios si el perfil del suelo no estuvo húmedo hasta una profundidad de 90-120 cm en el momento de la siembra (2).

El fotoperiodo en el caso de la planta de cártamo no es un factor que influya demasiado, como lo es en otras especies cultivadas, esto se corrobora al haberse encontrado que se puede cultivar cártamo desde Baja California, Sonora, Sinaloa, Región Lagunera, (Coahuila y Durango), sur de Tamaulipas, y Región del Bajío cuyo número de horas luz es diferente y prácticamente la variedad que se recomendó por muchos años fue la Gila (21).

Como en todas las especies cultivadas, la adaptación de éstas también es influida por el factor altitud. En cártamo, las mejores regiones productoras, son aquellas de 0 a más o menos 800 m de altitud. Se ha observado que en regiones de más de 1000 m de altitud el rendimiento de cártamo decrece por éste factor. Otro de los factores ecológicos es la latitud. Al respecto, se considera como las mejores regiones las que están enclavadas entre los 40° de latitud norte y 40° de latitud sur, excepto las regiones próximas a la zona ecuatorial (21).

El cártamo prospera en una amplia gama de suelos prefiriendo los profundos, fértiles, bien drenados y reacción neutra. Los suelos de textura media son los más adecuados cuando se cuenta con riego.

Cuando las siembras son de temporal, los suelos de textura pesada son los más adecuados debido a su gran capacidad de retención de agua ( 2 ).

Bajo condiciones de temporal, el cártamo tolera la salinidad en la misma medida que la cebada pero bajo condiciones de riego es ligeramente más sensible que la cebada, el algodón o la remolacha azucarera. Los niveles altos de salinidad reducen el rendimiento de grano al ocasionar una disminución en el número de inflorescencias ( 2 )

#### 2.4. Epoca de siembra.

El cártamo es sensible a la fecha de siembra. Bajo condiciones de temporal, está determinada principalmente por el inicio de la temporada de lluvias, pero donde se dispone de riego, la fecha de siembra puede variar. En Australia, la fecha óptima de siembra depende de la latitud. Las fechas más favorables en Queensland son Junio y Julio. En el sur de California y Arizona, donde los inviernos son benignos, el cultivo de siembra bajo riego de Noviembre a principios de Enero. En el norte de California las siembras se hacen a principios de Febrero, pero bajo condiciones de temporal a principios de Abril como es el caso de Nebraska. Las siembras a principios de primavera son favorables en las llanuras del Oeste de E.U. y en Canadá, ésto es cuando las temperaturas del suelo alcanzan o superan los  $4.5^{\circ}\text{C}$ . Se siembra en la India de Septiembre a Noviembre y en Febrero en Israel ( 2 ).



En México la época y la fecha de siembra más conveniente ha sido determinada para cada una de las regiones productoras de cártamo, a través de los Campos Agrícolas Experimentales o de los Centros de Investigación del INIA (21). Como se puede observar en el cuadro A.

Cuadro A. Época de siembra para el cultivo de cártamo en diferentes zonas productoras.

Zona productora	Época de siembra
Costa de Hermosillo (Sonora)	Del 15 NOV. - 31 DIC.
Valle de Mexicali (B.C.N.)	15 NOV. - 31 DIC.
Caborca (Sonora)	15 DIC. - 15 FEB.
La Laguna (Coahuila-Dgo.)	15 DIC. - 15 ENE.
Ciudad Delicias (Chihuahua)	1º ENE. - 15 FEB.
Las Huastecas (Tamaulipas-S.L.P.)	1º NOV. - 30 NOV.
Costa Jalisco (Jalisco)	20 DIC. - 10 ENE.
Valles Fuerte y Carrizo (Sinaloa)	15 NOV. - 31 DIC.
Valle de Culiacán (Sinaloa)	15 NOV. - 31 ENE. RIEGO 1º NOV. - 30 NOV. TEMPORAL 15 NOV. - 15 ENE. HUM. RES.

Siembras experimentales en la Ciénega de Chapala indican que el período de siembra para esta región abarca desde el 20 de Noviembre hasta el 30 de Diciembre y la fecha óptima abarca todo el mes de Diciembre. Lo anterior se debe a que en las siembras de Noviembre, -- las plantas pueden ser afectadas por la presencia de enfermedades -- del follaje y de la raíz provocadas por lluvias ocasionales. En -- siembras realizadas a partir del 1º de Enero, los rendimientos tienden a bajar hasta 600 Kg/ha por el aumento de la temperatura, lo que causa un aceleramiento en su ciclo vegetativo (22).

Si se siembra más tarde de la fecha recomendada generalmente se producen plantas más bajas, con menos flores, menos semillas por flor y menos rendimientos. En algunas áreas el cultivo puede madurar antes de que lleguen las heladas, mientras que en otras áreas, las temperaturas en el momento de maduración disminuyen el contenido de aceite y el índice de yodo (2).

## 2.5. Metodos de siembra.

El cártamo puede sembrarse en hileras en surcos angostos, en surcos anchos con posibilidad de dar labores de cultivo o al voleo. El método más común en temporal es la siembra en surcos y normalmente proporciona poblaciones más uniformes que al voleo. Sin embargo las poblaciones al voleo, terrestres o aéreas, seguidas de disqueo o de rastreo, han dado resultados satisfactorios siempre y cuando las condiciones de humedad del suelo sean adecuadas (2).

En México esta práctica de siembra "al voleo" no es recomendable debido a que se tendrían serios problemas tanto por malezas, como porque no se podrían dar labores de cultivo. De tal forma que se practica la siembra en surcos y ésta puede hacerse por el método de "tierra venida" o de hacer la "siembra en seco" (21).

## 2.6. Variedades.

Muchas de las variedades de cártamo pueden ser fácilmente distinguidas por una o más de las siguientes características: color de la flor, grado de espinosidad, grado de ramificación, hábito de crecimiento, forma de la hoja, diámetro de la cabezuela, tamaño y forma -

de las semillas y contenido de aceite ( 2 ).

Las primeras variedades mejoradas como Gila, N-6, N-10, y algunas otras, liberadas por sus altos rendimientos unitarios en grano y mejores contenidos de aceite (30-35%) fueron muy extensas en su área de adaptación, llegándose a niveles mundiales (21).

Los programas intensivos de mejoramiento genético han creado variedades con contenidos de aceite de 35-40%, las que se cultivan en las principales regiones productoras ( 2 ).

Desde que se inició el cultivo del cártamo en México, la principal variedad fué la Gila, posteriormente, al transcurso de la investigación, entre otras variedades se han recomendado la Saffola 208, Saffola 202, Humaya-65 y la Kino-76 (21).

## 2.7. Fertilización.

Las necesidades de fertilizantes están determinadas por la fertilidad del suelo, los cultivos anteriores y la humedad disponible. En la mayoría de los suelos no es necesario el N si el cártamo es sembrado después de una leguminosa o en tierra descansada, mientras que algunos tienen cantidades adecuadas de P y K. En temporal se han obtenido respuestas mínimas o erráticas a la aplicación de N ( 2 ).

En análisis de semillas de cártamo se ha comprobado que por cada mil kilos de producción extraen del terreno cuarenta y cinco kilos de nitrógeno, unos seis de anhídrido fosfórico y seis de potasa (12)

Los experimentos realizados por los Programas de Suelos y de Oleaginosas en el noroeste del país, relativos a fertilización, indican respuesta del cártamo al nitrógeno en aplicaciones no mayores de 100 Kg N/ha a la siembra y de fósforo en 40 hasta 80 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en -- los casos que el suelo lo requiera (21).

Se ha observado que algunas aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos pueden aumentar el rendimiento por hectárea, sobre todo cuando se cultiva el cártamo bajo riego (3).

Sugieren utilizar 120 unidades de nitrógeno por hectárea y aplicar el fertilizante en banda, depositándolo a un lado y abajo de la semilla (13).

## 2.8. Plagas y enfermedades.

Pulgón del duraznero (Myzus persicae): Esta especie de pulgón es muy común en el cártamo, casi siempre estos insectos se localizan en el cogollo de la planta y en infestaciones fuertes migran al envés -- de las hojas. Cuando el ataque es severo, llegan a enmielar las -- plantas deteniendo su desarrollo (21).

Chinches Lygus y rápida (Lygus lincolaris y Greontiades ssp): Estas dos especies de chinches se presentan normalmente en el cártamo desde la emergencia hasta la fructificación, las infestaciones más -- fuertes y peligrosas se presentan durante la época de floración en -- la cual las ninfas y adultos chupan los botones florales y las cabezuelas tiernas, ocasionando la aborción y avanamiento de los granos (21).

Gusanos defoliadores. El gusano soldado (Spodóptera exigua) y el falso medidor de la col (Trichoplusia ni), son las dos especies de defoliadores principales del cártamo, los cuales se pueden presentar desde la emergencia hasta la floración de la planta. Las larvas consumen vorazmente las hojas quedando éstas agujeradas (21).

Gusano bellotero (Helicoverpa zea y Heliothis virescens): Esta plaga se presenta durante la época de floración y formación de cabezuela. Los gusanos barrenan los botones florales y las cabezuelas tiernas haciendo que se pudran (21).

En el cuadro 8, se muestran los productos comerciales, dosis por hectárea y la época de aplicación para el control de plagas en cártamo (22).

Mancha foliar (Alternaria carthami). Cuando ésta enfermedad se presenta en el cultivo puede reducir el rendimiento hasta en un 100%. Las condiciones propicias para su ataque son temperaturas de 25 a 30 °C y humedad relativa de 90 a 100%. Los síntomas se manifiestan primero en las hojas inferiores de la planta como manchas irregulares de color café, también se pueden presentar en el tallo y en las brácteas del capítulo (22).

Roya o Chauixtle (Puccinia carthami, Puccinia verruca). Causa daños principalmente en siembras tardías de cártamo de finales de Diciembre, se trasmite por medio de la semilla y aparece en terrenos donde antes se sembró este cultivo y se presentó la enfermedad. Se manifiesta como puntos de color rojo ladrillo y se desarrolla en las

Cuadro B. Producto comercial, dosis y época de aplicación para el control de las plagas que atacan al cártamo. CAEJAL-CIAB-INIA. 1981

PLAGAS	INSECTICIDA	DOSIS/HA.	EPOCA DE APLICACION
Pulgón	Tamaron 600	1.0 lt.	Cuando se encuentren más de 100 pulgones por cogollo.
Chinches	Paratión Metílico 720	1.0 lt.	Cuando se encuentren más de 25 chinches - en 100 redadas.
	Folimat 1000	0.3 lt.	
	Nuvacrón 60	0.5 lt.	
Gusano soldado	Lorsban 480	1.0 lt.	Cuando se encuentren más de dos larvas - por metro líneal de surco.
Gusano bellotero	Nuvacrón 60	1.0 lt.	Cuando se encuentren de 10 a 20 gusanos - por 100 redazos.

El insecticida que se utilice, se debe mezclar con 400 litros de agua/ha.



Hojas y brácteas del capítulo (21).

Marchitez (Fusarium oxysporum, Fusarium carthami). Los síntomas característicos de esta enfermedad son: la amarillez de un lado de la planta, empezando por las hojas de abajo, y la marchitez. Las plantas viejas pueden morir o sólo secarse las ramas laterales de la parte afectada. Las plantas jóvenes generalmente mueren (24).

Putrefacción de la inflorescencia (Botrytis cinerea). Es una enfermedad muy seria que existe sobre todo en las zonas de las costas que están sujetas continuamente a humedades altas en la atmósfera o en terrenos que están cerca de canales de riego donde puede haber mucha humedad o rocío (24).

## 2.9. Recolección del fruto.

El cártamo está listo para cosecharse cuando las brácteas de las cabezuelas se tornan de un color café. Para éste estado, la semilla deberá desprenderse fácilmente de la inflorescencia, pues su contenido de humedad será de 8 a 10 por ciento (22).

Para cosechar cártamo puede usarse una combinada como las que se utilizan para cereales, sin tener que recurrir a efectuar adaptación alguna. Sólo hay que hacerles algunos pequeños ajustes para disminuir las pérdidas y no causar daños a los granos (12).

## 2.10. Formación de aceite y sus ácidos grasos.

En las oleaginosas en general, más que tomar en cuenta el rendi--

miento de semilla debe considerarse el rendimiento de aceite por hectárea que es el factor básico en la producción (21).

La investigación sobre la formación del aceite y sus ácidos grasos, ha sido profusa. Engelbrecht encontró que el aceite se empieza a formar en la semilla ocho días después de la floración, mientras que Hill y Knowles establecieron que, en base al peso, el contenido de aceite aumenta de cinco a diez veces en el período comprendido entre los diez y quince días después de la floración, resultados que fueron confirmados por otros investigadores (2).

En el desarrollo de la semilla de cártamo la concentración de ácido se incrementa lentamente durante los treinta días posteriores a la fecundación estabilizándose en un nivel hasta que la madurez es alcanzada. Inicialmente el ácido linoléico está presente en la misma proporción que el ácido oléico, pero después del veinteavo día de la fecundación, su concentración aumenta hasta tres veces la del ácido oléico. En el mismo período, el índice de yodo aumenta de 90-100 a 144-150 (2).

En general el aceite de cártamo está constituido por un 70% de ácido linoléico, alrededor de 20% de ácido oléico, 5% de ácido palmítico, 3% de ácido linolénico y trazas de ácido arachídico, ácido esteárico y otros de menor importancia. El índice de yodo (I.Y) es de más o menos 135 lo que lo sitúa entre los ácidos grasos semi-secantes o semi-saturados (21). Después de la extracción del aceite, la torta residual contiene poco más del 20% de proteína si procede de semilla con cáscara.

El contenido de aceite de una variedad en particular puede ser influenciado por factores tales como la salinidad, la fecha de siembra, el tamaño de la semilla, la población, las enfermedades, el daño de insectos y la fertilización (2).

La fertilización ha dado resultados contradictorios en lo referente al contenido de aceite; en algunas pruebas no se ha encontrado ningún efecto mientras que en otras se ha reducido (2).

Una forma de determinar el contenido de aceite es por el método de resonancia magnética nuclear (rmn).

La resonancia magnética nuclear (rmn) es un método espectrométrico de análisis no destructivo, que se basa en la absorción de energía en la zona de la radiofrecuencia por parte de los núcleos de algunos átomos, cuando se colocan éstos en un campo magnético intenso y de alta homogeneidad (11). El fenómeno de la (rmn), lo presentan los núcleos de todos aquellos elementos químicos cuyos números de masa o carga sean impares.

## 2.11. Usos (Productos y Subproductos).

### Aceite.

El cártamo como planta oleaginosa presenta innumerables ventajas; ya que su semilla contiene un alto porcentaje de aceite, el cual es de alta calidad, tanto para uso industrial como para consumo humano. En la alimentación humana tiene gran demanda por su alto contenido de ácido linolístico poli-insaturado, lo que le confiere la propiedad de liberar poco colesterol (21). Es un ingrediente de las margari-

nas, mayonesas, aceite de cocina y para ensaladas (24).

El aceite de cártamo es de color claro, y puede hacerse transparente fácilmente, como tiene un bajo porcentaje de ácido linolénico no se torna amarillo con el tiempo (24). Por sus condiciones secantes, se utiliza en la elaboración de pinturas, barnices y fabricación de ciertos tejidos (12).

#### Harinas.

La harina de cártamo puede prepararse de dos formas: una sin cáscara, llamada "harina sin cáscara" y la otra "Harina integral prensada". Estas se han empleado siempre en la alimentación del ganado (24).

#### Cáscara.

La cáscara no es muy deseable por el ganado si no es mezclada en proporciones muy pequeñas, con otros granos (12).

En una prueba hecha en el condado de Sutter, cuando la cáscara del cártamo reemplazó a la paja en la engorda de ganado; la cáscara constituía el 46 por ciento de la dieta total, los animales se rehusaron a comer hasta que 1/4 de las cáscaras fue substituído por paja (24).

#### Granos completos.

Mezclados con otros granos han sido empleados en América como pienso para aumentar el contenido proteico y graso (12). En el estado de Utah se ha dado importancia a la mezcla de la semilla del cár-

tamo y de cebada, como alimento para el ganado de ordeña (24).

### Forrajes.

Experimentos hechos en Alemania demostraron que las ovejas, a pesar de las espigas comían muy bien la paja del cártamo cuando ésta se segaba antes de la floración (24). Esta paja tiene casi el mismo valor alimenticio que cualquier paja de pradera y no es muy diferente a la de la alfalfa si se comparan sus pesos en seco. -

Las flores secas como colorantes.

Antiguamente el cártamo era cultivado como planta tintórea; hoy en día el "cartamin" sigue usándose para colorear los productos de belleza, alimentos y confecciones (12). En ocasiones se usa como adulterante o sustituto del azafrán (24).

### 2.12. Investigaciones afines.

En un estudio con cártamo observó algunas correlaciones sobresalientes entre los componentes de rendimiento que pueden ser de utilidad en el fitomejoramiento de cártamo, como son número de capítulos por planta vs diámetro del capítulo, número de capítulos por planta vs rendimiento del capítulo, número de capítulos por planta vs rendimiento por surco, número de semillas por capítulo vs peso de la semilla (1).

Mencionan que los principales factores a tomarse como base para establecer diferencias de rendimiento entre Variedades de cártamo son: tamaño del capítulo, número de capítulos, tamaño de la semilla y número de semillas por capítulo (17).

Realizó un estudio para la determinación de la parcela útil, y encontró que para pruebas comparativas con variedades, es indiferente utilizar, además de la parcela útil acostumbrada, los 4 surcos, quitando medio metro de cabecera a cada lado del surco para medir el potencial de rendimiento en grano. Con esto se tiene una ganancia al disminuir el coeficiente de variación, porque al utilizar un tamaño de parcela más grande, se elimina la heterogeneidad del suelo (18).

Se evaluarón parámetros de estabilidad para rendimiento y sus componentes en 40 variedades de cártamo indicando amplias diferencias - entre variedades para todos los caracteres, del total de caracteres estudiados días a floración, días a madurez, tamaño de semilla y porcentaje de cáscara fuerón los más estables (20).

Estudiarón en cártamo el comportamiento con respecto al rendimiento y siete componentes de rendimiento, el rendimiento en grano mos--tró una correlación genotípica significativa con altura de planta, - número de semillas por capítulo, tamaño del capítulo y peso de 1000 semillas (14).

Llevarón a cabo un experimento con 64 variedades y líneas de cártamo para observar un total de 15 variables; las cuales presentarán un elevado coeficiente de variación entre los genotipos estudiados, - especialmente las variables rendimiento y número de capítulos por --planta las correlaciones positivas sobresalientes fuerón: rendimiento vs peso de 100 granos y días a madurez vs número de capítulos por planta y las principales correlaciones negativas fuerón: rendimiento vs días a madurez y rendimiento vs número de capítulos por planta - (19).

En el valle de Huascato, Jal., llevó a cabo una prueba con 8 variedades de cártamo y concluye que las condiciones ecológicas del lugar son favorables para la explotación del cultivo; ya que además de obtener rendimientos superiores a la media nacional no requiere de láminas altas de agua para riego. Y la rentabilidad del cultivo teóricamente es superior a la de otros que regularmente se establecen en la zona en la misma época ( 4 ).

Efectuarón la caracterización de 28 muestras, pertenecientes a 6 especies diferentes de cártamo tratando de considerar como criterio de diferenciación entre especies al contenido de ácido palmítico y de tocoferol, y concluyeron que ésta clasificación química coincide únicamente en forma parcial con la clasificación basada sobre caracteres ( 5 ).



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción fisiográfica.

El municipio de Pénjamo, Guanajuato se caracteriza por ser una planicie en su parte Norte-Oriente y Sur-Poniente comprendiendo casi tres cuartas partes y el Noroeste del territorio municipal es montañoso en sus límites con Jalisco, que son más bien lomeríos. Se limita al Norte con Ciudad Manuel Doblado y Cuernamero, al Sur con el Estado de Michoacán, al Este con Abasolo y Huanimaro y al Oeste con el Estado de Jalisco.

##### 3.1.1. Localización.

Se encuentra situado al Suroeste del Estado, teniendo como coordenadas geográficas las siguientes:  $101^{\circ} 32.9'$  y  $101^{\circ} 07.9'$ , de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, además  $20^{\circ} 11.8'$  y  $20^{\circ} 40.5'$  de latitud Norte.

En cuanto a su cabecera municipal, tiene como longitud  $101^{\circ} 42.8'$  y como latitud  $20^{\circ} 26.6'$ ; se considera una altitud promedio para este municipio de 1760 msnm.

##### 3.1.2. Ubicación del experimento.

El experimento se realizó en el año de 1982, en una parcela ubicada al pie de la carretera (La Piedad - Pénjamo) en la localidad de Santa Ana Pacueco, Mpio. de Pénjamo, Guanajuato.



### 3.2. Clima.

El municipio tiene una clasificación climática según Kopen (A) c (Wo) (W) a (i)g, semicálido, lluvioso en verano, temperatura mayor de 22°C verano cálido isotermal.

#### 3.2.1. Precipitación pluvial.

La precipitación media anual registrada en la zona es de 887.4 mm de la cual el 90% cae entre los meses de Junio a Octubre.

En la figura 3 apéndice se detalla la precipitación registrada en los años de 1979 - 1983, se puede observar también la precipitación promedio mensual y total de 54 años (1910-1963) en la figura 4 del apéndice; comparando las figuras 3 y 4 se puede concluir que la precipitación fué un 17.5% menor en los últimos cinco años.

#### 3.2.2. Temperatura.

La temperatura media anual así como la mínima y máxima mensual se detalla en la figura 5 del apéndice con lecturas promedio registrada durante un periodo de doce años (1971-1983) del cual se deduce que la temperatura promedio anual para la zona es de 19.55 °C.

#### 3.2.3. Evaporación.

En cuanto a la evaporación promedio registrada durante el mismo periodo anterior que ilustra la figura 6 del apéndice; se puede mencionar que los meses de mayor evaporación son Marzo, Abril y Mayo, existiendo una evaporación anual de 2381.34 mm.

### 3.2.4. Granizadas y Heladas.

Se tiene además registrado un promedio anual de diez días con heladas y cuatro días con granizo fuerte.

### 3.3. Suelo.

En la región el suelo de mayor importancia para la agricultura, se caracteriza por tener pendientes uniformes de 1 a 3%, por lo que se agrupa en la clase de "A NIVEL".

Los suelos son Igneos en su mayoría, de origen Aluvial, profundidad media (25 - 50 cm), a profunda (más de 50 cm), de color gris muy oscuro, textura Arcillo-Limosa, estructura Blocoso - Angular, consistencia firme, drenaje interno de lento a medio, 10% rocosidad, pedregosidad de 10 a 15% y p H de 7.3 a 8.0.

### 3.4. Materiales utilizados.

#### 3.4.1. Material genético.

Se utilizarán catorce líneas y seis variedades de cártamo, proporcionadas por el Campo Agrícola Experimental de los Altos de Jalisco (CAEAJAL), siendo los que a continuación se mencionan:

- |                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| 1.-GILA                         | 11.-CVF-36           |
| 2.-KIND-76 (RCH)                | 12.-N-4055 (14-2-1)3 |
| 3.-13VF75-2-9-2-2               | 13.-ALHUEY           |
| 4.- (R(1)8xS-202)x(R(1)4xCM793) | 14.-SAFFOLA-208      |
| 5.- (R(1)8xS-202)x(R(1)6xCM793) | 15.-N-4055 (14-2-1)2 |
| 6.-8VF75-13-5-1-1               | 16.-PO 15-88-5-1     |



7.-20VF75-13-1-3-1

17.-PO 16-15-5-1

8.-PO 15-88-2-1

18.-PO 15-88-5-2

9.-LINEA R-RIEGOS PESADOS

19.-C-21-9-8

10.-HUMAYA-65

20.-CD5-9-3

### 3.5. Metodología experimental.

#### 3.5.1. Diseño utilizado.

El diseño experimental empleado fué el de "Bloques al azar" con veinte tratamientos y cuatro repeticiones, la unidad experimental consistió en parcelas de cuatro surcos de seis metros de longitud -- por 0,75 m de ancho; considerandose como parcela útil cuatro metros de los dos surcos centrales, la superficie total usada para el experimento fué de 1800 m<sup>2</sup>.

El modelo lineal aditivo del diseño utilizado es como sigue:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}; \text{ donde}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots\dots, 20.$$

$$j = 1, 2, 3, 4.$$

U = media general de rendimiento en Kg/ha de todos los tratamientos.

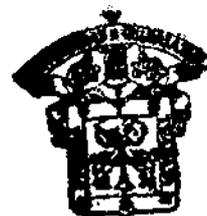
T<sub>i</sub> = rendimiento en Kg/ha del tratamiento i.

B<sub>j</sub> = rendimiento en Kg/ha de la repetición j.

E<sub>ij</sub> = error experimental de rendimiento en Kg/ha asociado a Y<sub>ij</sub>.

Y<sub>ij</sub> = rendimiento en Kg/ha correspondiente al tratamiento i en su repetición j.

### 3.6. Metodos estadísticos.



### 3.6.1. Análisis de varianza.

Se efectuarón los análisis de varianza para cada una de las variables estudiadas en los veinte genotipos de cártamo probados. Sin embargo cabe mencionar que se utilizarón para dichos análisis únicamente los datos obtenidos en los bloques I, II y III; ya que en el último bloque los tratamientos se vieron afectados por ingresos continuos de agua al terreno; de tal manera que se optó por eliminar los resultados de éste para evitar sesgo al total del trabajo.

### 3.6.2. Análisis de correlación.

Se realizarón las correlaciones entre las variables más importantes y que se enlistan a continuación; para observar el grado de asociación que existe entre ellas en los veinte genotipos de cártamo estudiados:

Rendimiento vs peso hectolítrico

Rendimiento vs por ciento de semilla vana

Rendimiento vs diámetro de capítulo

Contenido de aceite vs No. promedio de capítulo por planta

Contenido de aceite vs altura media de planta

Contenido de aceite vs días a madurez fisiológica

Contenido de aceite vs peso de 1000 semillas

Contenido de aceite vs peso hectolítrico en g

Contenido de aceite vs por ciento de semilla vana

Peso de 1000 semillas vs peso hectolítrico

Peso de 1000 semillas vs número de plantas por parcela

Peso de 1000 semillas vs No. promedio de capítulos por planta

Peso de 1000 semillas vs días a formación del capítulo

Peso hectolítrico vs No. promedio de capítulo por planta

Peso hectolítrico vs altura de planta a madurez fisiológica

Peso hectolítrico vs días a formación del capítulo



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Peso hectolítrico vs días a primera floración  
 Peso hectolítrico vs días a madurez  
 Número de plantas por parcela vs promedio de capítulo por planta  
 Altura media de planta vs diámetro del capítulo  
 Altura media de planta vs días a madurez fisiológica

### 3.6.3. Comparación de promedios.

La comparación de promedios para cada una de las variables estudiadas se efectuó por medio de la prueba de Duncan, la cual hizo posible observar los grupos de significancia estadística para los veinte genotipos de cártamo estudiados.

### 3.7. Variables en estudio.

Las variables estudiadas fueron:

- $X_1$  rendimiento en grano (Kg/ha)
- $X_2$  contenido de aceite (%)
- $X_3$  peso de 1000 semillas (gr)
- $X_4$  peso hectolítrico (gr)
- $X_5$  porcentaje de semilla vana
- $X_6$  número de plantas por parcela útil
- $X_7$  promedio de capítulos por planta
- $X_8$  diámetro de capítulo (cm)
- $X_9$  altura media de planta a madurez fisiológica
- $X_{10}$  días a formación del capítulo
- $X_{11}$  días a primera flor
- $X_{12}$  días a madurez fisiológica



ESCUELA DE AGRICULTURA  
 BIBLIOTECA

### 3.8. Desarrollo del experimento.

#### 3.8.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno consistió en un barbecho, rastreo y -  
surcado, los que se efectuaron con tractor; posteriormente se hizo -  
el trazo del diseño.

#### 3.8.2. Siembra.

La siembra se realizó en seco el día 3 de Diciembre después de -  
surcar y delimitar las repeticiones, se rayaron los surcos en el lo-  
mo con una estaca para poder depositar el fertilizante en banda y --  
posteriormente la semilla a chorrillo y a mano, utilizando una densi-  
dad de siembra de 20 Kg/ha. En cuanto al fertilizante, se aplicó la  
fórmula de fertilización 120-23-00; la fuente de nitrógeno fué urea  
y el superfosfato triple de calcio, como fuente de fósforo, los cua-  
les se aplicaron en su totalidad al momento de la siembra. Una vez  
realizada la siembra; el día 4 de Diciembre se dió un riego pesado -  
por gravedad, hasta que quedo completamente saturado el terreno, --  
siendo éste el único que se propocionó durante todo el ciclo del cul-  
tivo.

#### 3.8.3. Prácticas de cultivo.

Posterior a la siembra se realizaron algunas labores culturales -  
necesarias para el buen desarrollo del cultivo, como deshierbes, --  
aporques y control de plagas principalmente. Cabe mencionar que en  
cuanto a plagas se refiere, sólo se hizo una aplicación de Folidol -  
al 2% contra defoliadores y pulgones (Myzus persical sulzer) a razón

de un lt/ha ésto fué a los 18 días después de la siembra. El primer cultivo se dió a los 30 días, en total se dieron dos cultivos y dos deshierbes, con azadón.

En cuanto a enfermedades; se presentó en algunas plantas marchitez causada por Fusarium carthami, pero sin causar ésta daños económicos.

### 3.9. Cosecha.

En cuanto se fueron presentando las características de maduración en las diversas variedades, se llevó a cabo la cosecha en forma manual, cortando las plantas desde su porción basal, con el fin de -- aprovechar todas las ramificaciones que sostenían capítulos florales En seguida con tijeras se cortaron todos los capítulos que contenían las plantas separandose en costales con la etiqueta correspondiente. Posterior a esta actividad se llevó a cabo la labor de desgrane, esta se realizó en forma manual, separando el producto de cada parcela en bolsas de papel.

### 3.10. Trabajo de laboratorio.

Contenido de aceite en la semilla de cártamo.

La determinación del contenido de aceite se realizó mediante el método de Resonancia Magnética Nuclear (RMN). Para lo cual se utilizó el aparato NMR Newport Analyser MK-III. Este método se basa en la respuesta a la resonancia producida por el cambio en el spin (giro) de los protones de hidrógeno que contienen los ácidos grasos al ser efectuados por un campo magnético. Aquí se compara la respuesta

de resonancia magnética de la muestra (semilla) contra la respuesta del Patrón (aceite puro, extraído de la semilla por medio de solventes orgánicos) (Newport Oxford Instruments, 1972; Horwitz, et al -- 1975).



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Análisis de varianza.

##### 4.2. Comparación de promedios. (prueba de Duncan)

El análisis de varianza para rendimiento en grano no indicó diferencias significativas entre variedades ni entre repeticiones; (ver cuadro 1). Sin embargo la prueba de Duncan (cuadro 3) establece -- tres grupos, el genotipo que presentó el mayor rendimiento fué la variedad Alhuey (2121 Kg/ha) que tiene una diferencia estadísticamente significativa, de 1092 Kg/ha, con el genotipo PO 15-88-5-1 que tuvo el menor rendimiento; los demás genotipos se encuentran interrelacionados entre los tres grupos mencionados.

En lo que se refiere al análisis de varianza para contenido de -- aceite (cuadro 2) indica diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no entre repeticiones. En el cuadro 3 se observa -- que los genotipos PO 15-88-5-2; PO 16-15-5-1, PO 15-88-2-1, N-4055 - (14-2-1)3 y PO 15-88-5-1, tienen elevado contenido de aceite pero bajo rendimiento; la variedad Alhuey tiene ambas características, un alto rendimiento en grano y elevado contenido de aceite en éste. -- Existen variedades como Humaya 65, CVF-36 y las líneas 13 VF 75-2-9-2-2 y N-4055 (14-2-1)2 que se encuentran en el punto medio ya que -- presentan buen rendimiento y contenido de aceite.

De los 20 genotipos estudiados, la mayoría presenta un contenido de aceite superior a 36%, que es el contenido mínimo requerido por -- la industria para la compra del grano que será utilizado en la ex---

Cuadro (1). Análisis de varianza para la variable rendimiento en Kg/ha. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	4.149381	0.218385	1.69 NS	1.92	2.51
BLOQUES	2	0.16294	0.08147	0.632 NS	3.25	5.21
ERROR	38	4.898684	0.1289127			
TOTAL	59	9.211005				

C.V. = 21.09%

NS Diferencias no significativas

Cuadro (2). Análisis de varianza para la variable contenido de aceite en (%). Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	402.85583	21.202939	59.93 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	0.255805	0.1279025	0.36 NS	3.25	5.21
ERROR	38	13.443265	0.3537701			
TOTAL	59	416.5549				

C.V. = 1.52%

\*\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0.01$

NS Diferencias no significativas



Cuadro 3. Prueba de Duncan para las variables rendimiento en grano y contenido de aceite de 20 genotipos de cártamo sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.

RENDIMIENTO EN GRANO (Kg/ha)			CONTENIDO DE ACEITE		
Genotipo	Media	Grupo	Genotipo	Media	Grupo
1 Ahuey	2131		14	43.63	
2 C-21-9-8	1976		1	42.37	
3 Humaya	1939		12	42.13	
4 CVF-36	1928		19	41.35	
5 Gila	1904		18	40.48	
6 Saffola 208	1904		20	40.28	
7 13VF75-2-9-2-2	1883		3	40.25	
8 (R(1)8xS-202)x(R(1)6xCM793)	1856		4	40.00	
9 8VF75-13-5-1-1	1821		5	39.69	
10 N-4055(14-2-1)2	1777		6	39.60	
11 20VF75-13-1-3-1	1728		17	39.02	
12 PO 16-15-5-1	1699		7	38.97	
13 Kino-76 (RCH)	1684		13	38.54	
14 PO 15-88-5-2	1570		16	38.48	
15 (R(1)8xS-202)x(R(1)4xCM793)	1544		10	38.44	
16 CO 5-9-3	1516		9	37.03	
17 Línea R-Riegos pesados	1451		15	36.85	
18 N-4055 (14-2-1)3	1434		2	36.65	
19 PO 15-88-2-1	1248		8	35.18	
20 PO 15-88-5-1	1039		11	31.96	

P = 0.05

Las medias unidas por medio de la misma línea son estadísticamente iguales entre sí.

REND. ACEITE  
(Kg) (%)

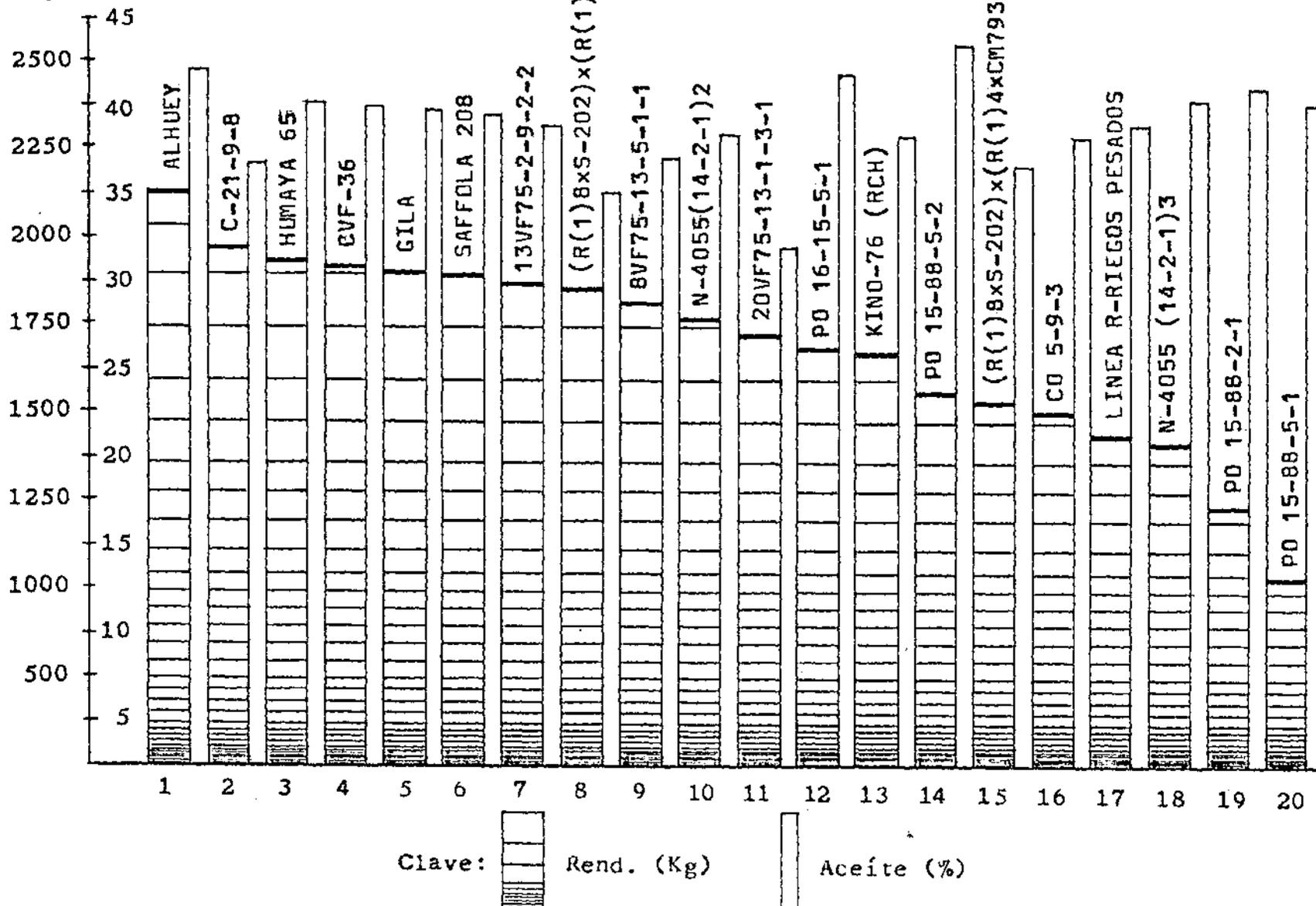


FIG.A Comparación de rendimiento en grano y contenido de aceite de 20 genotipos de cártamo sembrados en Invierno de 1982/83 en el municipio de Pénjamo, Gto.

tracción de aceite comestible, excepto los materiales (R(1)8xS-202)x (R(1)6xCM793) y 20VF75-13-1-3-1 que tuvieron los contenidos de aceite de 35.18 y 31.96 respectivamente (ver fig. A).

Las variables peso de 1000 semillas, peso hectolítrico y porcentaje de semilla vana presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos pero no entre repeticiones (ver cuadros 4,5 y 6). Se puede observar la prueba de Duncan para estas variables (cuadro 7) - del cual se deduce que los genotipos que obtuvieron el mayor peso en 1000 semillas, tendrán también alto peso hectolítrico y por consiguiente un menor % de semilla vana; como es el caso de las líneas -- 20VF75-13-1-3-1, C-21-9-8 y (R(1)8xS-202)x(R(1)4xCM793). Sucediendo lo contrario con los genotipos PO 15-88-5-1, PO 15-88-5-2 y PO 15-88 2-1, que tienen el más bajo peso en 1000 semillas, el más bajo peso hectolítrico y un alto porcentaje de semilla vana.

Cuadro (4). Análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas (grs). Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T.	1%
TRATAMIENTOS	19	583.9608	30.734779	11.15 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	2.17767	1.088835	0.39 NS	3.25	5.21
ERROR	38	104.75013	2.7565824			
TOTAL	59	690.8886				

C.V. = 5.22%

\*\* Diferencias significativas al nivel P = 0.01

NS Diferencias no significativas



Cuadro (5). Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico (grs). Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	0.0584118	0.0030743	5.48 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	0.0026798	0.0013399	2.39 NS	3.25	5.21
ERROR	38	0.021295	0.0005604			
TOTAL	59	0.0828866				

C.V. = 4.08%

\*\* Diferencias significativas al nivel P = 0.01

NS Diferencias no significativas

Cuadro (6). Análisis de varianza para la variable % de semilla vaina. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	1709.6533	89.981754	4.89 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	36.8835	18.44175	1.00 NS	3.25	5.21
ERROR	38	699.0832	18.396926			
TOTAL	59	2445.62				

C.V. = 65.18%

\*\* Diferencias significativas al nivel P = 0.01

NS Diferencias no significativas

Cuadro 7. Prueba de Duncan para las variables peso de 1000 semillas, peso hectolitrico (g) y % de semilla vana de 20 genotipos de cártamo sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.

Genotipo	PESO DE 1000 SEMILLAS		PESO HECTOLITRICO			% DE SEMILLA VANA		
	Media	Grupo	Genotipo	Media	Grupo	Genotipo	Media	Grupo
11 20VF75-13-1-3-1	37.36		11	645		19	21	
2 C-21-9-8	37.04		8	627		20	17	
15 (R(1)8xS-202)x(R(1)4xCM793)	36.31		15	622		14	13	
10 N-4055 (14-2-1)2	35.25		9	613		18	11	
1 Ahuey	33.56		2	597		12	11	
13 Kino-76 (RCH)	32.85		3	588		17	8	
16 CO 5-9-3	32.71		5	587		1	7	
9 8VF 75-13-5-1-1	32.68		7	585		4	7	
3 Humaya 65	32.34		6	584		13	6	
18 N-4055 (14-2-1)3	32.20		1	581		7	4	
5 Gila	32.00		10	580		11	4	
7 13VF75-2-9-2-2	31.60		16	580		15	4	
12 PO 16-15-5-1	30.75		18	574		6	4	
8 (R(1)8xS-202)x(R(1)6xCM793)	30.73		12	571		16	3	
6 Saffola 208	30.06		17	558		10	3	
17 Línea R-Riegos pesados	29.29		4	554		5	3	
4 CVP-36	29.12		13	543		3	3	
20 PO15-88-5-1	27.06		20	542		2	2	
14 PO 15-88-5-2	26.88		14	536		8	2	
19 PO 15-88-2-1	26.13		19	519		9	2	

P= 0.05

Las medias unidas por medio de la misma línea son estadísticamente iguales entre sí.

En lo que respecta a las variables No. de plantas por parcela --- útil, No. de capítulos por planta y diámetro del capítulo, presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos pero no entre repeticiones (ver cuadros 8,9 y 10). De la prueba de Duncan para estas variables (cuadro 11) se puede observar, el grupo de genotipos integrado por la línea P0 15-88-5-2, la variedad Saffola 208 y la línea BVF75-13-5-1-1 que tienen el promedio más alto en cuanto a número de plantas por parcela útil se refiere; manifiestan tener un menor número de capítulos por planta y que su diámetro de capítulo - que varía de 1.81 a 1.88 cm respectivamente, queda establecido en un punto medio dentro de la clasificación para esta variable. Si se observa el genotipo P0 15-88-5-1 que obtuvo el más bajo promedio en -

Cuadro (8). Análisis de varianza para la variable número de plantas por parcela útil. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5% F.T. 1%	
TRATAMIENTOS	19	134271.63	7066.9279	6.25 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	64.1	32.05	0.03 NS	3.25	5.21
ERROR	38	42922.57	1129.5413			
TOTAL	59	177258.3				

C.V. = 19.33%

\*\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0.01$

NS Diferencias no significativas



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Cuadro (9). Análisis de varianza para la variable número de capítu los por planta, Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	1173.1833	61.746491	3.89 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	63.432	31.716	2.00 NS	3.25	5.21
ERROR	38	601.6747	15.833545			
TOTAL	59	1838.29				

C.V. = 24.83%

\*\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0.01$

NS Diferencias no significativas

Cuadro (10). Análisis de varianza para la variable diámetro de capi tulos, Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	0.6667667	0.035093	3.23 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	0.008405	0.0042025	0.38 NS	3.25	5.21
ERROR	38	0.4129283	0.0108665			
TOTAL	59	1.0881				

C.V. = 5.54%

\*\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0.01$

NS Diferencias no significativas



Cuadro 11. Prueba de Duncan para las variables número de plantas por parcela útil, capítulos por planta, y diámetro del capítulo de 20 genotipos sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.

<u>No. DE PLANTAS POR PARCELA UTIL</u>			<u>CAPITULOS POR PLANTA</u>			<u>DIAMETRO DEL CAPITULO</u>		
<u>Genotipo</u>	<u>Media</u>	<u>Grupo</u>	<u>Genotipo</u>	<u>Media</u>	<u>Grupo</u>	<u>Genotipo</u>	<u>Media</u>	<u>Grupo</u>
14 PO 15-88-5-2	272		20	31		1	2.13	
6 Saffola 208	238		8	22		13	2.01	
9 8VF75-13-5-1-1	218		11	22		10	2.00	
2 C-21-9-8	200		10	17		3	1.98	
16 CO 5-9-3	192		19	16		18	1.96	
10 N-4055(14-2-1)2	190		18	16		16	1.93	
8 (R(1)8xS-202)x(R(1)6xCM793)	188		2	16		20	1.93	
7 13VF75-2-9-2-2	187		12	16		17	1.92	
12 PO 16-15-5-1	186		1	15		2	1.90	
13 Kino-76 (RCH)	185		17	15		19	1.90	
5 Gila	182		13	14		9	1.88	
17 Línea R-Riegos pesados	179		15	14		6	1.88	
4 CVP-36	170		5	14		4	1.86	
15 (R(1)8xS-202)x(R(1)4xCM793)	168		4	14		7	1.85	
1 Alhuey	158		7	14		14	1.81	
11 20VF75-13-1-3-1	145		14	13		5	1.81	
3 Humaya 65	143		16	13		15	1.79	
19 PO 15-88-2-1	116		3	13		8	1.77	
18 N-4055(14-2-1)3	109		6	12		11	1.72	
20 PO 15-88-5-1	42		9	12		12	1.66	

P = 0.05

Las medias unidas por medio de la misma línea son estadísticamente iguales entre sí.

No. de plantas, tiene el más alto promedio en No. de capítulos por planta, y su diámetro de 1.93 cm, es estadísticamente igual que los anteriores según la prueba de Duncan. Por otro lado analizando la variedad Alhuey que fué la que obtuvo más alto rendimiento en grano en forma aritmética, aunque estadísticamente igual a la gran mayoría y con buen contenido de aceite, tuvo en promedio 158 plantas por parcela quedando ubicada en el 3er. grupo de su clasificación y con 15 capítulos (promedio) por planta, logró el diámetro mayor en capítulos en base a la prueba de Duncan.

De lo anterior se puede mencionar que existe una relación proporcional en lo que se refiere a número de plantas por parcela, y cantidad de capítulos por planta, así como un determinado diámetro (mayor o menor) del mismo. Dicho de otra manera, a mayor número de plantas por unidad de superficie se tiene una mayor competencia (por los nutrientes y la luz) entre plantas. En el caso de cártamo se reduce la ramificación y por consiguiente el número de capítulos ya que cada rama da lugar a un capítulo, y su diámetro también dependera de estas condiciones.

El análisis de varianza para la altura media de plantas (cuadro 12) indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos y no significativas para repeticiones; lo que pone de manifiesto que la diferencia de alturas es una característica propia de cada variedad. En el cuadro 13 se muestran algunas características agronómicas de los materiales en estudio considerando valores mínimos y máximos, teniendo en éste que la altura media de planta varió de 49 a 80 cm con la línea 20 VF75-13-1-3-1 y la variedad Kino-76 (RCH) respec-

Cuadro (12). Análisis de varianza para la variable altura media de plantas a madurez fisiológica. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	2893.57	152.29316	4.49 **	1.92	2.51
BLOQUES	2	119.375	59.6875	1.76 NS	3.25	5.21
ERROR	38	1288.225	33.900658			
TOTAL	59	4301.17				

C.V. = 8.32%

\*\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0.01$

NS Diferencias no significativas



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Cuadro 13 Características agronómicas de 20 genotipos de cártamo sembrados en Diciembre de 1982 en Pénjamo, Gto.

Genotipo	Altura de la planta (cm)	Días a formación del capítulo	Días a primera flor	Días a madurez fisiológica
1 Alhuey	77	120*	133	177
2 C-21-9-8-	74	126	134	178
3 Humaya 65	74	124	134	174
4 CVF-36	73	127	136	176
5 Gila	71	124	134	173
6 Saffola 208	75	124	131*	175
7 13VF75-2-9-2-2	69	124	136	177
8 (R(1)8xS-202)x(R(1)6xCM793)	68	125	133	171*
9 8VF75-13-5-1-1	57	122	134	174
10 N-4055(14-2-1)2	73	126	134	176
11 20VF75-13-1-3-1	49*	123	133	173
12 PO 16-15-5-1	72	125	134	177
13 Kino-76 (RCH)	80**	126	136	181**
14 PO 15-88-5-2	73	127	136	179
15 (R(1)8xS-202)x(R(1)4xCM793)	63	123	131	173
16 CO 5-9-3	71	125	136	177
17 Línea R-Riegos pesados	76	124	133	171*
18 N-4055(14-2-1)3	73	123	138**	181**
19 PO 15-88-2-1	67	128**	138**	176
20 PO 15-88-5-1	64	127	138**	178

\* Valores mínimos

\*\* Valores máximos



tivamente; en un análisis global de esta variable se considera que los genotipos en general obtuvieron poca altura en relación a la normal tal vez debido al contenido de sales y poca humedad del suelo. Ya que la altura de la planta está determinada por factores tales como fecha de siembra, variedad, fertilidad del suelo, contenido de sales y humedad del mismo. (D.F. Beech).

Sin embargo comparando las variedades estudiadas con las líneas se observa que las primeras tuvieron tendencia a presentar mayor altura de plantas.

En los días a formación del capítulo no existieron diferencias -- significativas según el análisis de varianza (ver cuadro 14); pero -- comparando valores mínimos y máximos, el mínimo lo obtuvo la variedad Alhuey con 120 días y el máximo fué para la línea PO 15-88-2-1 -- con 128 días (cuadro 13).

En lo que respecta a días a primera flor (cuadro 15) se manifestaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre repeticiones según el análisis de varianza practicado para ésta variable; lo que explica tal vez éstas diferencias, es que aquí en ésta etapa de floración se ponen de manifiesto las características de variedades; y por otro lado que puede existir en el suelo algún gradiente de fertilidad que afectó los bloques, además la diferencia de contenido de humedad que pudiera tener en base a su textura y pendiente de ésta. En cuanto al valor mínimo lo obtuvo la variedad Saffola 208 con 131 días y el valor máximo con 138 días lo obtuvieron las líneas N-4055(14-2-1)3, PO 15-88-2-1 y PO 15-88-5-1 (ver cuadro 13).

Cuadro (14). Análisis de varianza para la variable días a formación del capítulo. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	217,65	11,455263	1,81 NS	1,92	2,51
BLOQUES	2	3,9	1,95	0,31 NS	3,25	5,21
ERROR	38	240,1	6,3184211			
TOTAL	59	461,65				

C.V. = 2,01%

NS Diferencias no significativas



Cuadro (15). Análisis de varianza para la variable días a primera flor. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	257,2333	13,538595	2,88 **	1,92	2,51
BLOQUES	2	60,4	30,2	6,43 **	3,25	5,21
ERROR	38	178,2667	4,6912289			
TOTAL	59	495,9				

C.V. = 1,6%

\*\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0,01$

En cuanto al período de madurez fisiológica se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo con el análisis de varianza realizado (ver cuadro 16). Comparando los valores mínimos con los máximos de esta variable en el cuadro 13, las líneas (R(1)8xS-202)x(R(1)6xCM793) y línea R-Riegos pesados obtuvieron el mínimo con 171 días, y los valores máximos fueron para la variedad Kíno 76 (RCH) y la línea N-4055(14-2-1)3 con 181 días. Esto manifiesta que las primeras son más precoces que las segundas.

#### 4.3. Análisis de correlación.

Dentro de las correlaciones sobresalientes según se observa en el cuadro 17, el rendimiento en grano estuvo correlacionado significativamente y positivamente con el diámetro del capítulo y el peso hectolítrico; además tuvo una correlación altamente significativa y negativa con el porcentaje de semilla vana. Por lo que estas variables se pueden considerar como indicadores de rendimiento; de tal manera que -- las plantas con capítulos más grandes y cuya semilla tenga elevado peso hectolítrico y un bajo porcentaje de semilla vana darán los mayores rendimientos por unidad de superficie.

Para el contenido de aceite se encuentran correlaciones positivas y altamente significativas con altura media de plantas y con porcentaje de semilla vana, también en forma significativa con días a madurez fisiológica; además, se observaron correlaciones altamente significativas y negativas entre el contenido de aceite con las variables peso de 1000 semillas y peso hectolítrico, en forma significativa y negativa con número promedio de capítulos por planta; por lo que --

Cuadro (16). Análisis de varianza para la variable días a madurez fisiológica. Invierno 1982/83 Pénjamo, Gto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	19	489.6	25.768421	2.02 *	1.92	2.51
BLOQUES	2	15.05	7.525	0.59 NS	3.25	5.21
ERROR	38	482.95	12.709211			
TOTAL	59	987.6				

C.V. = 2.02%

\* Diferencias significativas al nivel  $P = 0.05$

NS Diferencias no significativas



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

Cuadro 17. Indices de correlación sobresalientes para las variables estudiadas.

Rendimiento vs peso hectolítrico	0.33253*
Rendimiento vs porcentaje de semilla vana	-0.51359**
Rendimiento vs diámetro de capítulo	0.26779*
Contenido de aceite vs No. promedio de capítulo por planta	-0.32752*
Contenido de aceite vs altura media de planta	0.51575**
Contenido de aceite vs días a madurez fisiológica	0.29416*
Contenido de aceite vs peso de 1000 semillas	-0.42573**
Contenido de aceite vs peso hectolítrico en g	-0.57003**
Contenido de aceite vs porcentaje de semilla vana	0.43919**
Peso de 1000 semillas vs peso hectolítrico	0.61134**
Peso de 1000 semillas vs número de plantas por parcela	-0.28586*
Peso de 1000 semillas vs No. promedio de capítulos por planta	0.27084*
Peso de 1000 semillas vs días a formación del capítulo	-0.27396*
Peso hectolítrico vs No. promedio de capítulo por planta	0.34182**
Peso hectolítrico vs altura de planta a madurez fisiológica	-0.37633**
Peso hectolítrico vs días a formación del capítulo	-0.46109**
Peso hectolítrico vs días a primera floración	-0.46784**
Peso hectolítrico vs días a madurez fisiológica	-0.27368*
Número de plantas por parcela vs promedio de capítulo por planta	-0.27912*
Altura media de planta vs diámetro del capítulo	0.38368**
Altura media de planta vs días a madurez fisiológica	0.41282**

\*\* Significativo a una probabilidad de 0.01

\* Significativo a una probabilidad de 0.05



plantas más altas, con un número reducido de capítulos y con ciclo - tardío serán las que presentan mayores concentraciones de aceite en grano, aunque también parece existir una alta concentración de éste con las plantas que presentaron un alto porcentaje de grano vano; -- por otro lado las semillas más pesadas presentarán menor contenido - de aceite tal vez por tener éstas cascara más gruesa.

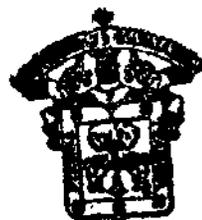
El peso de 1000 semillas está significativamente correlacionado - en forma negativa con número de plantas por parcela y días a forma-- ción del capítulo y en forma positiva con el número promedio de capí-- tulos por planta, además en forma positiva y altamente significativa con peso hectolítrico, esto indica que para la síntesis de algunos - componentes de la semilla existió competencia entre plantas en la ob-- tención de algunos nutrientes del suelo; de tal forma que las semi-- llas que tengan un mayor peso serán las que provengan de plantas que tuvieron una menor competencia entre sí, además se vieron favoreci-- das con un mayor número de capítulos y los días a la formación de - éstas fueron en fechas más precoces.

El peso hectolítrico estuvo altamente correlacionado negativamen-- te con altura media de planta, días a formación del capítulo, días a primera flor y días a madurez fisiológica; y en forma positiva con - el número de capítulos por planta, es decir que las plantas de ciclo tardío y menor número de capítulos por planta presentaron el menor - peso hectolítrico.

Existió una correlación negativa entre número de plantas por par-- cela y promedio de capítulos por planta, esto es debido a que cuando

la densidad de población aumenta, la competencia entre plantas por los nutrientes es mayor y por consiguiente la formación de capítulos y materia verde en cada planta disminuiría.

La altura de planta se correlacionó altamente en forma positiva con el diámetro del capítulo y los días a madurez, esto puede estar relacionado con la capacidad de las plantas altas para optimizar los procesos fisiológicos y así obtener mayor tamaño de capítulo y por utilizar más días en la formación de tallo y follaje el período en que alcanza su madurez se prolonga.

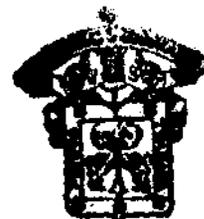


ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## 5. CONCLUSIONES

- 1) Dado el desarrollo fisiológico y en general el comportamiento -- agronómico que presentaron la mayoría de los genotipos de cártamo es factible el establecimiento del cultivo bajo las condiciones de clima y suelo existentes en la zona.
- 2) De las variedades y líneas estudiadas las que presentaron mejores características por rendimiento en grano fueron: ALHUEY, C-21-9-8 HUMAYA 65, CVF-36, GILA y SAFFOLA 208 con valores que variaron de 1904 Kg/ha a 2131 Kg/ha, aún cuando estadísticamente mediante el análisis de varianza y la prueba de Duncan, no existieron diferencias significativas entre ellas.
- 3) En lo que respecta a contenido de aceite, éste varió de 31.96 a 43.63%, en donde el valor más bajo corresponde al genotipo 20 VF\_75-13-1-3-1 y el más alto al genotipo PB 15-88-5-2, los cuales -- son estadísticamente diferentes.
- 4) Los genotipos que obtuvieron en general un mejor comportamiento -- en cuanto a rendimiento en grano y contenido de aceite fueron las variedades ALHUEY con 2131 Kg/ha y 42.37% de aceite, HUMAYA 65 -- con 1939 Kg/ha y 40.25% de aceite, CVF-36 con 1928 Kg/ha y 40.00% de aceite, GILA con 1904 Kg/ha y 39.69% de aceite y SAFFOLA 208 -- con 1904 Kg/ha y 39.60% de aceite. Todos los rendimientos son superiores a la media nacional que para 1982 fué de 1302 Kg/ha. Y el contenido de aceite resultó superior al 36% que es el mínimo -- aceptable para su industrialización.

- 5) En las variedades hubo tendencia a presentar menor número de capítulos por planta, mayor altura de planta, menor número de plantas por parcela útil y mayor rendimiento.
- 6) Los genotipos con mayor número de plantas por parcela útil tuvieron menor número de capítulos por planta, y los genotipos con mayor altura de planta presentaron capítulos de mayor diámetro y ciclo vegetativo más largo.
- 7) Entre las correlaciones más importantes, el rendimiento en grano se correlacionó positivamente con el diámetro del capítulo y el peso hectolítrico y en forma negativa con el porcentaje de semilla vana.
- 8) El contenido de aceite se correlacionó positivamente con altura media de plantas, con porcentaje de semilla vana y con días a madurez fisiológica, además en forma negativa con peso de 1000 semillas, con peso hectolítrico y con número promedio de capítulos por planta.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## 6. LITERATURA CITADA

1. Abel, G.R. 1976. Relationships and uses of yield components in - safflower breeding. *Agronomy journal* 68 (3).
2. Beech, D.F. 1969. El cártamo. *Field Crop Abstracts* vol.22 núm.2. Traducción al español por Montes, M.J. 1974. -- Chapingo, Méx.
3. Céspedes, T.E. y R.O. Zolezzi. 1982. Guía para cultivar cártamo de riego en las Huastecas SARH-INIA-CIACON-CAE\_ HUAS. Folleto para productores núm.5.
4. Cazares, G.L.R. 1982. Introducción y adaptación del cultivo de - cártamo, en la región de Huáscato, Jal. mpio. - de Degollado. Tesis profesional Fac. de Agric. de la U. de G.
5. Demir, I.N. Aydes and R. Marquard. 1978. Fatty acid Pattera and tocopherol content as criteria for distinguish- ing Carthamus species found in Turkey. *Ange -- andie Botank* 52 (5/6) 313-319.
6. DGEA-SARH - 1975-83. Información Agropecuaria y Forestal. México D.F.
7. ----- 1981. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

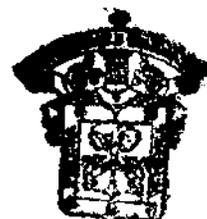
8. ----- 1983. Econotecnia Agrícola. Vol.VII. núm.9.
9. ----- 1983. Agenda Agropecuaria y Forestal. México, D.F.
10. Horwitz, W. et al. 1975. Official methods of analysis of the ---  
association of official analytical chemists ---  
(AOAC). Washington. 1094 p.
11. Joseph, N.P. 1973. Resonancia Magnética Nuclear de Hidrógeno. Mo-  
nografía núm.9. Programa Regional de Desarrollo  
Científico y Tecnológico. Departamento de Asun-  
tos Científicos. Secretaría General de la Orga-  
nización de los Estados Americanos. 109 p.
12. Knowles, F.P. y Milton, D.M. 1965. Cártamo. circular ---- Direc-  
ción de Ciencias Agrícolas, Universidad de Cali-  
fornia. Departamento de Agricultura de los E.U.  
de A. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia  
para el Desarrollo Internacional (A.I.D.).
13. Ley Q.J.E. y M.G. Valle. 1983. Guía para producir cártamo en el  
Valle de Sto. Domingo. SARH-INIA-CIAPAN-CAESTOD  
Folleto para productores núm.4.
14. Makne, V.G.; Patil, V.D. and Chaundhari, V.P. 1979. Genetic va-  
riability and character association in safflo-  
wer. Indian Journal of Agricultural Sciences --  
(1979) 49 (10) 766-768.

15. M. Little, T. y Jackson, H.F. 1981. Metodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. trillas.
16. Newport oxford Instruments. 1972. Newport analyser MK-111. User Handbook. England. 57 p.
17. Patil, V.A. and Jadhav, B.B. 1977. Basis for varietal differences in yield of safflower. Indian Journal of Agricultural Sciences 47 (2) 74-76.
18. Pérez, G.R. 1977. Determinación de parcela útil experimental (competencia varietal) para cártamo, cacahuete y ajonjolí, bajo condiciones de humedad residual en el caesín. Tesis profesional Fac. de Agric. de la U. de G.
19. Quilantan, V.L. y Pérez, G.R. 1979. Correlaciones entre caracteres agroeconómicos del cártamo Carthamus tinctorius L. bajo régimen de humedad residual en la costa de Nayarit. Agric. Tec. Mec. 5(2) 105-116
20. Rao, V.R. and Ramachandram, M. 1979. Stability parameters for yield and its components in safflower. Mysore Journal of Agricultural Sciences 8(3) 297-309.
21. Robles, S.R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Ed. Limusa pp. 332-357.
22. Robles, M.J.J. y Nava, V.J. 1983. El cultivo de cártamo en la --

Ciénega de Chapala. SARH-INIA-CIAB-CAEJAL. Folleto para productores núm.5.

23. UACH. 1983. Revista Chapingo. Volumen VIII, núm.42 189 p.

24. -----, 1965. El cártamo, circular núm.532. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.).



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

7. A P E N D I C E

PRODUCCION NACIONAL DE CARTAMO  
EN MILES DE TONELADAS  
DE (1960-1982)



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

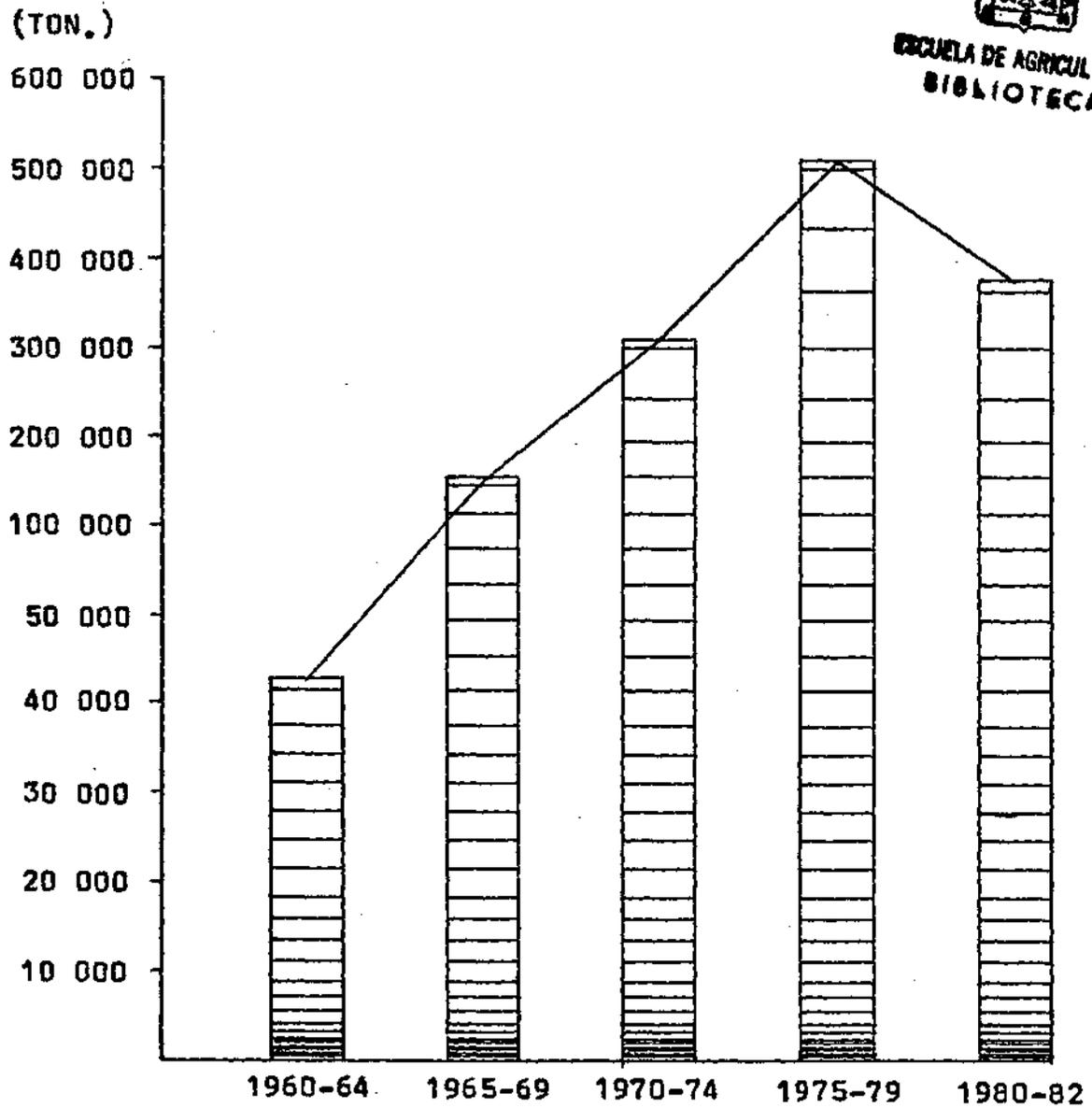
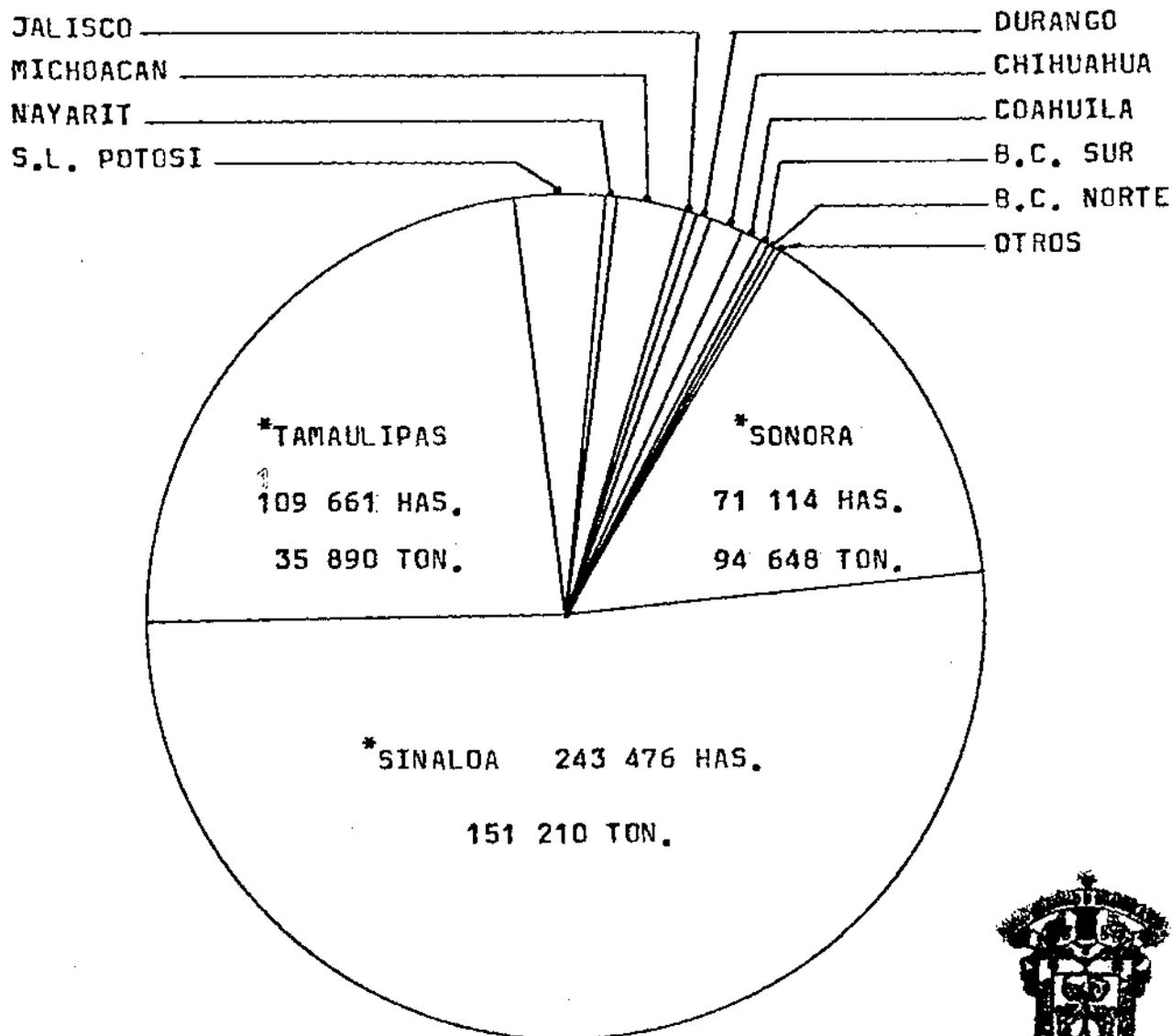


FIG.1 Comparación de la producción nacional de cártamo, promedio registrado de c/5 años durante el período de (1960-1982).

\* FUENTE: ECONOTECNIA AGRICOLA. DGEA-SARH 1983.

EL CULTIVO DE CARTAMO EN DIFERENTES ENTIDADES  
(SUP. EN HAS.).



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

FIG.2 Entidades y superficie en has dedicadas al cultivo de -  
cártamo. En la que se puede observar a los estados \*más  
importantes por su área y volumen de producción, 1981.

\* FUENTE: ANUARIO ESTADISTICO DE LA PRODUCCION AGRICOLA DE -  
LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. DGEA-SARH, 1981.

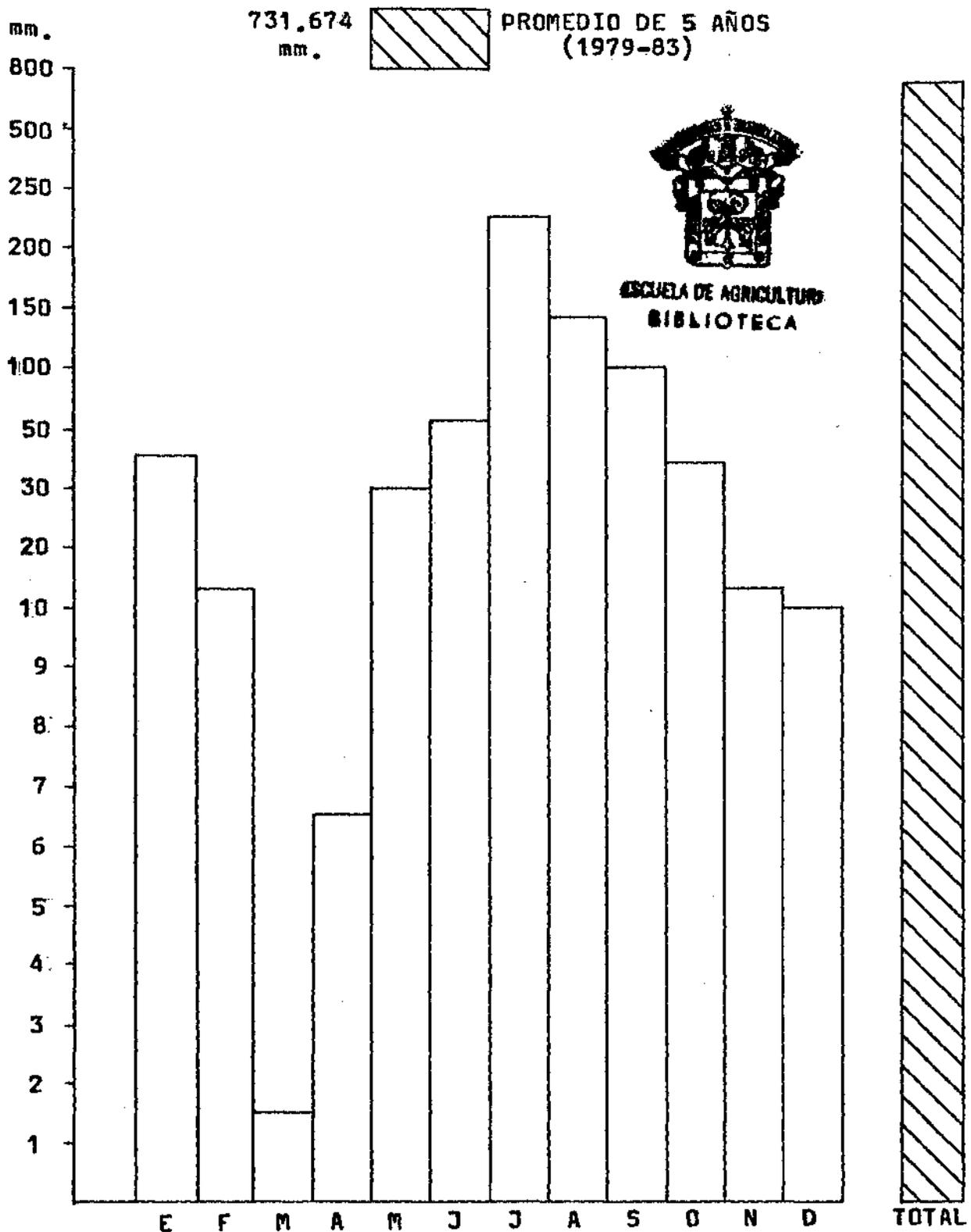


FIG.3 Comparación de la precipitación promedio, mensual y total de 5 años (1979-1983) registrada en la estación climatológica - de la presa Insurgente Mariano Abasolo, situada en San Antonio de Aceves mpio. de Pénjamo, Gto., obteniendo una precipitación media anual de 731.674 mm.

\*FUENTE: SARH. PENJAMO, GTO.

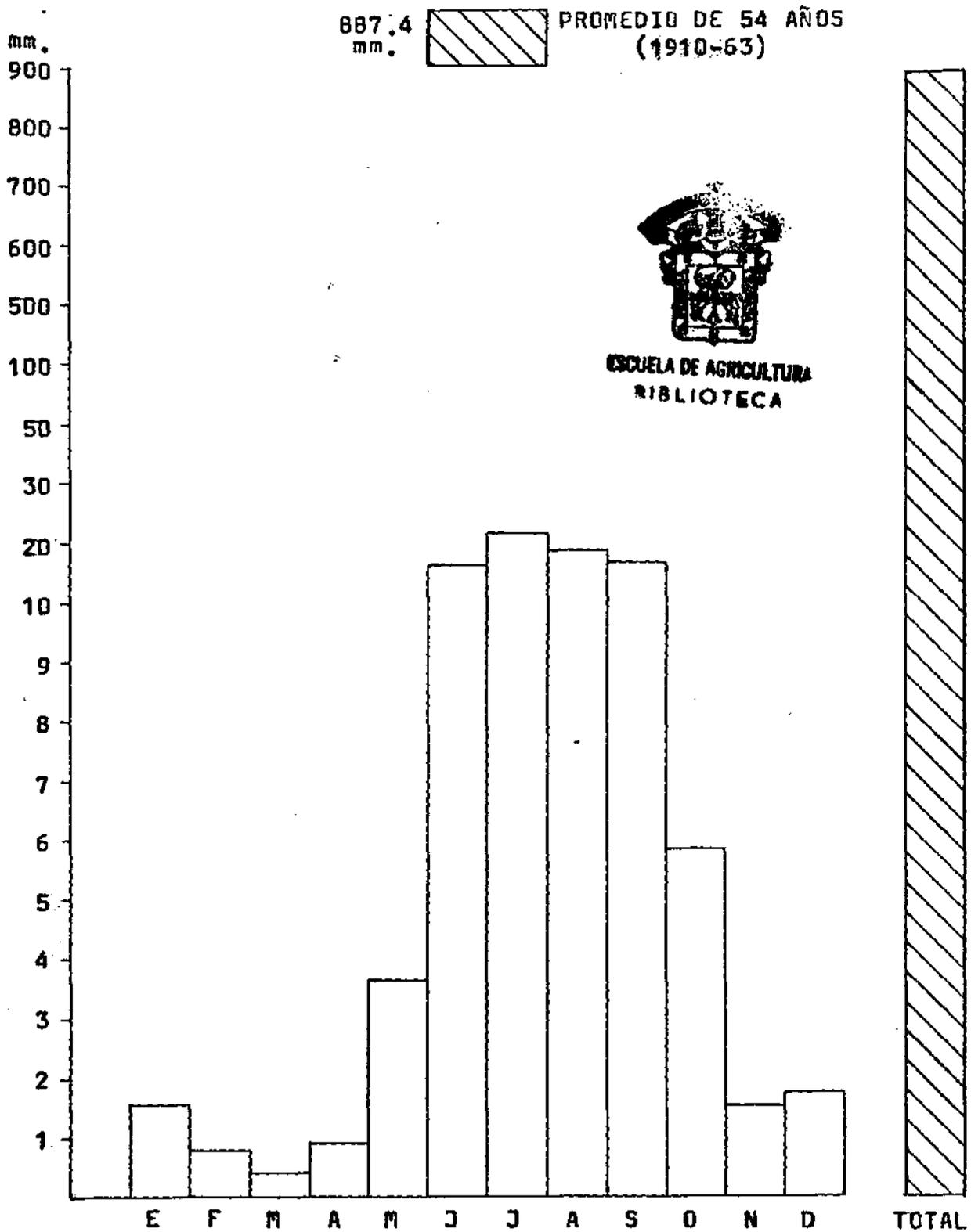
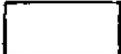


FIG.4 Comparación de la precipitación promedio, mensual y total de 54 años (1910-1963) obtenida de la estación climatológica de la Piedad, Mich. Los cuales no difirieron significativamente de la estación climatológica de Pénjamo, Gto., obteniendo una precipitación media anual de 887.4 mm.

\* FUENTE: SARH LA PIEDAD, MICH.

temperatura PROMEDIO DE 12 AÑOS (1971-83)

9.39 °C  temp. mínima.

19.55 °C  temp. media

29.71 °C  temp. máxima



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

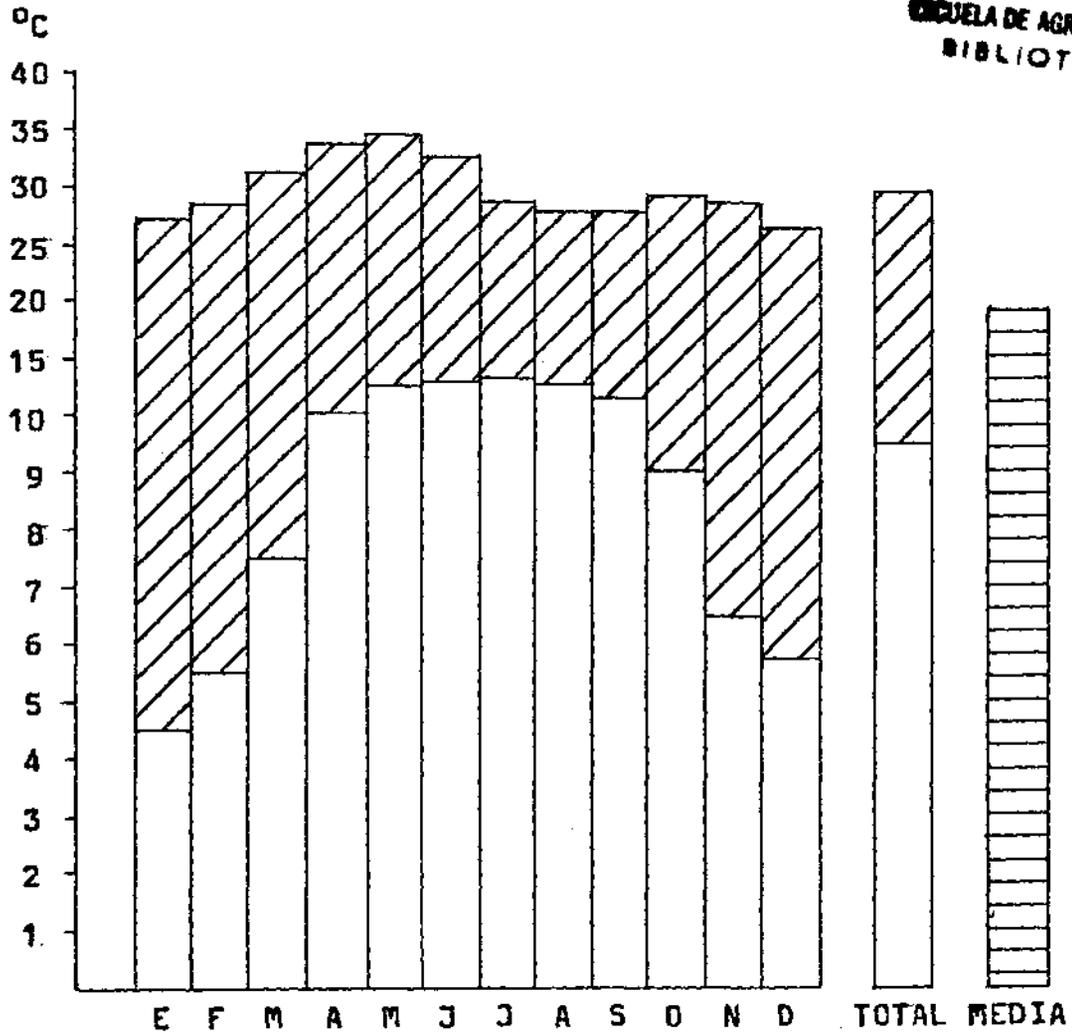


FIG.5 Comparación de la temperatura promedio, mensual y total de 12 años (1971-1983) registrada en la estación climatológica de la presa Insurgente Mariano Abasolo, situada en San Antonio de Aceves mpio. de Pánjamo, Gto., obteniendo temperaturas medias anuales de 9.39, 19.55 y 29.71 °C respectivamente.

\* FUENTE: SARH PENJAMO, GTO.

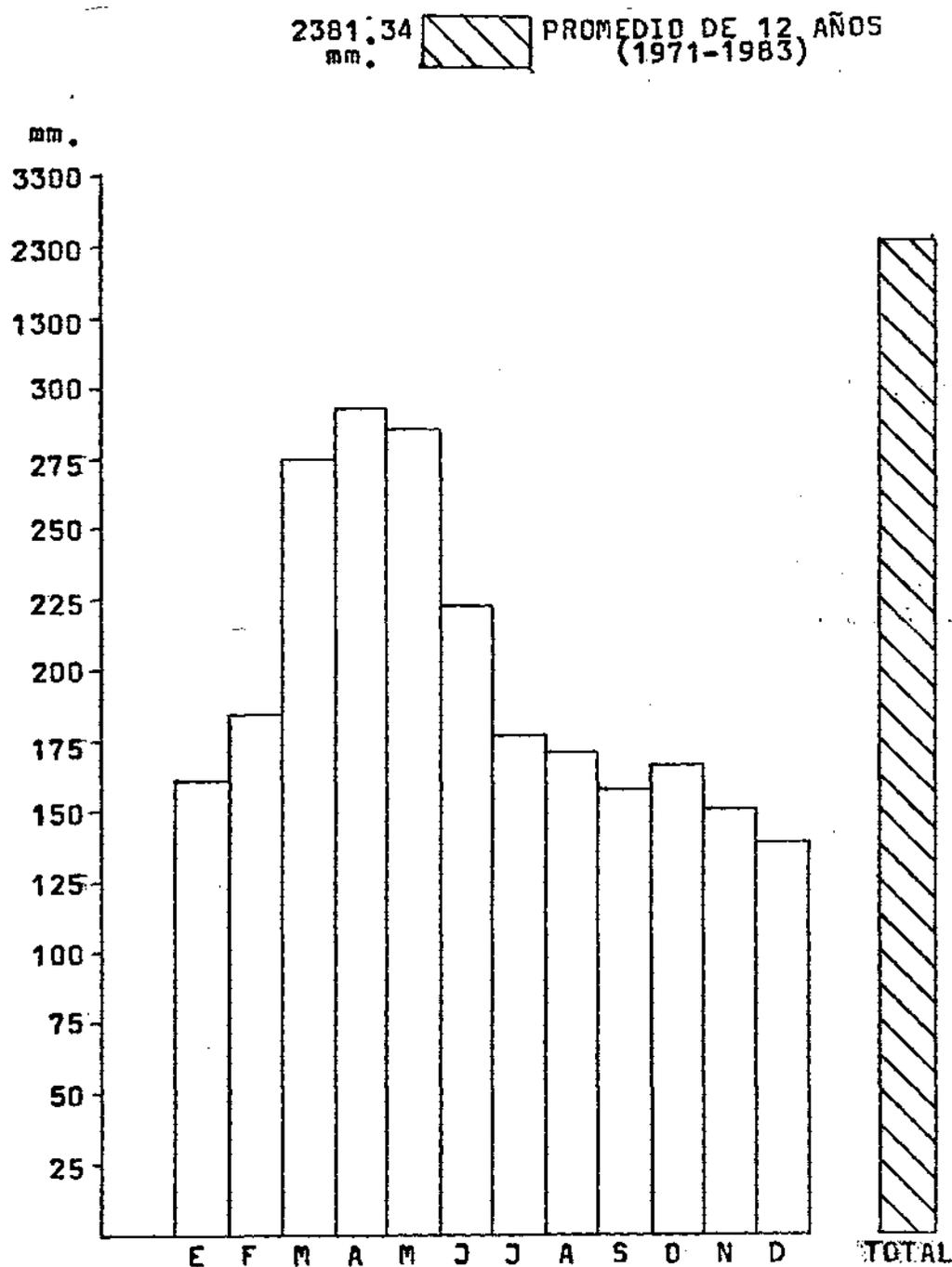


FIG.6 Comparación de la evaporación promedio, mensual y total de 12 años (1971-1983) registrada en la estación climatológica de la presa Insurgente - Mariano Abasolo, situada en San Antonio de Aceves mpic. de Pénjamo, Gto., obteniendo una evaporación anual de 2381.34 mm.

\* FUENTE: SARH

PENJAMO, GTO.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA