

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE SIETE VARIEDADES Y
DOS HIBRIDOS DE GIRASOL (Helianthus annuus L.) EN
LA LOCALIDAD DE MARIN, N. L. MP87"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

AMALIO CARDONA RODRIGUEZ

MARIN, N. L.

JULIO DE 1989

T

SB299

.S9

C3

c.1



1080061062

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE SIETE VARIEDADES Y
DOS HIBRIDOS DE GIRASOL (Helianthus annuus L.) EN
LA LOCALIDAD DE MARIN, N. L. MP67"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

AMALIO CARDONA RODRIGUEZ

MARIN, N. L.

JULIO DE 1989

09845^m


Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis


BU Raúl Rangel Fitas
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

T/
5B299
.59
.C3

040.635
FA 11
1989
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

"Comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol
(Helianthus annuus L.) en la localidad de Marín, N.L. MP87".

Tesis que presenta AMALIO CARDONA RODRIGUEZ como requisito parcial para
obtener el título de INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

COMITE SUPERVISOR:



Ing. M.C. José Luis J. Guzmán Rodríguez
Asesor Principal



Ing. M.Sc. José Elías Treviño Ramírez
Asesor Auxiliar



Ing. M.C. Nahúm Espinosa Moreno
Asesor Estadístico

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Rogelio Cardona Vargas
Sra. Esperanza Rodríguez de Cardona

Gracias por su constante estímulo y apoyo que me brindaron durante el transcurso de la carrera, permitiéndome que llegara a la culminación de mis estudios.

A MIS HERMANOS:

Celia
Martha
Clarisa
Guillermina
Elena
Mario
Rogelio
Juan Carlos

Por su continua ayuda y comprensión, manteniendo un ambiente agradable y unidad familiar en los momentos difíciles.

A MIS ABUELOS:

Sr. Roque Cardona†
Sra. Clementina Vargas†
Sr. Amalio Rodríguez†
Sra. María Resendez†

Que siempre estuvieron presentes e influyeron de una manera crucial en la conclusión de mis estudios.

A MIS CUÑADOS Y SOBRINOS:

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la UANL.

Por darme las facilidades necesarias para la realización de este estudio. Además de brindarme sus conocimientos, proporcionandome así las herramientas necesarias para desarrollarme profesionalmente en la vida.

Al Ing. M.C. José Luis Javier Guzmán Rodríguez

Que gracias a su acertada y adecuada asesoría durante el desarrollo del trabajo, se cumplió con los propósitos perseguidos.

Al Ing. M.C. José Elias Treviño e Ing. M.C. Nahúm Espinosa Moreno

Por su revisión acertada y observaciones señaladas durante la elaboración y escrito de este trabajo.

Al Grupo S.R. Generación 83-87

Compañeros con los que viví momentos y experiencias agradables.

A la Srita. Ma. Elena Serrato Arguello

Por su cariño y comprensión.

A los compañeros de estudio, que de una manera u otra influyeron para la realización del presente trabajo.

César Serrato T.
Roberto Padilla L.
Gabino Nerio R.
Baltazar Alcalá S.
Héctor Acosta D.
Daniel Acosta D.
Luis Pérez H.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.	1
II. LITERATURA REVISADA.	3
2.1. Importancia Económica.	3
2.2. Centro de Origen.	4
2.3. Clasificación Taxonómica.	4
2.4. Descripción de la Planta.	5
2.5. Manejo del Cultivo.	7
2.6. Condiciones Ecológicas Requeridas por el Cultivo.	10
2.7. Composición de la Semilla e Influencia de las Condi- ciones de Ambiente y Cultivo sobre la Formación y Acumula- ción de Aceite y de las Proteínas.	12
2.8. Concepto de Variabilidad.	13
2.9. Aclimatación y Adaptación.	14
2.10. Interacción del Medio Ambiente con el Cultivo.	15
2.11. Trabajos Relacionados con la Evaluación de Materiales de Girasol.	16
2.12. Correlaciones Encontradas entre el Rendimiento de Semi- lla y los Caracteres Agronómicos más Importantes en Gira- sol.	20
III. MATERIALES Y METODOS.	24
IV. RESULTADOS.	34
V. DISCUSION.	45
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	53
VII. RESUMEN.	55
VIII. BIBLIOGRAFIA.	57
IX. APENDICE.	60

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS DEL APENDICE

Figura		Página
1	Gráfica de temperaturas y precipitaciones que se registraron durante el establecimiento del cultivo en el campo.	61
Tabla		
1	Croquis del experimento del comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol, mostrando las dimensiones del área experimental y la distribución de los tratamientos en las parcelas.	62
2	Equivalencia simbólica de los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol, en la localidad de Marín, N.L. MP87.	63
3	Estadísticos más importantes de los caracteres estimados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	64
4	Concentración de los valores promedio para todos los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	65
5	Concentración de los cuadrados medios de las tablas de ANVA para los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	66
6	Comparación de medias para diámetro de tallo en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método del DMS a un nivel de significancia de .05.	67

7	Comparación de medias para diámetro de capítulo en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87 utilizando el método DMS a un nivel de significancia de .05.	68
8	Comparación de medias para semillas por capítulo en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87 utilizando el método DMS a un nivel de significancia de .05.	69
9	Comparación de medias para peso de cien semillas en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método DMS a un nivel de significancia de .05.	70
10	Comparación de medias para altura de planta en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.	71
11	Comparación de medias para número de hojas totales en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.	72
12	Comparación de medias para días a floración en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método DMS a un nivel de significancia de .05.	73
13	Comparación de medias para días a madurez fisiológica en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.	74

14	Comparación de medias para días a madurez comercial en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método del DMS a un nivel de significancia de .05.	75
15	Concentración de los coeficientes de correlación encontrados entre los caracteres analizados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	76
16	Concentración del análisis de varianza en la regresión múltiple de rendimiento con los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	77
17	Concentración del análisis de varianza en la regresión múltiple de rendimiento con los caracteres morfológicos considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	78
18	Concentración del análisis de varianza en la regresión múltiple del rendimiento con los caracteres fisiológicos considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.	79
19	Sentido de las correlaciones encontradas en el rendimiento de semilla y algunos caracteres independientes analizados en diversos trabajos.	80

I. INTRODUCCION

El girasol (Helianthus annuus L.) es uno de los cultivos cuya producción a escala comercial es relativamente reciente.

Muchos técnicos, economistas e industriales consideran que el cultivo de girasol es de gran importancia en la agricultura comercial de México, ya que nuestro país año con año ha venido incrementando las importaciones de oleaginosas o de aceites para satisfacer su consumo interno. Las necesidades de mayor producción crecerán continuamente como resultado del crecimiento de la población y del consumo per cápita, y por lo tanto, se requiere de cultivos cada vez más eficientes en la producción de aceite por unidad de superficie, entre los cuales destaca el girasol, del cual gracias a la investigación se ha logrado desarrollar variedades e híbridos con mayor potencial de rendimiento tanto en semilla como en aceite (26).

Dentro del marco de las oleaginosas producidas en México, el girasol es la especie que se considera con mayores probabilidades de expansión a corto plazo por su gran área de adaptación, su susceptibilidad a la mecanización y la facilidad de su cultivo.

A nivel mundial, el girasol es actualmente el segundo cultivo en importancia por su producción de aceite y se espera que en un lapso relativamente corto se coloque como el número uno entre oleaginosas cultivadas (26).

Potencialmente, el girasol se considera como un cultivo que podría sembrarse en una superficie de más de un millón de hectáreas en condiciones de temporal, humedad residual o riego. Ya que el cultivo ofrece ciertas ventajas como son su tolerancia a la sequía por la capacidad de su sistema radicular para penetrar a mayores profundidades, las características de rusticidad que presenta en cuanto a tolerancia a bajas temperaturas en estado de plántula (-4 a -5°C), lo que se traduce en una gran área de adaptación del cultivo en diversas condiciones ecológicas de nuestro país (25).

La importancia económica del cultivo, radica en que prácticamente se aprovecha toda la planta; sus semillas para la extracción de aceite de alta calidad, la pasta o torta residual de este proceso se emplea en la formulación de concentrados para ganadería y avicultura, por su naturaleza de gran riqueza protéica. No obstante la demanda de aceite de girasol de alta calidad ha aumentado recientemente por la preocupación por el consumo bajo de colesterol, debido a que tiene un alto porcentaje de ácidos grasos no saturados (poli-insaturados) e interesa particularmente a quienes tienen que ver con enfermedades del corazón y los niveles de colesterol en la sangre (2).

Por lo anteriormente señalado, el objetivo de este trabajo consiste en evaluar siete variedades y dos híbridos de girasol, bajo las condiciones ambientales de la localidad y determinar los materiales más viables para su explotación comercial, considerando su producción y diversas características agronómicas como son el diámetro de capítulo, semillas por capítulo, peso de cien semillas y días a madurez comercial entre las más importantes.

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Importancia Económica

El girasol se destina casi exclusivamente para la extracción de aceite comestible, que es muy apreciado en la alimentación humana.

Estudios internacionales han establecido una alta correlación entre la incidencia de las enfermedades arterioescleróticas y cardiovasculares y el nivel de colesterol y de los fosfolípidos en la sangre. Por ello, las grasas pobres en ácidos saturados y ricas en ácidos no saturados, como es el aceite de girasol, determinan un contenido más reducido de colesterol en la sangre (14).

Debido a que el aceite de girasol tiene un alto porcentaje de ácidos grasos no saturados en varios carbonos (poli-insaturados), como el ácido linoléico, interesa particularmente a quienes tienen algo que ver con las enfermedades del corazón y los niveles de colesterol en la sangre (2).

Por otra parte, el girasol constituye también una importante fuente de proteínas para la alimentación del ganado, ya que la extracción del aceite deja una torta con 30% de proteína cruda y contenido bajo de fibra, ingrediente muy adecuado para preparar raciones.

Más importancia aún tiene la atención que actualmente recibe el girasol como nueva fuente renovable de energía. Se dice que el girasol produce más combustible por hectárea que cualquier otra oleaginosa. Así, África del sur que no produce petróleo, considera el girasol como una de las fuentes más viables de aceites combustibles para el futuro (17).

Por otro lado, investigadores canadienses estudian la posibilidad de extraer pectina de los tallos de la inflorescencia. La ventaja de la pectina de girasol, es que gelifica con la adición de una pequeña cantidad de calcio y debido al creciente interés por alimentos bajos en calorías, obviamente hay un gran mercado para este nuevo subproducto del girasol (17).

También el girasol puede usarse en caso de que sea necesario, como abono verde por su alta producción de materia orgánica para incorporarse en los suelos. Y además, tiene un gran futuro como especie productora de forraje, utilizada para ensilado, cosechada en el momento de la floración (25).

2.2. Centro de Origen

La teoría más convincente es que el girasol es originario del norte de América, en donde se han encontrado a través de todo el continente una gran cantidad de especies del género Helianthus. Respecto al girasol cultivado que proviene de la especie annuus, muy probablemente tenga su origen en la parte norte de México y la parte occidente o en la zona árida del medio oeste de Estados Unidos hasta Canadá.

Algunos autores consideran que se encuentra dispersa la especie Helianthus annuus principalmente entre los 25 a 45° latitud norte.

La importancia de conocer el centro de origen de este cultivo, radica en que es en estos sitios en donde se puede hacer una colección de germoplasma buscando fuentes genéticas con caracteres favorables principalmente la resistencia a plagas y enfermedades (25).

2.3. Clasificación Taxonómica

Según Robles S. (1981), la clasificación taxonómica del girasol es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub-división	Pteropsida
Clase	Angiospermas
Sub-clase	Dicotiledoneas
Orden	Synandrae
Familia	Compositae

Sub-familia	Tubiflorae
Tribu	Heliantheae
Género	Helianthus
Especie	annuus
Nombre científico	<u>Helianthus annuus</u> L.

Se ha llegado a la conclusión de que del género Helianthus existen alrededor de 67 especies silvestres, la mayor parte de ellas de comportamiento perenne y muy pocas de comportamiento anual. Se cree que la especie cultivada Helianthus annuus procede de la cruce de las especies Helianthus debilis por Helianthus lenticularis, de donde se originó la variedad botánica macrocarpus de donde se han formado las variedades e híbridos que actualmente se siembran comercialmente (25).

2.4. Descripción de la Planta (Helianthus annuus L.)

El girasol es una planta anual, cuyas características morfológicas son las siguientes:

Raíz

La raíz del girasol es típica o pivotante, de acuerdo con la textura de los suelos puede penetrar a mayor o menor profundidad. Precisamente el girasol posee resistencia a la sequía por la gran eficiencia del sistema radicular para adaptarse a esas condiciones de mayor o menor profundidad para aprovechar la humedad profunda.

Tallo

El tallo de este cultivo es más o menos cilíndrico, su altura es variable, existiendo plantas tipo enano con alrededor de 1 m y alcanza un desarrollo de hasta 2 m en otras plantas.

Las variedades mejor adaptadas para cosecha mecánica, tanto en híbridos como en variedades mejoradas, son las que tienen alrededor de 1.60 m de altura, ya que en esta forma se facilita la cosecha mecánica y además se puede tener una máxima población de plantas por unidad de superficie y así, aumentar el rendimiento (25).

En algunas formas mejoradas, los tallos son ramificados, lo que constituye un carácter negativo en los tipos de girasol para aciete, ya que las cabezas secundarias maduran más tarde y producen semillas pequeñas (14).

Hojas

Las hojas son oval triangulares, con los bordes aserrados; con presencia de alta pubescencia, tanto en el haz como en el envés. El tamaño de las hojas es variable. En una misma planta las hojas de la parte inferior son grandes a medida que se encuentran a mayor altura, van reduciendo su tamaño. El ancho y largo de la hoja es variable dentro y entre variedades, esto da la oportunidad de que se puedan formar por mejoramiento genético variedades con hojas largas, anchas y en mayor número para usar se como forraje (25).

Dentro del aparato foliar, el papel principal lo juegan las hojas del nivel medio, Las hojas de la base y la parte alta de la planta son menos activas (14).

Inflorescencia

La inflorescencia es un capítulo formado por un receptáculo, con gran cantidad de florecillas, siendo su número variable según la variedad de que se trate (25).

En el receptáculo hay dos tipos de flores: liguladas y tubulosas; las florecillas liguladas están dispuestas radialmente en una o dos filas con 30 a 70 flores asexuales, cuya función es para atraer a los insectos y asegurar la polinización. Las flores tubulosas, que son las flores propiamente dichas, están dispuestas en arcos espirales, que radian desde el centro del disco, separadas entre sí por una paleola con dos o tres lóbulos (14).

El nombre del girasol dado a esta planta, obviamente es por su trayectoria diurna de oriente a poniente y noturna de poniente a oriente (25).

El girasol es una planta alógama, debido tanto a la diferencia de época de la maduración de los estambres y pistilo (protandria) como el sistema genético de autoincompatibilidad (14).

Fruto

Después de la fecundación se forma el fruto, botánicamente conocido como aquenio y vulgar o comúnmente conocido como semilla.

Las variedades cultivadas son de semillas de más o menos 1 cm de longitud, variando en su color pudiendo ser desde negro pasando por todas las tonalidades de gris y hasta blanco con o sin rayado.

Generalmente, el pericarpio está estrechamente pegado a la semilla pero hay también casos en que las condiciones de crecimiento no son favorables, que la semilla no ocupa toda la cavidad del aquenio, quedando más pequeña (14).

Semilla

Son dos los tipos de girasol: 1) aquellos para producción de aceite y 2) aquellos para almendra y alimento de aves o girasol no acietoso. Las variedades productoras de aceite generalmente son de semilla negra y tienen una delgada cáscara adherida a la semilla. El girasol no aceitoso también referido como rayado, tienen generalmente las semillas rayadas y grandes (17).

2.5. Manejo del Cultivo

Preparación del terreno

Como el girasol es una planta de raíces profundas, es importante preparar el terreno con labores también profundas, barbechando a una profundidad de 30 cm y dando una o dos pasos de rastra dependiendo de la textura del suelo; para obtener una buena cama para la siembra (1).

Siembra

De acuerdo con investigaciones en Rusia y Rumanía, se aprecia que

el tiempo óptimo para la siembra de girasol es aquel período en que las temperaturas del suelo se estabilizan a más de 10°C a la profundidad de siembra (14).

En México, para siembras de temporal (secano), en el centro del país, se recomienda efectuar la siembra en los meses de mayo a junio para evitar las heladas durante la floración (peregrina), sembrando demasiado temprano, el girasol tarda mucho en germinar, no obstante la obtención de rendimientos es alta, probablemente debido a que las plantas están libres de insectos y enfermedades (13).

Densidad y Profundidad

La profundidad de siembra se debe establecer en función de la temperatura, la humedad y el tipo de suelo. En zonas de humedad suficiente, la profundidad de siembra puede ser de 5 a 6 cm. En regiones de precipitaciones reducidas, la semilla se debe enterrar a una profundidad de 7 a 9 cm (14).

Las densidades de siembra excesivas reducen los rendimientos, se pierde mayor proporción de plantas por vuelco, se reduce el diámetro de los capítulos y el peso de 1000 semillas (1).

Experiencias hechas por Pustovoit en Rusia, citado por Guerrero A. (14), permitieron sacar la conclusión de que la superficie óptima de nutrición de una planta es de 2,000 cm², lo que corresponde a un número de 50,000 plantas/ha. Esto significa sembrar de 5 a 6 kg/ha de las variedades actuales.

Se observa una tendencia a mejorar la producción cuando las plantas se sitúan más próximas, estrechando la distancia entre líneas y ampliando la distancia entre plantas en cada línea.

Por otro lado, Vranceanu y Voinea citados por el mismo autor (14), reportan que los mejores rendimientos se obtienen con superficies de nutrición de 1,800 a 2,100 cm², lo que corresponde a una densidad de población de 55,555 y 47,619 plantas/ha respectivamente.

Aclareo

El aclareo hay que hacerlo lo más pronto posible para que no disminuya el vigor de las plantas por encontrarse demasiado próximas. La distancia que debe quedar entre plantas dependerá del número de plantas por hectárea que se desea obtener, y será función de esta cantidad y de la distancia entre líneas (14).

Escardado

Generalmente se practican dos pasos de cultivadora, dependiendo de la agresividad de las malezas. Cuando la planta tenga de 10 a 15 cm de altura, se da la primera escarda para aflojar la tierra y eliminar las malezas, no levantando mucho el surco en la base de las plantas, para evitar pudriciones del tallo. Cuando la planta tenga de 35 a 40 cm de altura se debe dar la segunda escarda, y en caso necesario, dar un "chanoneo" durante la floración para facilitar la cosecha (1).

Riegos

Los investigadores rusos opinan que deben darse dos riegos cuando las condiciones climatológicas son tales que el girasol no está suficientemente abastecido. Las épocas de estos riegos son: el primero 10 a 15 días después de la floración, el segundo a principios de la formación de las semillas.

Recomiendan asegurar por lo menos, un 70% de la capacidad de campo en el período desde la germinación hasta la floración, y un 80% desde la floración hasta la madurez.

En Rumanía coinciden en señalar que el período crítico del girasol empieza 20 días antes de la floración y termina 20 días después del comienzo de las semillas (14).

Rotaciones

Según recomendaciones argentinas, una rotación adecuada y adaptable podría ser la siguiente:

Primer año: Girasol por ser cultivo de escarda que facilita el control de malezas y por su sistema radicular mejora la estructura del suelo.

Segundo año: Un cultivo de escarda resistente al 2, 4D ejemplo el maíz.

Tercer año: Un cereal de invierno, ya que el terreno se encuentra más limpio de malezas.

Cuarto año: Un cultivo enriquecedor del suelo (leguminosas) (1).

Cosecha

Para evitar que el grano caiga al suelo y se pudra, es importante cosechar a tiempo, cuando los capítulos adquieren coloración amarillo-café en la base, es tiempo de iniciar el corte (1).

La humedad óptima de las semillas para efectuar la recolección, es comprendida entre un 10 y un 12%. Por debajo de esta humedad, las pérdidas aumentan sensiblemente porque las semillas se desprenden fácilmente de capítulo en el momento del corte de los tallos.

Se puede considerar que cuando los capítulos están todos secos y la humedad de la semilla es de un 6 a 8% las pérdidas de cosecha pueden ser de un 8 a un 12% (14).

2.6. Condiciones Ecológicas Requeridas por el Cultivo

El girasol como todas las especies cultivadas requiere de condiciones ecológicas óptimas, siendo entre otras las siguientes:

Latitud

Las áreas o países más productores de girasol se encuentran situados entre los 45° de latitud norte y 35° latitud sur, a excepción de la zona del Ecuador, donde las temperaturas altas y la humedad relativa eleva

da crean condiciones no muy propias para el girasol

Altitud

La altitud es otra de las condiciones determinantes para el establecimiento del girasol, pudiéndose sembrar desde el nivel del mar hasta 500 ó 1000 m de altitud que es donde se obtienen principalmente los mayores rendimientos a nivel mundial, existen regiones en donde se puede sembrar aún a 2,500 m de altitud.

Temperatura

Se puede considerar que la temperatura media óptima para el girasol es de más o menos 20°C; sin embargo, como se ha reportado, el girasol tiene resistencia a temperaturas próximas a los 10°C y aún por debajo del punto de congelación, tanto en etapa de plántula como de planta madura (25).

El girasol se adapta a oscilaciones importantes de temperatura, esto explica la gran área de extensión y la posibilidad del cultivo de girasol en varias condiciones climáticas (14).

Fotoperíodo

En lo que se refiere a la reacción fotoperiódica del girasol, los datos existentes en la literatura son contradictorios. En general, se menciona que es una planta típicamente indiferente al número de horas luz pero las mejores condiciones serán cuando se tenga de 12 a 14 horas luz.

Humedad

Los requerimientos de agua para el girasol son de 400 a 500 mm repartidos en el ciclo vegetativo de la planta sea por medio de riego o de precipitación pluvial (25).

Las pruebas australianas han mostrado que en condiciones marginales (254 mm o menos de precipitación durante el período de crecimiento), el girasol rinde mucho mejor que el sorgo (17).

La resistencia del girasol a la sequía se explica no solamente por

la capacidad de su sistema radicular de explorar los recursos de agua existentes en las capas profundas del suelo, sino también porque las plantas aguantan la deshidratación temporal de los tejidos provocada por la sequía (14).

Suelo

Los mejores terrenos serán los de textura tipo migajón, los menos deseables serán los muy arcillosos o los muy arenosos. El pH adecuado para obtener un buen desarrollo en las plantas es de 7 a 7.5 (25).

2.7. Composición de la Semilla e Influencia de las Condiciones de Ambiente y Cultivo sobre la Formación y Acumulación del Aceite y de las Proteínas

La parte más importante del girasol es el aceite. La almendra con tiene 50 o hasta 60% de aceite y alrededor de 30% de proteína, por esta razón cuando se extrae el aceite en aquenio o semilla sin cáscara, la torta residual contiene alrededor de 40% de proteína.

Entre los componentes más importantes del aceite, se encuentran el ácido linoléico con alrededor de 60%, el ácido oléico alrededor del 35%, el ácido palmítico es de 4 a 5%, el ácido esteárico alrededor del 2.5%. El índice de yodo es de más o menos 130, lo que sitúa al aceite de girasol entre los aceites semisecantes con magníficas características pa ra la alimentación humana (25).

La composición y calidad del aceite está condicionado por factores ambientales y de cultivo principalmente. La composición del aceite parece estar directamente relacionada con la latitud en que se cultiva; el aceite proveniente de semillas obtenidas en latitud norte, generalmen te contiene un 70% de ácido linoléico, mientras que el cultivado en lati tud sur contiene un 40 a 50% de este ácido y una mayor proporción de grasas no saturadas en un solo carbono, siendo más estable este último aceite (2).

El factor ambiental que más afecta el contenido y calidad de aceite, es la temperatura en la fase de formación de las semillas. Schuster citado por Guerrero A. (14), reporta que el contenido de aceite es mayor en climas templados que en climas cálidos, resultando además afectada la composición de ácidos grasos, notándose la disminución considerable del contenido de ácido linoléico en condiciones de temperaturas altas.

Por otra parte, en cuanto a las condiciones de cultivo se menciona que a mayor densidad de siembra, aumenta el contenido de aceite en el interior de la semilla. Esto es debido a que la planta tiene menor cantidad de nitrógeno al disminuir el cubo de tierra de que se nutre, lo que redunda en una disminución de proteínas y en un aumento de las reservas de aceite (14).

2.8. Concepto de Variabilidad

Reyes C. (24) indica que este término en genética es usado para indicar las diferencias fenotípicas que se presentan entre los individuos que integran una población de plantas de una misma especie, raza, variedad o familia, como resultado de la acción de: factores genéticos, influencias del medio, interacción genotipo por ambiente y efecto de una mutación.

Concluye que la variación que se manifiesta en una población de plantas puede ser:

1. Variación hereditaria o genética
2. Variación del medio no hereditaria

México por considerarse uno de los centros de origen del girasol, cuenta con una variabilidad genética amplia, con posibilidades de aplicación en el mejoramiento genético (26).

A diferencia de la mayoría de las plantas cultivadas, el girasol tiene una enorme base genética todavía no explorada; por eso, las posibilidades de mejorar la producción de aceite son buenas. Consecuentemente,

podrían desarrollarse híbridos "a la medida" para zonas climáticas y ambientes específicos, eso abriría las puertas a la adaptación del cultivo en varias regiones (17).

2.9. Aclimatación y Adaptación

El mayor rendimiento de las plantas depende en gran parte de su capacidad para aprovechar mejor el agua, la energía lumínica, las sustancias nutritivas y en general, las condiciones del medio ambiente. Esto es lo que podría denominarse adaptación al medio (5).

La capacidad de una variedad para adaptarse a un nuevo clima, se denomina aclimatación. Una especie o una variedad, adquiere aclimatación solamente por un incremento de los genotipos de la población que se adaptaten mejor al nuevo medio ambiente que el promedio de los genotipos presentes originalmente (23).

Los factores ambientales que juegan un papel importante en la adaptabilidad son: predominantemente la temperatura, la humedad, el fotoperíodo y la fertilidad del suelo (4).

Por otro lado Allard y Hanshe, definen la adaptabilidad como la capacidad para modificar la aptitud de sobrevivir al cambiar de ambiente.

La adaptación implica en la planta una capacidad para hacer frente a las condiciones del medio natural y para utilizar sus recursos, a fin de mantener una posición ecológica.

El valor adaptativo en una planta está determinado por muchos factores, entre los que figuran el valor somático de los individuos, su viabilidad, la duración de su período reproductor, el número de semillas que produce y la eficiencia de su mecanismo polinizante (33).

Entre las características más importantes del girasol, son que tiene una buena resistencia a la sequía, resistencia a bajas temperaturas, alto porcentaje de aceite, y por su rusticidad tiene una gran área de adaptación y buen porvenir en diversas regiones de nuestro país.

2.10. Interacción del Medio Ambiente con el Cultivo

Reyes C. (24) define al medio ambiente como el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a los seres vivos y que afectan directamente su desarrollo y evolución.

Márquez S. (18) indica que la interacción genético ambiental es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes.

Precisamente debido a los efectos de interacción genético ambiental, resulta que algunos genotipos exhibirán mejores características de adaptación o de adaptabilidad a medios ambientes diferentes que otros.

El principal problema que esta interacción produce, se relaciona con la adaptación de los individuos a las condiciones locales. La existencia de la interacción genotipo ambiente puede significar que el mejor genotipo en un ambiente no lo es en otro diferente (12).

Quizás en nuestro país este problema reviste una mayor importancia que en otros, por sus condiciones naturales. Es de todos conocida la diversidad ecológica que priva a todo lo largo y ancho de la República, no habiendo necesidad de recorrer grandes distancias en ocasiones para cambiar de un ambiente a otro, muy repentinamente (18).

De ahí la importancia que adquieren las evaluaciones de materiales genéticos de girasol, que permiten seleccionar las mejores variedades en las diferentes regiones del país. Sin embargo, el medio ecológico está determinado por una serie de condiciones considerablemente variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. Esto hace que cuando se realicen estas pruebas de adaptación sea indispensable repetirlos en espacio y tiempo, tanto como sea posible, para así, apreciar sus reacciones de manera más segura.

2.11. Trabajos Relacionados con la Evaluación de Materiales de Girasol

Algunos trabajos que involucran la evaluación de materiales de girasol, llevados a cabo en Campos Experimentales de la Facultad de Agronomía y en el Tecnológico de Monterrey, así como en otras localidades, se citan enseguida.

Canales (8) en un estudio de 17 híbridos y 2 variedades bajo condiciones de temporal en la región de Gral. Bravo, N.L., empleando espaciamientos de 80 cm entre surcos y 20 cm entre plantas para manejar una densidad de población de 62,500 plantas/ha, reporta que las diferencias encontradas en rendimiento para los materiales evaluados no son significativas; sin embargo, los híbridos son los más sobresalientes en este carácter, mientras que las variedades presentaron rendimientos regulares.

Para las demás características, los híbridos acaparan los mejores promedios, dejando situadas a las variedades en los últimos sitios, además logra identificar una tendencia del rendimiento con respecto a la precocidad, al concluir que los materiales más precoces tienen una tendencia a ser más rendidores, resultando los híbridos H-293-A y H-294-A ser los mejores adaptados a esta región, con 1.99 y 1.23 ton/ha.

Por otro lado, en una prueba de adaptación y rendimiento de 10 variedades de girasol en el municipio de Montemorelos, N.L. Suárez (28) conduciendo el experimento bajo condiciones de riego y manejando espaciamientos de 90 y 25 cm para surcos y plantas respectivamente, encuentra que las variedades más rendidoras son la Uniimk-6540 y Uniimk-8931, con 1,145.83 kg/ha y 1,085.41 kg/ha en el mismo orden, situando a la variedad Tecmon-1 como una de las menos rendidoras con 937.15 kg/ha. Para el resto de las variables no detectó diferencias significativas entre las variedades; a excepción del diámetro de capítulo, donde los materiales más rendidores tuvieron los capítulos más grandes. Lo cual pudo constatarse con el análisis de regresión simple entre rendimiento y diámetro de capítulo, donde se observa que existe una influencia altamente significativa de este carácter sobre el rendimiento.

Villanueva (32) evaluando 14 variedades de girasol bajo condiciones de riego, busca determinar cuales materiales presentan un mejor comportamiento agronómico en la región de Salinas Victoria, N.L., logra definir que las variedades Armavirzkij, Varonezjkij y Tecmon-1; tienen las mejores posibilidades en la zona con rendimientos de 2,952.5 kg; 2,816.5 y 2,507. kg respectivamente; mientras que los híbridos mostraron rendimientos regulares. Para todos los caracteres considerados se hallaron diferencias significativas entre los materiales utilizados, además se observa una variación entre los días a floración y días a madurez, ya que los mejores promedios son obtenidos por la variedad Tecmon-1 con 54 y 76 días en el mismo orden. En cuanto al diámetro de capítulo, este mismo material mostró un tamaño de capítulo aceptable con un valor de 16.9 cm y en altura de planta se ubica dentro de los más bajos.

Según los resultados del análisis de correlación, el rendimiento se encuentra asociado significativamente con los caracteres altura de planta, porcentaje de avanamiento, días a floración y días a madurez en forma negativa y positivamente asociado con diámetro de capítulo.

Mientras que en un experimento llevado a cabo en el Campo Agrícola Experimental "El Canadá", conducido por Tovas (29), donde se evaluaron 9 variedades de girasol manejadas bajo riego y sembradas a espaciamientos de 80 y 30 cm entre surcos y plantas en el mismo sentido, determina que las variedades más rendidoras tienen una tendencia a mostrar alturas regulares y diámetros de capítulos mayores y además de presentar una precocidad en su maduración.

El análisis de regresión múltiple de rendimiento con planta, altura de capítulo, diámetro de capítulo resultó ser significativo; sin embargo, la regresión lineal simple del rendimiento y diámetro de capítulo es significativa señalando la importancia de este caracter en la determinación del mismo.

En un estudio de la variabilidad de caracteres agronómicos en cinco variedades de girasol formadas en el Tecnológico de Monterrey, Arredondo (3). identifica a la variedad Tecmon=1 como la más precoz con 54 días a

floración y la variedad más tardía fue la Tecmon-52 con 76 días; coincidiendo esto con las alturas encontradas, siendo mayor para la Tecmon-52 con 2.12 m y menor para la Tecmon-1 con 94 cm.

Las variedades Tecmon 2 y 3 no presentaron variación en cuanto a altura, formando un grupo homogéneo, de igual manera para el carácter diámetro de capítulo, donde estas variedades y la Tecmon-1 mostraron un promedio de 12 cm. Concluye que el material Tecmon-1 es homogéneo para casi todos los caracteres al igual que la variedad Tecmon-3.

Padilla (21), trabajando con 20 variedades e híbridos introducidos y locales, define que los materiales procedentes de Argentina resultaron estar mejor adaptados a la zona, superando en cuanto a rendimiento a los testigos, las variedades Tecmon 1, 2 y 3 que obtuvieron promedios de 922.7; 1179.4 y 1081.3 kg/ha respectivamente. En cuanto al diámetro de capítulo, las variedades testigo quedaron situadas en el mejor grupo; sin embargo, presentaron un alto porcentaje de avanamiento.

Respecto a la altura de planta, los testigos Tecmon 1, 2 y 3 se encuentran entre las más bajas, con valores de 1.02; 1.17 y 1.18 m respectivamente; por tal motivo, el número de hojas desarrolladas es menor. Dentro de los días a floración las variedades Tecmon 1, 2 y 3 fueron las más precoces con 52.25; 54.75 y 53.75 días y con 83 días a maduración; considerándose el mejor grupo para este carácter. En el análisis de correlación señala que el rendimiento de semilla, se encuentra correlacionado positivamente con diámetro de capítulo, altura de planta, número de hojas area foliar, largo y ancho de hoja y días a floración.

Por otra parte, Martínez S (20) en un trabajo similar llevado a cabo en Apodaca, N.L., donde estudió el comportamiento de 29 variedades e híbridos originarios de Rumanía, bajo condiciones de riego y con distanciamientos de 70 y 25 cm entre surcos y plantas respectivamente. Reporta que las variedades procedentes de Rumanía superan a las variedades locales Tecmon 1, 2 y 3, consideradas como testigos; sin embargo, estas mostraron ser más tardías, existiendo períodos de maduración de 104.25 a 94.5 días, lo que significa que no son adecuadas para la zona norte de

México donde existe una baja precipitación. En cuanto a número de hojas, las variedades Tecmon 1, 2 y 3 presentaron un número regular y alturas menores respecto a los materiales introducidos. El análisis de correlación determina que el rendimiento tiene una correlación positiva con los caracteres número de hojas y área foliar, para el resto la correlación no es significativa.

Martínez H. (19), estudiando la adaptación de 32 variedades e híbridos procedentes de Sudáfrica, Australia, Hungría y México en Apodaca, N.L., determina que las variedades locales Tecmon 1, 2 y 3 a pesar de que fueron superados por algunos materiales introducidos, mostraron rendimientos satisfactorios con respecto a éstas, con valores de 887.8, 1010 y 1016.4 kg/ha respectivamente. Además, encuentra que los híbridos más rendidores y los testigos, quedaron con alturas inferiores en relación a los demás materiales; deduciendo que aunque la altura de planta es un carácter muy correlacionado con rendimiento, no necesariamente las variedades más altas son las más rendidoras. Respecto a los días a floración y madurez, las variedades más precoces son la Tecmon 1, con 83 días y Tecmon 2 y 3 con 84 días a maduración.

Las correlaciones definidas entre el rendimiento y los demás caracteres, establecen que se asocia significativamente con altura de planta, número de hojas, diámetro de capítulo, ancho y largo de hoja; área foliar mientras que se correlaciona negativamente con porcentaje de avanamiento.

Johnson (15) trabajando con las variedades Peredovick y Kransnodarets, en un estudio de fechas de siembra efectuadas durante tres años, encuentra que se obtienen altos rendimientos de semilla y porcentaje de aceite cuando el girasol se siembra temprano en marzo y abril, mientras que las siembras tardías afectan en gran parte el porcentaje de aceite en la semilla y la composición de éste estuvo asociada con la temperatura. Dentro de otras características analizadas, la altura de planta no presenta ninguna tendencia con la fecha de siembra, el diámetro de capítulo y peso de semilla, tienden a declinar con siembras tardías. Este estudio muestra que las fechas de siembra afectan el rendimiento más que cualquier otra característica y que los rendimientos altos de semilla y aceite son

obtenidos con siembras tempranas.

En un trabajo similar, Unger (30) utilizando el híbrido -896 busca determinar el efecto de la fecha de siembra en el crecimiento, rendimiento, porcentaje de aceite y concentración de ácidos en girasol bajo riego. Encontrando que los rendimientos no son diferentes en las primeras siembras; sin embargo, decrecen en siembras muy tardías, el mayor rendimiento obtenido fue de 2,160 kg/ha con siembra en marzo y el menor de 580 kg/ha con siembra en julio. El porcentaje de aceite en la semilla fue generalmente alto con siembras tempranas y disminuyó progresivamente con siembras tardías, mientras que las concentraciones de ácidos fueron fuertemente afectadas por las fechas de siembra, debido a que la semilla desarrolló durante períodos de diferente temperatura. Los días a floración y madurez decrecieron con retrasos en la siembra.

2.12. Correlaciones Encontradas entre el Rendimiento de Semilla y los Caracteres Agronómicos más Importantes en Girasol

Investigaciones efectuadas por diferentes autores, buscando determinar la relación existente entre los caracteres más importantes en el cultivo de girasol, se citan enseguida:

En un ensayo de 32 variedades, Varshney (31) determina que el rendimiento de semilla está positivamente correlacionando con los siguientes caracteres: días a 75% de madurez, altura de planta, diámetro de capítulo y peso de 1000 semillas.

La altura de planta, diámetro de capítulo y semilla con almendra, son los caracteres que afectan directamente el rendimiento, mientras que los días a madurez y el peso de 1000 semillas afectan indirectamente al rendimiento. Ningun efecto directo de madurez en rendimiento fue negativo.

Estudios realizados con 71 variedades de diverso origen, efectuados por Pathak (22) revelan que el rendimiento por planta muestra alta

significancia y una relación positiva con: en orden decreciente, días to tales a madurez, diámetro de capítulo, peso de cien semillas, peso de cien almendras, altura de planta y diámetro de tallo.

La heredabilidad fue alta para diámetro de tallo y moderadamente para rendimiento de semilla por planta y diámetro de capítulo.

Por otra parte, Skoric (27), estudiando la correlación entre los caracteres más importantes de girasol en generaciones F_1 , encuentra que los coeficientes de correlación y de regresión en las ecuaciones revelan que en los grupos de híbridos derivados de las variedades Peredovick, Smena, Uniimk-8931 y Uniimk-1640, el rendimiento de semilla y el contenido de aceite en la semilla, tienen la mayor influencia en el rendimiento de aceite por hectárea.

En los híbridos derivados de la variedad Peredovick y Smena, la altura de planta afecta significativamente el rendimiento de aceite y semilla por hectárea; mientras que en los híbridos derivados de las líneas Uniimk el número de hojas por planta tiene un efecto significativo en ambos rendimientos y el área foliar solo afecta significativamente el rendimiento de semilla por hectárea.

Chandra (9). analizando la asociación de caracteres morfológicos y fisiológicos con el rendimiento de semilla en la evluación de 30 variedades, reporta que el rendimiento está fenotípica y genotípicamente relacionado en forma positiva con la altura de planta, diámetro de tallo abajo de la cuarta hoja, a media altura, diámetro de capítulo y peso de 100 semillas.

El diámetro de tallo a media altura tuvo un fuerte efecto positivo en el rendimiento, mientras que los días a floración mostraron una asociación negativa con rendimiento.

Lakshmanaiah (16) en estudios de correlación con 13 caracteres cuantitativos en 144 colecciones de germoplasma, indican que el rendimiento de semilla y el contenido de aceite están positivamente asociados con diámetro de capítulo, peso de 100 semillas, altura de planta, diámetro de

tallo, número de semillas por capítulo y peso de semillas. Los índices de selección muestran que los primeros cuatro caracteres tienden a incrementar la eficiencia de selección.

El análisis de correlación muestra que el diámetro de capítulo es el caracter que tiene una mayor influencia positiva en el rendimiento de semilla.

Por otra parte, Dyakov (11) estudiando 12 variedades, encontró una correlación negativa entre el rendimiento y el período de vegetación de las variedades y tomando como base a seis de las doce, determinó que por cada día que la variedad fuera más tardía, el rendimiento de grano por planta disminuía un gramo.

Una correlación similar fue encontrada entre el contenido de aceite y el período de vegetación de las variedades; sin embargo, la relación entre estos dos caracteres fue menos marcada en algunas variedades notablemente tardías.

Dhaduk (10), en ensayos de rendimiento entre 20 variedades de girasol provenientes de 20 lugares diferentes, encontró una correlación entre el diámetro de tallo y el peso de 1000 semillas con respecto a rendimiento y señala que estos caracteres se les debe dar énfasis cuando se seleccionan plantas en programas de mejoramiento encaminados a incrementar el rendimiento.

Burlov (6) estudiando líneas de girasol derivadas de variedades sovieticas y extranjeras y evaluando diferentes caracteres, encontró diferentes correlaciones. Los caracteres evaluados fueron: duración del período vegetativo, número de hojas por planta, altura de planta, rendimiento de aquenio por planta, peso de 1000 semillas, diámetro de capítulo, peso y número de flores por inflorescencia.

El período vegetativo estuvo correlacionado positivamente con rendimiento y con respecto al número de hojas, el número de flores por inflorescencia estuvo muy correlacionado con rendimiento y con respecto a número de hojas, al mismo tiempo que el número de hojas resultó estar también

correlacionado positivamente con el número de días a floración.

Mientras que Burns (7) trabajando con las variedades Armaveric y Smena, trata de encontrar una relación entre el tamaño de capítulo y el rendimiento de semilla para estas variedades y así, encontrar un sustituto para cosechar el rendimiento de parcelas.

El coeficiente de correlación fue de casi 0.97 para Armaveric y 0.93 para Smena cuando todos los capítulos fueron correlacionados desatendiendo variedades, la correlación fue de 0.95.

La alta correlación entre tamaño de capítulo y rendimiento de semilla en este estudio, indica que el área del capítulo es una medida más válida del rendimiento relativo dentro de una variedad o con variedades similares en tamaño de semilla, que cosechando la semilla de parcelas en las cuales es considerable el daño por pájaro.

III. MATERIALES Y METODOS

Material no biológico

Para la realización de este trabajo se emplearon los materiales que comúnmente se utilizan en la preparación del terreno, siembra, riegos, etiquetado, toma de datos, cosecha y trilla.

En el trazo de riego se requirió del nivel, estadal y estacas para determinar la dirección de los surcos en el terreno de acuerdo a una pendiente de riego.

Para la delimitación del área experimental y de cada una de las parcelas experimentales se utilizaron los materiales necesarios como estacas, hilos, salero y cal, con el fin de ubicar las calles y repeticiones en el terreno.

También se emplearon algunos implementos agrícolas para realizar labores culturales como son: azadón y rodillos para deshierbes y descostres, palas en la realización de riegos, mochilas aspersora y probeta en la aplicación de insecticidas.

Material biológico

En esta evaluación se emplearon los siguientes materiales genéticos, 7 variedades y 2 híbridos, los cuales se citan enseguida:

Variedades	Híbridos
Sereno	GH-285
Victoria	GH-485
DO-725	
Primavera	
Tecmon-1	
Tecmon-2	
Tecmon-3	

Cabe señalar que dichos materiales fueron proporcionados por el Departamento de Oleaginosas del Instituto Nacional de Investigaciones

Agrícolas de Río Bravo, Tamaulipas y la Facultad de Agronomía del ITESM.

Las variedades Tecmon-1, Tecmon-2 y Tecmon-3 son variedades desarrolladas bajo las condiciones ambientales de la región, por lo que fueron incluidas como testigos en el experimento.

Los objetivos que se plantearon en este trabajo son los siguientes:

1. Determinar cuáles variedades presentan un mejor comportamiento en cuanto a su adaptación y rendimiento bajo las condiciones ecológicas de Marín, N.L.
2. Realizar una caracterización para cada uno de los materiales considerados en el experimento.
3. Conocer la relación existente entre los caracteres estudiados.

Métodos de campo

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Primavera de 1987, en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, localizada en la carretera Zuazua-Marín Km. 17, cuya ubicación geográfica es de 25°53' Latitud norte y 100°03' Longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 375 m.

El clima de la localidad es semiárido y pertenece al subgrupo Bs o climas secos, se caracteriza por ser un clima extremo pues la oscilación de temperatura es entre 7 y 14°C; la temperatura media anual es de 22°C; el régimen de lluvias es en verano, registrándose una precipitación media anual ligeramente superior a los 500 mm.

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del experimento se presentan en la Figura 1, donde podemos apreciar la distribución que siguieron las precipitaciones que ocurrieron y las temperaturas registradas en ese lapso de tiempo.

Preparación del terreno

Esta consistió únicamente en realizar un paso de rastra, ya que el terreno se encontraba barbechado desde el ciclo anterior, por lo que no fue necesaria dicha labor. Enseguida se pasaron los surcadores para la formación de la cama de siembra.

Siembra

La siembra se llevó a cabo los días 13 y 14 de marzo de 1987, a tierra venida aprovechando la humedad existente en el suelo, ya que días anteriores a la misma se presentaron algunas lluvias en la localidad.

Los sobres con la semilla fueron distribuidos en cada parcela experimental para enseguida proceder a depositar una semilla por punto con espaciamientos de 10 cm entre ellos y a una profundidad de 5 cm, esto con la finalidad de asegurar una buena población en las parcelas. Una vez que emergieron se realizó un aclareo, obteniendo el espaciamiento adecuado entre plantas que es de 20 cm, con 90 cm entre surcos manejando una densidad de población de 55,555 plantas/ha en las variedades e híbridos evaluados.

Riegos

Una vez que se terminó la siembra del experimento, se aplicó un riego pesado de asiento para proporcionar la humedad necesaria a la semilla y facilitar la germinación y nacencia de la misma.

Durante el desarrollo del cultivo se requirió aplicar dos riegos de auxilio, siendo a los 20 y 45 días después de la siembra respectivamente.

El número de riegos totales fueron pocos debido a que se presentaron lluvias en diferentes etapas de desarrollo de la planta.

Aclareo

Después de que germinaron las semillas y las plantas alcanzaron una

altura promedio de 30 cm, se efectuó un aclareo con la finalidad de obtener un espaciamiento de 20 cm entre plantas; para ello fueron eliminadas las plantas que mostraban poco vigor en su desarrollo y así, dejar solo aquellas que resultaron ser más vigorosas y sanas.

Después de esta actividad era necesario realizar la escarda pues el desarrollo del cultivo así lo demandaba; sin embargo, esta operación no fue posible realizarla debido a problemas en cuanto a operación en el taller agrícola, por lo que no estuvo disponible el equipo en el momento en que era necesario y el cultivo alcanzó un desarrollo tal que ya no podía escardarse y por lo tanto, esta labor no fue realizada.

Descostres

Esta labor fue necesario efectuarla en dos ocasiones, siendo la primera a los pocos días después del riego de asiento, cuando empezaban a emerger algunas plántulas y la segunda a los 27 días después de la siembra.

Al eliminar la capa dura del suelo formada después del riego se facilitó la emergencia del resto de la semilla y evitó el estrangulamiento de las plantas ya nacidas, empleándose para esta operación el rodillo gireatorio en la primera ocasión y un azadon en la segunda.

Control de malezas, plagas y enfermedades

El problema con malezas fue mínimo durante los dos primeros meses de desarrollo del cultivo, a pesar que ocurrieron precipitaciones favorables para su desarrollo; sin embargo, cuando iniciaron su aparición fueron controlados mediante deshierbes manuales.

Las plagas que más incidieron en el cultivo fueron insectos masticadores, tales como: diabroticas (Diabrotica speciosa), gusano barrenador del tallo (Strauzia lengi henis) y la más importante, el gusano esqueletizador (Closyne lacinia).

Estas plagas fueron controladas a su tiempo, siendo necesario solo una aplicación en todo el ciclo del cultivo, empleándose para ello el

insecticida Decis concentrado emulsificable a una dosis de 2 ml/lit de agua.

Respecto a las enfermedades que se hicieron presentes dadas las condiciones de alta humedad ocasionada por las lluvias ocurridas en el período, se encuentran a la roya del tallo producida por el hongo Puccinia helianthi y la cenicilla polvorienta causada por (Erisiphe chichoracearum); sin embargo, su incidencia fue unos días antes de la cosecha por lo que no se requirió aplicar algún fungicida.

Cosecha y trilla

Una vez que se tomaron los datos de las plantas y el fruto había llegado a su madurez, se procedió a cosechar las plantas de la parcela útil.

Los capítulos ya maduros se cortaron con rosadera y fueron colocados en sacos de papel con sus respectivas etiquetas para evitar confusiones al momento de tomar datos. Estos fueron transportados a una de las naves avícolas de la Facultad, donde permanecieron el tiempo necesario para su completo secado.

Enseguida se efectuó la trilla de los capítulos, frotándolos con olotes, hasta extraer toda la semilla contenida en ellos, colocando esta semilla en bolsas de papel para posteriormente ventearla y eliminar las partes de capítulo que se mezclaron con ella al momento de la trilla.

Caracteres considerados

Los datos que se tomaron para cada material durante el desarrollo del cultivo y también a la cosecha son los siguientes:

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Rendimiento semilla | 7. Número de hojas totales |
| 2. Diámetro de capítulo | 8. Días a emergencia |
| 3. Diámetro de tallo | 9. Días a floración |
| 4. Semillas por capítulo | 10. Días a madurez fisiológica |
| 5. Peso de 100 semillas | 11. Días a madurez comercial. |
| 6. Altura de planta | |

Estos caracteres fueron medidos en una muestra de 20 plantas con competencia completa, dentro de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, a excepción de los datos de rendimiento, en donde se consideraron todas las plantas dentro de la parcela útil y para semillas por capítulo donde el tamaño de muestra fue de cinco plantas con competencia completa.

En el caso de días a emergencia, floración, madurez fisiológica y madurez comercial, se tomaron en forma global para la parcela experimental.

Los caracteres antes mencionados fueron medidos como sigue:

Rendimiento de semilla

Primeramente se obtuvo el rendimiento por parcela útil pesando la semilla limpia en una báscula comercial, para después ajustarlo al número de plantas que se deberían tener en dicha parcela. Para este propósito, se empleó la fórmula de Iowa que es válida cuando se trata de cultivos que se siembran mateados. Este ajuste fue necesario debido a la variación existente en cuanto a las plantas contenidas en la parcela útil causada por diversos factores. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Peso campo corregido} = \text{Peso al cosechar} \times \frac{H - 0.3 M}{H - M}$$

donde:

Peso al cosechar = peso de campo sin corregir fallas

H = número de plantas que debería tener la parcela experimental si no hubiera fallas

M = número de plantas perdidas (fallas)

0.3 = coeficiente para corregir la falta de competencia en las plantas existentes al tiempo de cosecha.

Diámetro de capítulo

Esta característica fue el promedio de 20 plantas con competencia completa, midiendo con una cinta métrica la parte media del capítulo, expresando el dato en cm.

Diámetro de tallo

Se utilizó una muestra de 20 plantas con competencia completa, cuantificando dicho parámetro a una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, empleando para ello un vernier.

Semillas por capítulo

Para esta característica se empleó un tamaño de muestra de cinco plantas con competencia completa, donde se contaron las semillas contenidas en el capítulo, incluyendo en el conteo solo semillas con almendra.

Peso de cien semillas

El número de plantas consideradas en este carácter fue de 20 plantas con competencia completa, donde se contaron cien semillas con almendra por capítulo, para después pesarlas y obtener un promedio.

Altura de planta

En este caso, también el tamaño de muestra fue de 20 plantas con competencia completa, en las cuales se determinó la altura desde el nivel del suelo hasta la curvatura que se forma en el tallo por el peso del capítulo.

Número de hojas totales

Para este carácter se midieron 20 plantas con competencia completa, a las cuales se les contaron las hojas totales desarrolladas durante su ciclo vegetativo, incluyendo las hojas caídas guiándose por la cicatriz que dejan éstas al caer.

Días a emergencia

En esta característica el conteo se inicia después del riego de asiento, considerando el número de días a emergencia cuando la parcela experimental mostraba más del 50% de plantas emergidas.

Días a floración

Este caracter se tomó en forma similar al anterior, solo que los días a floración fueron cuando la parcela total tenía más del 50% de plantas con flor.

Días a madurez fisiológica

Considerados cuando a un 50% de plantas en la parcela experimental, tiraban su corola tubular al pasar ligeramente la mano sobre el capítulo.

Días a madurez comercial

Fueron considerados cuando los capítulos mostraban una coloración amarilla en su parte posterior y las bracteas tomaban un color café oscuro.

Métodos Estadísticos

Diseño experimental

Para el análisis estadístico de los caracteres considerados en este trabajo, el diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos por repetición, manejando un total de 36 parcelas experimentales.

El croquis del experimento donde se observa la distribución de los tratamientos y dimensiones del mismo, se muestra en la Tabla 1 del Apéndice.

El modelo estadístico correspondiente al diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, 9 \\ j = 1, 2, 3, 4, \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la observación asociada al tratamiento i en el bloque j
 μ = El efecto de la media general del experimento

- T_i = El efecto del tratamiento i
 β_j = El efecto del bloque j
 E_{ij} = Es el error experimental asociado a la observación i en el bloque j .

Las parcelas experimentales fueron establecidas como sigue: cuatro surcos de 8 m de largo con espaciamientos de 90 cm teniendo una área de 28.8 m² y la parcela útil fueron los dos surcos centrales, quedando una área de 14.4 m². Se dejó una separación de 1 m entre las repeticiones por lo cual el área de experimento fue de 1134 m².

Análisis estadísticos

Los datos recopilados para los caracteres considerados, fueron analizados por medio de computadora en el Centro de Informática de la Facultad de Agronomía, utilizando el paquete SPSS (Statistical Package Social Sciences), versión especial para la PDP-11/14 Digital.

Obteniendo los análisis de varianza para todos los caracteres, análisis de correlación entre éstos y regresiones múltiples para definir como afectan el rendimiento los caracteres independientes.

Comparaciones de medias

La prueba de F en los análisis de varianza nos señala que las diferencias encontradas entre los tratamientos son debidas al efecto mismo de éstos y no a otras causas; sin embargo, no nos indica cuáles tratamientos son iguales o cuáles son diferentes.

Para ello, se efectuaron las comparaciones de medias, utilizando la prueba de t de Student, calculando una diferencia mínima significativa común (DMS) con la siguiente fórmula.

$$DMS = t_{\alpha/2, g} \sqrt{\frac{2 \cdot CME}{r}}$$

Donde:

$t_{\alpha/2}$ = indica el valor de t , que es obtenido de las tablas de distribución de Student con los g , a un nivel de significancia deseado.

gle = grados de libertad del error

CME = cuadrado medio del error

r = número de observaciones que forman a la media

Dos promedios son estadísticamente distintos si su diferencia es mayor que la DMS, en caso contrario, los promedios son iguales.

Cóeficiente de variación

El *coeficiente de variación* nos indica si el experimento fue debidamente conducido, por lo que fue calculado para cada uno de los caracteres bajo estudio. El cálculo está dado por la fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CME}}{M} \times 100$$

Donde:

C.V. = coeficiente de variación

CME = cuadrado medio del error

M = media general del experimento

El coeficiente de variación que se considera para señalar la confianza en un resultado experimental es de un 20%, cuando es mayor no hay confianza en dicho resultado.

En este estudio los coeficientes de variación obtenidos para la mayoría de los caracteres se consideraron aceptables de acuerdo a este porcentaje.

IV. RESULTADOS

Después de ser analizados los caracteres considerados en el presente trabajo, se encontró que existe diferencia estadística entre los materiales en la mayoría de las características consideradas en el estudio, a excepción del rendimiento y días a emergencia.

Los resultados obtenidos nos permiten señalar cuáles genotipos mostraron un buen comportamiento en cuanto a producción de semilla y que por su forma de desarrollarse, pueden ser empleados como cultivos de doble propósito (forraje y semilla).

Antes de presentar estos resultados, es necesario enunciar y diferenciar los conceptos de regresión y correlación, así como la utilidad de ellos. La correlación estudia la variación simultánea de dos caracteres y se usa para indicar aquellos casos en que los cambios de un carácter van asociados con cambios de otro carácter existiendo una relación concreta entre dichos caracteres. Es decir, sirve para conocer si hay relación funcional lineal entre dos variables.

El análisis de regresión se utiliza para establecer relaciones funcionales entre una variable dependiente y una o más variables independientes, generalmente se usa para predecir el comportamiento futuro de la variable dependiente al variar otra cuya relación se haya determinado.

Los caracteres correlacionados son de interés, primero por las causas genéticas de la correlación, que es la acción pleiotrópica de los genes, es decir, es la propiedad de un gen merced a la cuál afecta a dos o más caracteres. El grado de correlación producido por la pleiotropía expresa la magnitud por medio de la cual dos caracteres están influenciados por los mismos genes.

También son de interés, por su conexión con los cambios producidos por la selección, es importante conocer como el mejoramiento de un carácter va a causar cambios simultáneos en otros caracteres.

El coeficiente de correlación es un valor que indica el grado de

asociación existente entre dos caracteres, es un número abstracto que no tiene relación con las unidades en que se mide el carácter. La asociación entre dos caracteres que puede ser observada directamente es la correlación de los valores fenotípicos o correlación fenotípica.

Por otra parte, el coeficiente de regresión nos muestra la proporción en que cambia la variable dependiente por cada unidad en que varíe la variable independiente, y utiliza las unidades empleadas en la medición de las mismas.

Ambos coeficientes están estrechamente relacionados pero proporcionan diferentes interpretaciones, la correlación mide la asociación lineal existente entre dos variables, mientras que el coeficiente de regresión mide el tamaño del cambio en Y, el cual puede ser predicho cuando cambia una unidad la variable independiente.

Del análisis de regresión también se obtiene el coeficiente de determinación R^2 que nos indica qué proporción de la variación en Y es atribuible a la variación en X; el complemento a 100 señala el porcentaje atribuible a otras causas como son el medio ambiente, factores genéticos etc.

A continuación los resultados serán presentados para cada uno de los caracteres analizados en el presente trabajo.

Rendimiento

Para este carácter, no existe diferencia significativa entre los materiales usados (Tabla 5 del Apéndice), habiendo obtenido un coeficiente de variación del 21% considerado como aceptable.

Dentro de los materiales más sobresalientes se encuentran la variedad local Tecmon-3 y el híbrido GH-285, con 1388 y 1379 kg/ha respectivamente y la variedad con el menor promedio fue la variedad Sereno, con un valor de 980.73 kg/ha. La media del experimento fue de 1259.51 kg/ha.

Diámetro de tallo

Existe una diferencia altamente significativa entre los genotipos evaluados (Tabla 5 del Apéndice), con un coeficiente de variación de 8.7 siendo aceptable.

Las variedades de mayor promedio fueron los materiales Sereno y D0-725 con un valor de 2.55 y 2.32 cm respectivamente. Mientras que los testigos, las variedades Tecmon 1 y 2, obtienen el promedio más bajo en el último grupo estadístico con 1.94 y 1.91 cm en el mismo orden; el resto de los materiales mostraron diámetros de tallo regular (Tabla 6 del Apéndice).

Diámetro de capítulo

El tamaño de capítulo por ser un carácter altamente correlacionado con rendimiento, ha sido empleado en algunos experimentos como indicador del rendimiento por parcela cuando han ocurrido daños por pájaros al momento de cosechar.

Al igual que el carácter anterior, existe una diferencia significativa entre variedades como podemos apreciar en la Tabla 5 del Apéndice.

Al efectuar la prueba de DMS para los valores promedio, se establecen tres grupos estadísticamente diferentes con los materiales evaluados; el primero de ellos se compone por variedades de capítulo grande, formado por la variedad D0-725 y Victoria con 16.52 y 14.88 cm respectivamente; mientras que el último grupo estadístico se forma por variedades de capítulo pequeño donde esta uno de los testigos, la variedad Tecmon-2 con un valor de 12.81 cm. El resto de los materiales presenta tamaños regulares de capítulo (Tabla 7 del Apéndice).

Semilla por capítulo

Existe una diferencia significativa entre los materiales usados, existiendo un coeficiente de variación de 7.79 que es aceptable (Tabla 5 del Apéndice).

En la Tabla 8 del Apéndice, la prueba de medias por el DMS nos establece que los materiales con mayor cantidad de semilla son los híbridos GH-285 y las variedades Primavera, Sereno y el testigo Tecmon-3; mientras que las variedades DO-725, Victoria, los testigos Tecmon 1 y 2 presentaron menor cantidad de semilla en sus capítulos.

La variedad DO-725 que obtiene el promedio más alto en tamaño de capítulo se encuentra entre los materiales de poca semilla, lo cual al parecer es contradictorio; sin embargo, esto se explica por la razón que en el conteo solo entraban semillas con almendra y este material presentó un alto porcentaje de avanamiento.

Peso de cien semillas

En la Tabla 5 del Apéndice, se puede apreciar que existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, habiendo obtenido un coeficiente de variación de 11.16 resultando aceptable este resultado.

Las variedades locales incluidas como testigos en el experimento, la Tecmon 1, 2 y 3 presentan los valores más altos para este carácter con 5.73, 6.13, 5.52 g respectivamente, conformando el primer grupo estadístico. El híbrido GH-485 obtiene el promedio más bajo con un valor de 3.64 g (Tabla 9 del Apéndice). La media del experimento fue de 4.79 g.

Altura de planta

Para altura de planta existe diferencia altamente significativa entre los materiales utilizados (Tabla 5 del Apéndice). Obteniendo un coeficiente de variación de 7.36 siendo aceptable.

Al efectuar la prueba de DMS para los valores promedio, se establecen cuatro grupos estadísticamente diferentes, el primer grupo se encuentra formado solo por la variedad Sereno que presenta el promedio más alto con 176.63 cm, mientras que el promedio más bajo corresponde a la variedad DO-725 con 122.03 cm. Los testigos mostraron tener alturas regulares con promedios de Tecmon-1, 127.11 cm; Tecmon-2, 129.46 cm y Tecmon-3 con 132.97 cm y la cual los hace susceptibles de cosecha mecánica por ser de altura mediana y buenas rendidoras (Tabla 10 del Apéndice).

Número de hojas totales

Para este caracter la Tabla 5 del Apéndice, nos señala que existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 4.74 resultando aceptable.

En la Tabla 11 del Apéndice la prueba de DMS nos determina que el material que desarrolló más hojas es la variedad Sereno, con un promedio de 38.5 hojas; mientras que el testigo la variedad Tecmon-2 presenta el menor número de hojas totales, con un valor de 28 hojas. El promedio del experimento fue de 30.389 hojas totales.

Días a emergencia

En este caracter no existe diferencia estadística entre los materiales, es decir, estadísticamente las variedades e híbridos se comportan igual en cuanto a días a emergencia formando un grupo homogéneo. El coeficiente de variación obtenido es de 17.5 resultando aceptable (Tabla 5 del Apéndice).

Los materiales con más días a emergencia fueron las variedades DO-725 y Primavera con un promedio de 8.75 días y el híbrido GH-285, los testigos Tecmon 1 y 3 presentan los menores días a emergencia, con un valor de 6.75 días.

Días a floración

Para esta característica hubo alta significancia entre los tratamientos, donde el coeficiente de variación según nos muestra la Tabla 5 del Apéndice, es de 1.72.

Para la comparación de promedios, la prueba de DMS nos establece seis grupos estadísticamente diferentes, donde la variedad Sereno presenta el mayor promedio con 79.75 días a floración, lo cual coincide ya que este material es el que muestra el mayor desarrollo vegetativo. Las variedades con menos días a floración son los testigos Tecmon 1 y 2, con 64.25 días y Tecmon-3 con 65.75 días, constituyendo el mejor grupo estadístico para este caracter (Tabla 12 del Apéndice).

Días a madurez fisiológica

La Tabla 5 del Apéndice, señala que para este caracter hay alta significancia entre las variedades e híbridos, habiendo obtenido un coeficiente de variación de 2.24, resultando confiable este resultado.

Al realizar la prueba de DMS nos arroja cinco grupos diferentes, donde la variedad Sereno nuevamente obtiene el promedio más alto para este caracter, con un valor de 88.25 días; resultando ser el material más tardío. Los híbridos GH-285 y GH-485 presentaron un ciclo intermedio y los materiales más precoces son los testigos, las variedades Tecmon 1 y 2 y 3 con 72, 72.25 y 71.50 días respectivamente (Tabla 13 del Apéndice).

Días a madurez comercial

En este caracter existe una diferencia altamente significativa en tre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2.20, siendo aceptable (Tabla 5 del Apéndice).

La comparación de promedios efectuada por la prueba de DMS, nos define cinco grupos estadísticos, el primero lo forma la variedad Sereno que tiene el valor promedio más alto con 97 días a madurez, confirmando su madurez tardía. Los híbridos mostraron una maduración intermedia y los materiales precoces son los testigos, Tecmon-1, 2 y 3 con 84.25; 86.75 y 85.50 días respectivamente, al igual que las variedades DO-725 y Victoria (Tabla 14 del Apéndice).

Correlaciones Fenotípicas

Las correlaciones se efectuaron entre todos los caracteres analizados en el estudio, con el propósito de determinar cómo es la relación funcional existente entre ellos; según nos muestran los datos tomados en el experimento.

Prestando una mayor atención a la relación del rendimiento de semilla con los demás caracteres independientes, para determinar cuál de

ellos están más asociados con esta característica de importancia económica. Y observar, posteriormente la relevancia que tiene cada uno de ellos en la determinación del rendimiento, al efectuar los análisis de regresión múltiple.

Cotejando los resultados obtenidos en la Tabla 15 del Apéndice, encontramos que existe una asociación significativa entre el rendimiento, con los caracteres días a madurez fisiológica y días a madurez comercial siendo esta relación negativa, lo cual puede interpretarse como el rendimiento disminuye a medida que aumenta el ciclo vegetativo del cultivo.

El valor de correlación más alto corresponde al diámetro de capítulo, que se relaciona altamente significativa con rendimiento, definiendo que entre más grandes sean los capítulos de la planta, mayores son los rendimientos.

Pathak (22) y Lakshmanaiah (16) mencionan que el diámetro de capítulo es el carácter que tiene una mayor influencia positiva en la producción de semilla.

Para los caracteres semillas por capítulo y peso de cien semillas, sucede algo similar al encontrarse correlacionados altamente significativa con el rendimiento, afectandolo en forma positiva.

Lo mismo pasa para el diámetro de tallo y altura de planta, existiendo una asociación altamente significativa con el rendimiento de semilla, resultando positiva dicha asociación.

Chandra (9) y Skoric (27) reportan que el rendimiento está correlacionado fenotípica y genotípicamente con estos dos caracteres.

Además se determina que las plantas altas, obtienen un mayor número de hojas totales, producen capítulos de mayor tamaño con un contenido mayor de semillas y consecuentemente, rendimientos superiores. Con respecto a los días a madurez fisiológica y comercial, se observa que a medida que se incrementa el ciclo de vegetación, las variedades desarrollan una mayor altura y hojas totales.

En cuanto a algunas de las correlaciones encontradas entre los caracteres independientes, se determina que el diámetro de capítulo se relaciona significativamente con semillas por capítulo, peso de cien semillas, hojas totales y altura de planta, donde incrementos de este carácter ocasionan cambios positivos en los demás, a excepción del peso de cien semillas, el cual se ve disminuído.

El coeficiente de correlación más alto es para el diámetro de tallo, donde la asociación es altamente significativa, lo que indica que los capítulos grandes requieren de plantas con tallos gruesos que soporten su peso.

Algunas otras relaciones de importancia son las existentes entre el peso de cien semillas y los días a madurez comercial, donde encontramos que dicho peso se ve disminuído a medida que se retarda la madurez del capítulo; resultando afectado de la misma manera cuando las semillas por capítulo y el diámetro de éste son mayores.

Regresión Múltiple

Después de establecer las correlaciones entre los caracteres considerados y de observar cómo es la relación funcional de éstos con el rendimiento, que en este caso representa la variable dependiente.

El análisis de regresión múltiple nos permitió determinar qué caracteres independientes, que mostraron una correlación significativa, están afectando ó contribuyendo en mayor proporción a explicar el comportamiento del rendimiento según los datos obtenidos en el experimento.

Como ya se señaló anteriormente, la correlación nos da el sentido de la asociación, la intensidad y significancia de los caracteres independientes con el rendimiento; pero sin embargo, no nos indica qué tanto varía en promedio cuando cambia algún componente de éste.

Por esta razón, el objetivo de hacer este análisis fue el de identificar qué componentes del rendimiento de semilla adquieren mayor impor

tancia en la determinación del mismo. Obteniendo un modelo de regresión para los materiales evaluados que nos permita predecir el comportamiento futuro de este carácter de importancia económica.

Es necesario señalar que primeramente se estableció un modelo de regresión en general para todos los caracteres estudiados y enseguida se formaron dos grupos con éstos, caracteres morfológicos y caracteres fisiológicos para efectuar nuevamente una regresión múltiple para cada grupo y determinar la relevancia de estos parámetros con el rendimiento.

El modelo de regresión múltiple empleado fue el siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_{10} X_{10}$$

Donde:

Y = es la variable dependiente

β_0 = es el punto donde interseca el eje de las ordenadas

$\beta_1 \dots \beta_{10}$ = coeficientes de regresión

A continuación se procederá a hacer mención de los modelos de regresión definidos, pero antes es necesario dar a conocer el significado de las literales empleadas en los mismos.

Y = rendimiento de semilla, X1 = diámetro de capítulo; X2 = semillas por capítulo; X3 = peso de cien semillas; X4 = diámetro de tallo; X5 = número de hojas totales; X6 = altura de planta; X7 = días a emergencia; X8 = días a floración; X9 = días a madurez fisiológica y X10 = días a madurez comercial.

Como se puede apreciar en la Tabla 16 del Apéndice, todos los caracteres independientes presentan una regresión altamente significativa con el rendimiento de semilla, es decir, al parecer todos ellos adquieren importancia en la expresión de este carácter; sin embargo, para fines prácticos el coeficiente de determinación R^2 es el que nos da la pauta para identificar qué caracteres conforman el modelo de regresión.

Constituyendo dicho modelo solo aquellos caracteres que muestran

cambios significativos en R^2 y descartando aquellos donde los incrementos en el coeficiente de determinación no son los suficientemente grandes para considerar lo contrario.

Lo anterior se justifica en el sentido de que es más conveniente y práctico tener modelos con pocos caracteres independientes, para su mejor interpretación y no donde se incluya un número grande, ya que se tornaría más complicado.

El modelo de regresión múltiple que resulta para los caracteres considerados en este experimento, según la Tabla 16 del Apéndice es el siguiente:

$$Y = -2068.399 + 103.092X_1 + 229.936 X_3 + 1043.819 X_2$$

donde podemos apreciar que el rendimiento de semilla está determinado principalmente por los componentes, diámetro de capítulo (X_1), peso de cien semillas (X_3) y semillas por capítulo (X_2), siendo el efecto de estos caracteres positivo sobre el rendimiento, lo cual coincide con las correlaciones definidas entre los caracteres citados.

Según el coeficiente de regresión para X_1 , nos señala que por cada cm de incremento en el diámetro de capítulo, el rendimiento es afectado favorablemente con 103.092 kg/ha. En forma análoga, se interpretan los coeficientes de regresión para X_2 y X_3 .

Después de establecer este modelo, se efectuó el análisis de regresión para los caracteres morfológicos y fisiológicos.

En el primer caso, se identifica a todos los componentes morfológicos como determinantes en el rendimiento, como se puede ver en la Tabla 17 del Apéndice; sin embargo, a los que toman mayor relevancia según R^2 , son los mismos citados en el modelo anterior. Consecuentemente el modelo de regresión múltiple para estos caracteres es el mismo.

Para el segundo caso, la Tabla 18 del Apéndice nos determina que los caracteres fisiológicos también presentan una regresión altamente significativa con el rendimiento de semilla; pero los que toman una ma-

por importancia en la expresión de este carácter son los días a madurez comercial (X10) días a emergencia (X7) y días a madurez fisiológica (X9) como nos indica R^2 .

Por lo tanto, el modelo de regresión múltiple para los componentes fisiológicos del rendimiento según la Tabla 18 del Apéndice es el siguiente:

$$Y = 1522.928 - 5.231 X_{10} - 3.100 X_9 + 2.974 X_7$$

del cual se puede concluir que el rendimiento de semilla es afectado por los caracteres X10 y X9 en forma negativa, con una proporción de 5.231 y 3.100 kg/ha respectivamente por cada día que se retarda más la madurez del cultivo. Mientras que los días a emergencia mantienen un efecto positivo con un coeficiente de regresión de 2.974. Tales resultados son corroborados con las correlaciones encontradas entre estos caracteres. Estos modelos son válidos para todos los materiales evaluados, ya que se generaron a partir de observaciones que estos arrojaron.

Una observación que es necesario señalar, es el hecho de que en los modelos el número de caracteres determinantes en mayor grado del rendimiento es de tres; sin embargo, estos están expuestos a ser modificados de acuerdo a la interacción particular genotipo-ambiente que es cambiante en los años, ciclos y localidades, cobrando importancia; por lo tanto, otros caracteres distintos a éstos. También es importante mencionar que al confrontar los caracteres que mostraron tener una mayor intensidad de asociación con el rendimiento de semilla; con los modelos de regresión obtenidos, vemos que existe similitud entre ambos al involucrar a estos mismos caracteres.

V. DISCUSION

Observando los resultados obtenidos en el presente estudio y tomando como referencia algunos trabajos similares efectuados en diferentes localidades, podemos apreciar algunas similitudes en ciertos aspectos y divergencias en otras. Esto puede explicarse debido a la diferencia de materiales genéticos involucrados en dichos trabajos, así como también a las condiciones ambientales bajo las cuales son manejados en estos experimentos, donde la interacción genético-ambiental provoca una serie de divergencias en los resultados obtenidos aún en estudios realizados en el mismo año.

No obstante, los resultados de este trabajo coinciden con los estudios efectuados por Martínez H. (19) en evaluaciones de variedades e híbridos en Apodaca, N.L., determinando que las variedades locales, la Tecmon-1, 2 y 3 muestran rendimientos satisfactorios con promedios de 887.8, 1010 y 1016.4 kg/ha en el mismo orden.

En el presente trabajo aunque estadísticamente los materiales tienen el mismo comportamiento en el rendimiento; los mejores promedios son obtenidos por dos de las variedades locales y un híbrido, resultando ser la Tecmon 2 y 3 con 1365 y 1388 kg/ha y el GH-285 con un valor de 1379 kg/ha. Como podemos apreciar, estos rendimientos son superiores con respecto al estudio de Martínez H. (19) siendo la posible causa las condiciones de temporal favorables que prevalecieron durante el período de desarrollo del experimento.

Resultados similares fueron obtenidos por Villanueva (32) al señalar a la variedad Tecmon-1 como una de las mejor adaptadas a la región de Salinas Victoria, N.L. con un rendimiento de 2507 kg/ha.

Además, estos autores coinciden con Suárez (28) y Tovias (29) en señalar que los materiales con mayor producción de semilla son aquellos que presentan alturas regulares y diámetros de capítulo mayores, donde este resultado es parcialmente similar según las determinaciones obtenidas en el presente trabajo. Ya que en éste, las variedades Tecmon 2 y 3 y el híbrido GH-285 que fueron las de mejor rendimiento mostraron una

tendencia hacia alturas regulares, con promedios de 129.46; 132,97 y 135.55 cm respectivamente, y presentaron capítulos relativamente pequeños con valores de 12,81; 13,81 y 14,69 cm; con respecto a los demás materiales, lo cual al parecer contradice esta conclusión; sin embargo, es to puede explicarse en el sentido de que aunque el diámetro de capítulo es un caracter muy correlacionado con rendimiento, no necesariamente las variedades con capítulos grandes son las más rendidoras.

Corroborando esta explicación, con el comportamiento de las variedades DO-725 y Victoria que arrojaron los mejores tamaños de capítulo con 16.52 y 14.88 cm en el mismo orden; sin embargo, se situaron en las posiciones quinta y cuarta en producción de semilla respectivamente.

Otra observación que cabe señalar, es la variación existente en los días a floración y sobre todo, en los días a madurez comercial, donde las variedades locales conforman el mejor grupo para estos caracteres lo cual es una característica de suma importancia en estas zonas de temporales raquíuticos. Siendo las más precoces con promedios de 84.25; 86.75 y 85.5 días a madurez respectivamente, coincidiendo estos valores con los obtenidos en los estudios efectuados por Martínez H. (19) y Padilla (21), donde estos materiales conforman el mejor grupo con 83 días a madurez comercial.

Por otro lado, la variedad Sereno resultó ser el material más tardío con un promedio de 97 días a madurez, lo que la pone en situación desventajosa con las variedades locales, por tratarse de zonas donde la principal limitantes es la falta de agua y el ciclo vegetativo es una de las alternativas más viables para dichas regiones. Además de que las cosechas se ven afectadas en menor proporción por factores climáticos o plagas y enfermedades a medida que la planta permanece menos tiempo sobre el terreno.

Fundamentando lo anterior, el estudio de Canales (8) donde logra definir que los materiales más precoces tienen una tendencia a ser más rendidores. Manifestándose esta misma tendencia de rendimiento con respecto a la madurez en el presente trabajo, resultando los materiales Tecmon 2 y 3 y el híbrido GH-285 estar entre los más precoces y alcanzar

los mejores rendimientos; mientras que la variedad Sereno es la más tar
día y obtiene el más bajo promedio en producción de semilla con 980.73
kg/ha.

Apoyando esta tendencia, las correlaciones definidas, así como
las regresiones múltiples realizadas entre estos dos caracteres, donde
nos señalan que el rendimiento se correlaciona negativamente con el pe-
ríodo vegetativo de las variedades, resultando disminuido en 5.231 kg/ha
para cada día que la variedad es más tardía.

Respecto a la altura de planta, Padilla (21) menciona a las varie
dades Tecmon 1, 2 y 3 como los materiales de menor altura, con valores
promedio de 1.02, 1.07 y 1.18 m respectivamente y de igual forma, mues-
tran el menor número de hojas desarrolladas. Obteniendo algo similar en
este estudio, pues estas variedades presentaron alturas regulares con
promedios de 127.11; 129.46 y 132.97 cm en el mismo orden y con un núme-
ro regular de hojas desarrolladas. Esto coincide con el período vegetati
vo, ya que estos materiales por encontrarse entre los más precoces mani-
fiestan estas características, mientras que la variedad Sereno como po-
demos apreciar es el material más tardío y presenta caracteres propios
de su ciclo vegetativo, como son el haber obtenido los más altos prome-
dios en altura de planta y hojas totales en el experimento con valores
de 176.63 cm y 38.5 respectivamente, representando una buena alternativa
de uso forrajero.

En lo que se refiere al diámetro de capítulo, Martínez H (19) en-
cuentra a las variedades Tecmon 2 y 3 entre los materiales con mayor ta-
maño de capítulo, con promedios de 11.87 y 13.37 cm respectivamente;
mientras que en este estudio estos materiales obtienen valores similares
con promedios de 12.81 y 13.81 cm en el mismo orden. Sin embargo, forma
ron el grupo de los genotipos con capítulos pequeños ya que son supera--
dos por otras variedades; pero esto no fue impedimento para que se encon
traran las de mejor producción, ya que manifestaron otros caracteres
muy correlacionados con rendimiento.

Para otras características se observó gran variación entre los ge
notipos evaluados, tal es el caso del diámetro de tallo y peso de cien

semillas; donde las variedades locales muestran los mejores promedios en producción de semilla, por obtener los valores más altos en cuanto al peso de cien semillas que es uno de los caracteres que influye marcadamente sobre el rendimiento.

Como podemos apreciar, existen algunas divergencias de los resultados del presente estudio con respecto a los trabajos similares considerados, lo que se explica por la interacción de los genotipos evaluados con el ambiente que prevaleció durante el desarrollo del experimento por una parte y por la otra, debido a la variación en cuanto a las condiciones ambientales bajo las cuales son manejadas (espaciamientos entre surcos y plantas, temporal o riego, etc.).

Por tal motivo, es difícil que cuando se prueban diferentes genotipos en un experimento, los resultados coincidan, ya que la misma heterogenidad genotípica de los materiales y el ambiente prevaleciente en los estudios, provocan un enmacaramiento de los resultados; por ello si se comparan estos resultados con los obtenidos por otros autores, vemos que hay algunas similitudes y otras divergencias.

Abordando las correlaciones encontradas entre los caracteres analizados y confrontandolos con los resultados de otros trabajos, verificamos lo mencionado anteriormente.

No obstante, como podemos apreciar en la Tabla 19 del Apéndice, las correlaciones encontradas para los caracteres considerados en los trabajos de Chandra (9) y Lakshmanaiah (16), son las que más concuerdan con las obtenidas en este estudio y coinciden en señalar a los caracteres: diámetro de capítulo, diámetro de tallo, peso de cien semillas, altura de planta, semillas por capítulo y días a floración como los más correlacionados positivamente con rendimiento, a excepción de los días a floración que presenta una correlación negativa.

Otra observación que cabe señalar es el hecho de que el caracter días a madurez, la mayor parte de los autores coinciden en presentarlo, correlacionado positivamente con rendimiento, lo cual no concuerda con los resultados de las correlaciones del presente estudio, donde esta ca-

racterística muestra una correlación negativa con rendimiento, apoyando esta información el trabajo de Villanueva (32).

Por otro lado, también es importante mencionar que en los análisis de correlación de estos trabajos, detectan al diámetro de capítulo como el carácter que adquiere mayor importancia en la determinación del rendimiento; observándose esta misma relevancia en este estudio, ya que fue el carácter con el mayor coeficiente de correlación (0.6716) siendo altamente significativo.

Corroborando esta determinación los trabajos de Suárez (28) y Tovías (29), donde las regresiones simples efectuadas entre estos dos caracteres, confirman las conclusiones anteriores.

Además esta importancia se observa en los modelos de regresión múltiple obtenidas, donde se señala que dentro de los caracteres morfológicos que adquieren mayor relevancia en la expresión del rendimiento, en orden descendente son: diámetro de capítulo, peso de cien semillas y semillas por capítulo.

Respecto a la influencia de los caracteres fisiológicos en el rendimiento, determinamos que se encuentra afectado en forma significativa por los días a floración y días a madurez y como se puede apreciar en los modelos, la producción de semilla se ve disminuida en una proporción de 5.231 kg/ha por cada día que la variedad es más tardía; lo que representaría una pérdida de 0.1 g/planta.

Algo similar es obtenido por Dyakov (11), que determina que por cada día que la variedad fuera más tardía, el rendimiento por planta disminuía 1 g, excediendo a la proporción establecida en este trabajo con 0.9 g por lo que el efecto de los días a madurez sobre el rendimiento es más drástico en su estudio.

La importancia de conocer las correlaciones y regresiones múltiples de estos caracteres con el rendimiento, es en el sentido de que se les debe dar énfasis en los programas de mejoramiento encaminados a incrementar la producción de semilla, ya que podría ser algunas veces lo-

grar un progreso más rápido bajo selección para una respuesta correlativa que a través de la selección del carácter deseado. Es decir, selección aplicada a un carácter diferente del que se desea mejorar.

Rendimiento por variedad en relación con los demás caracteres considerados

Aunque estadísticamente las variedades e híbridos evaluados presentaron un comportamiento similar en el rendimiento, es decir, formaron un grupo homogéneo para este carácter, sería conveniente analizar cuáles de ellos acumulan más caracteres favorables para las condiciones ecológicas de Marín, N.L.

Por lo que respecta a la variedad Tecmon-3 que fue el material más sobresaliente en rendimiento con 1388.02 kg/ha, encontramos que es una de las que obtuvieron un buen promedio en el número de semillas por capítulo así como también obtuvo uno de los mayores pesos de cien semillas con un valor de 5.52 g; sin embargo, se sitúa dentro de las de menor tamaño de capítulo con 13.81 cm y como uno de los materiales más precoces, obteniendo un promedio de 85.5 días a madurez comercial. Por lo cual es una variedad que manifiesta caracteres que están correlacionados con rendimiento. Se puede apreciar también que presenta un número regular de hojas desarrolladas, de donde podemos deducir que es un material que tiene buena eficiencia fotosintética.

Por otro lado, la variedad Sereno que se encuentra en la menor producción de semilla, con 980.73 kg/ha, observamos que obtiene uno de los menores pesos de cien semillas y de semillas por capítulo; además de ser un material muy tardío con 97 días a madurez comercial, no siendo recomendable para la zona. No obstante, determina el mayor promedio en altura de planta y hojas totales con 176.63 cm y 38.5 hojas, lo que nos indica que se trata de una variedad de baja eficiencia fotosintética; sin embargo, representa una buena alternativa para usos forrajeros.

El híbrido GH-285 se consideró entre uno de los de buen rendimiento

to de semilla con 1379.69 kg/ha manifestando características favorables como un buen promedio en el tamaño de capítulos con 14.69 cm y la mayor cantidad de semilla por capítulo. Pero encontrándose entre los de menor peso de cien semillas con 4.16 g y obteniendo un ciclo de maduración comercial de 87.25 días, situándose en un ciclo relativamente tardío. Además presenta una homogeneidad en la altura de planta con un promedio de 135.55 cm, facilitando su cosecha mecánica.

En lo que se refiere a la variedad Tecmon-2 ocupa un tercer sitio en producción de semilla con 1365.10 kg/ha, determinando el mayor promedio para peso de cien semillas con 6.13 g, no obstante, obtiene el menor diámetro de capítulo con un valor de 12.81 cm. Encontrándose entre los materiales de porte regular con 129.46 cm y 28 hojas totales, lo que nos dice que no es buena forrajera, pero sí de buena eficiencia fotosintética.

La variedad Victoria se encuentra entre las de rendimiento aceptable con 1358.51 kg/ha, determinando uno de los mejores diámetros de capítulo con 14.88 cm y un buen peso de cien semillas con 5.12 g, estadísticamente igual a la variedad Tecmon-3. Además, se clasifica dentro de los materiales más precoces con 84.75 días a madurez, representando una buena optativa para la zona. Expresando una altura de planta regular con 132.26 cm y un total de hojas de 28.5, lo que nos dice que no es buena forrajera.

Por otro lado, la variedad Tecmon-1 que también expresa una buena producción de semilla con un valor de 1326.04 kg/ha; se encontró dentro de las plantas de porte bajo con 127.11 cm, consecuentemente, las hojas totales desarrolladas fue de 28.75. Determinando un tamaño de capítulo pequeño con un promedio de 13.65 cm, pero manifestando un buen peso de cien semillas con 5.73 g además de obtener el menor número de días a maduración comercial con 84.25 días, aunque estadísticamente igual a la variedad Victoria.

Por lo que respecta a la variedad DO-725, es un material que manifiesta rendimientos relativamente bajos en comparación con las demás variedades; no obstante alcanzó el mejor promedio en diámetro de capítulo

con 16.52 cm y un buen peso de cien semillas. Además se situa entre los materiales más precoces, obteniendo la altura de planta más baja con 122.03 cm y una de los mejores promedios en hojas totales con 32, deduciendo su baja eficiencia en la fotosíntesis.

La variedad Primavera también expresa rendimientos relativamente bajos con un promedio de 1140.97 kg/ha, pero determina un buen promedio en altura de planta y hojas desarrolladas con valores de 140.69 cm y 32 respectivamente; siendo una buena alternativa para doble propósito. Además se comportó como un material relativamente tardío con 87.75 días a madurez comercial, lo que justifica su desarrollo vegetativo.

El híbrido GH-485, en producción de semilla obtiene uno de los promedios más bajos con 1136.11 kg/ha a pesar de que obtiene la mayor cantidad de semillas por capítulo; sin embargo, es el material con el menor peso de cien semillas con 3.64 g, lo que explica su comportamiento en el rendimiento. Además, obtiene una buena altura de planta con 143.91 cm aunque un bajo promedio de hojas totales con 28.25, pudiéndose emplear como material de doble propósito.

Los promedios para cada una de las variedades en los caracteres considerados, se presentan en la Tabla 4 del Apéndice.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Algunas de las conclusiones y recomendaciones que se pueden mencionar son las siguientes:

1. No existe diferencia estadística para el carácter rendimiento de semilla entre las variedades evaluadas; sin embargo, hay diferencia numérica donde los promedios más altos los tuvieron las variedades Tecmon 2 y 3 y el híbrido GH-285.
2. Se detectó diferencia estadística para el resto de los caracteres considerados en el estudio.
3. Puesto que la precocidad es una de las características de suma importancia en las zonas áridas y semiáridas, para este carácter las variedades locales se encontraron entre las más precoces mostrando su buen potencial en la zona.
4. Se observó una tendencia negativa del rendimiento con respecto al ciclo vegetativo largo de las variedades, resultando este afectado en una proporción de 5.231 kg/ha, por cada día que la variedad es más tardía en su madurez.
5. Los caracteres morfológicos que más influyen en la expresión del rendimiento son el diámetro de capítulo, peso de cien semillas y semillas por capítulo, afectandolo en forma positiva. Mientras que los días a floración, días a madurez comercial y días a emergencia son los caracteres fisiológicos que adquieren mayor relevancia en el rendimiento, siendo el efecto negativo para los dos primeros.
6. Ya que al cultivo de girasol se le atribuye ser más resistente a la sequía que otros cultivos, se recomienda repetir esta prueba pero bajo condiciones de temporal y verificar esta propiedad del girasol.
7. De acuerdo a los resultados obtenidos, los materiales más viables para la localidad son las variedades locales Tecmon 2 y 3 por mostrar características favorables para la zona como son: su precoci

cidad, el porte regular y capítulos medianos, además de su buena producción de semilla.

8. Se recomiendan seguir efectuando esta clase de trabajos donde se incluyan estos materiales genéticos y otros, para ir determinando qué variedades son las mejor adaptadas a la región.
9. Sería conveniente repetir esta evaluación por más ciclos y así, poder apreciar de una manera más segura las respuestas de las variedades.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Primavera 1987 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía en Marín, N.L.

El propósito de esta evaluación consistió en definir el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol (Helianthus annuus L.) bajo las condiciones ecológicas de la localidad, para lo cual se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos por repetición, manejando un total de 36 parcelas experimentales en el experimento, que consistieron de cuatro surcos de 8 m de largo con espaciamiento de 90 cm, con un área de 28.8 m² y la parcela útil fueron los dos surcos centrales, quedando un área de 14.4 m². El área total del experimento fue de 1134 m².

Los caracteres considerados y que fueron medidos para cada material fueron los siguientes: rendimiento de semilla, diámetro de capítulo, diámetro de tallo, semillas por capítulo, peso de cien semillas, altura de planta, número de hojas totales, días a emergencia, días a floración, días a madurez fisiológica, días a madurez comercial. Existiendo diferencia estadística para todos estos caracteres, entre los materiales evaluados, a excepción del rendimiento de semilla y días a emergencia.

En producción de semilla, los materiales que más sobresalieron fueron las variedades locales Tecmon-2 y Tecmon-3, con 1365.10 y 1388.02 kg/ha respectivamente y el híbrido GH-285 con un promedio de 1379.69 kg/ha, mientras que la variedad Sereno arrojó el menor rendimiento de semilla con 980.73 kg/ha.

En el análisis de correlación efectuado el rendimiento de semilla se correlacionó en forma positiva y significativa con los caracteres, diámetro de capítulo, semillas por capítulo, peso de cien semillas, diámetro de tallo, altura de planta y días a emergencia.

El valor de correlación más alto corresponde al diámetro de capítulo (0.6716) que es el carácter que tiene una mayor influencia positiva

en la producción de semilla. Por otra parte, se asocia en forma negativa con el ciclo vegetativo de la planta, es decir, con los días a madurez fisiológica y días a madurez comercial. Para el resto de los caracteres la correlación no fue significativa.

Al efectuar el análisis de regresión múltiple entre el rendimiento de semilla y los caracteres independientes considerados en el estudio, de fine que entre los caracteres morfológicos que adquieren mayor relevancia en la determinación del rendimiento, en orden descendente son: diámetro de capítulo, peso de cien semillas y semillas por capítulo.

Por otro lado, los caracteres fisiológicos determinantes en la expresión del rendimiento son los días a floración, días a madurez comercial y días a emergencia; siendo el efecto negativo para los dos primeros y positivo para el último caracter.

VII, BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO. Girasol: la peregrina. 1971. Agricultura de las Américas. 20(10).
2. ANONIMO. El regreso del girasol. 1977. Agricultura de las Américas. 26(7).
3. ARREDONDO-GONZALEZ, J.J. 1986. Estudio de la variabilidad de caracteres agronómicos en cinco variedades de girasol formados en el ITESM en Apodaca, N.L. Tesis profesional. ITESM. División Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
4. ALLARD, R.W. 1978. Principios de la mejora genética en las plantas. Material no publicado.
5. BRAUER, H.O. 1969. Fitogenética Aplicada. Editorial LIMUSA-Wiley, S.A. México, D.F.
6. BURLOV, V.V. 1983. Correlation analysis of some economic characters determining growth period duration and yield in sunflower. Plant Breeding Abstracts. 53(8)619.
7. BURNS, R.E. 1970. Head size of sunflower as an indicator of plot yields. Agronomy Journal. 62(2)112-113.
8. CANALES, HINOJOSA, G.H. 1979. Prueba de rendimiento de 20 genotipos de girasol en Gral. Bravo, N.L. Tesis profesional. Fac. de Agronomía. Marín, N.L.
9. CHANDRA, S. 1977. Association of morphological and physiological characters with seed yield and grain filling in sunflower. Plant Breeding Abstracts. 50(3)206.
10. DHADUK. 1985. Correlation and path-coefficient analysis in sunflower. Plant Breeding Abstracts. 50(10)884.
11. DYAKOV, A.B. 1985. Interrelation between duration of growth and yield in sunflower. Plant Breeding Abstracts. 55(10)884.
12. FALCONER, D.S. 1983. Introducción a la Genética Cuantitativa. CECSA. México, D.F.
13. GREEN, V. 1984. El girasol en la Florida. Agricultura de las Américas 33(7).
14. GUERRERO, A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
15. JOHNSON, B.J. 1972. Effect of planting date on sunflower yield, oil, plant characteristics. Agronomy Journal. 72(11)745-747.

16. LAKSHMANAIAH, V.H. 1980. Path coefficient analysis of seed yield in sunflower. *Plant Breeding Abstracts*. 51(8)9886.
17. LEES, P. 1982. El brillante girasol. *Agricultura de las Américas*. 31(5).
18. MARQUEZ, S.F. 1976. El problema de la interacción genético ambiental en genotecnia vegetal. Ediciones Patena, A.C. México, D.F.
19. MARTINEZ-HINOJOSA, H.S. 1986. Prueba de adaptación, comparación del rendimiento y porcentaje de aceite de 32 variedades e híbridos de girasol de Sudáfrica, Australia, Hungría y México en Apodaca, N.L. Tesis profesional. ITESM. División Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
20. MARTINEZ-SEPULVEDA, J.A. 1986. Prueba de adaptabilidad y rendimiento de 29 variedades e híbridos de girasol procedentes de Rumania y México en Apodaca, N.L. Tesis profesional. ITESM. División Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
21. PADILLA-VALENCIA, L.A. 1986. Prueba de adaptabilidad, rendimiento y porcentaje de aceite de 30 variedades e híbridos de girasol procedentes de Argentina, Estados Unidos, Yugoslavia y México en Apodaca, N.L. Tesis profesional. ITESM. División Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
22. PATHAK, R.S. (s.a.). Yiled components in sunflower. *Plant Breeding Abstracts*.
23. POEHLMAN, J.M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial LIMUSA. México, D.F.
24. REYES, C.P. 1985. Fitogenética básica y aplicada. Editorial Agteditor, S.A. México, D.F.
25. ROBLES, S.R. 1981. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA. México, D.F.
26. SOCIEDAD MEXICANA DE FITOGENETICA, A.C. 1978. Análisis de los recursos genéticos disponibles a México. Chapingo, México, D.F.
27. SKORIC, D. 1978. Correlation among the most important characters of sunflower in F_1 generation. *Plant Breeding Abstracts*. 48(8)382.
28. SUAREZ, G.L. 1973. Prueba de adaptación y rendimiento de 10 variedades de girasol en la Hacienda de la Cáscara, Mpio. de Montemorelos, N.L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía. Marín, N.L.
29. TOVIAS ALFARO, F. 1972. Prueba de adaptación y rendimiento de 9 variedades de girasol en la región de Gral. Escobedo, N.L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía. Marín, N.L.

30. UNGER, P.W. 1980. Planting date effects on growth, yield and oil of irrigated sunflower. *Agronomy Journal*. 72(11)914-916.
31. VARSKHNEY, S.K. 1978. Correlation and path-coefficient analysis in sunflower. *Plant Breeding Abstracts*. 49(3)164.
32. VILLANUEVA-FRAUSTRO, V.M. 1980. Comportamiento agronómico de 14 variedades de girasol en el ejido colectivo San Nicolas de los Garza, municipio de Salinas Victoria, N.L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía, Marín, N.L.
33. WILSIE, P.C. 1966. Cultivos: aclimatación y distribución. Traducción G.M. Serrano. Zaragoza, España. Acribia.

IX. A P E N D I C E

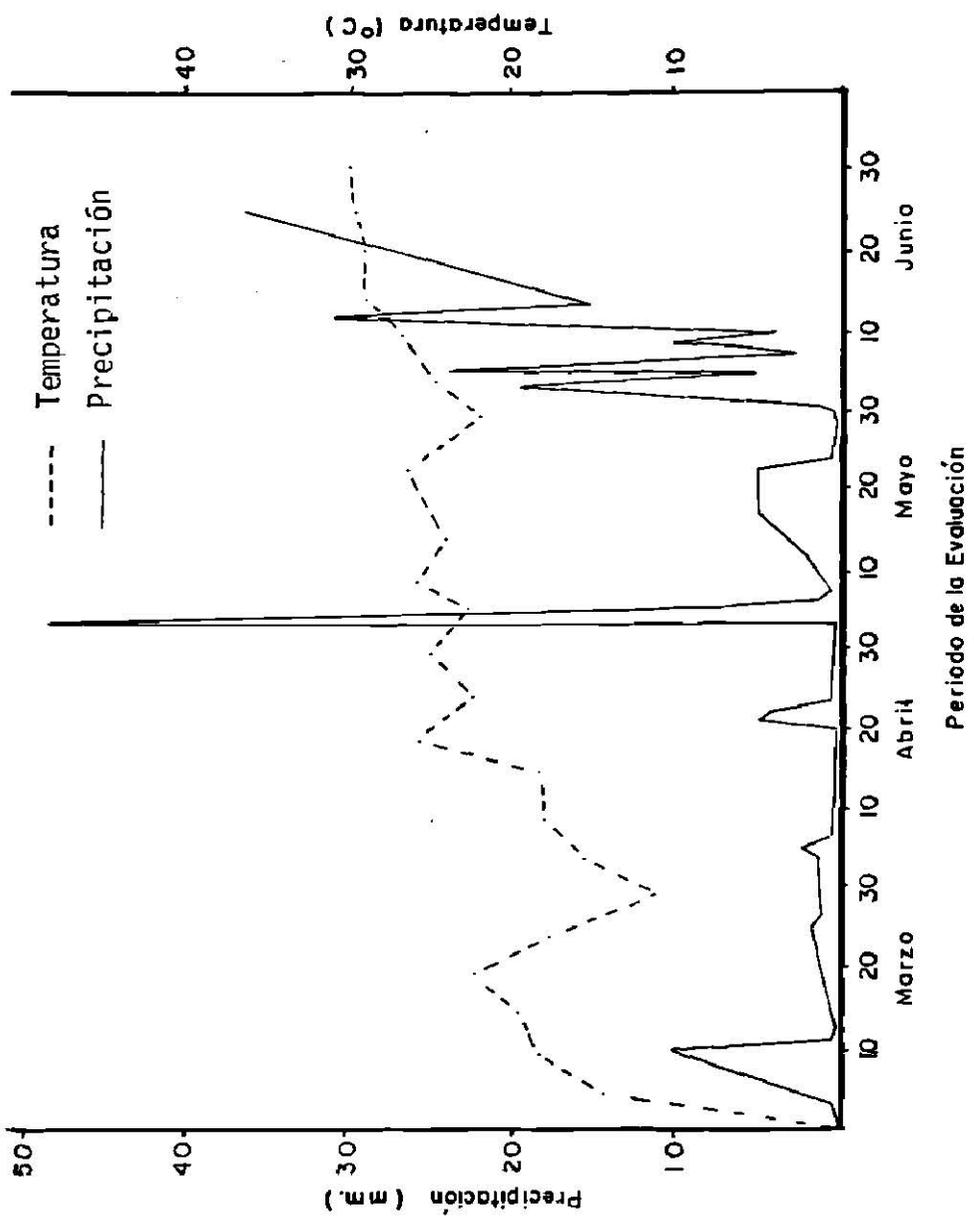
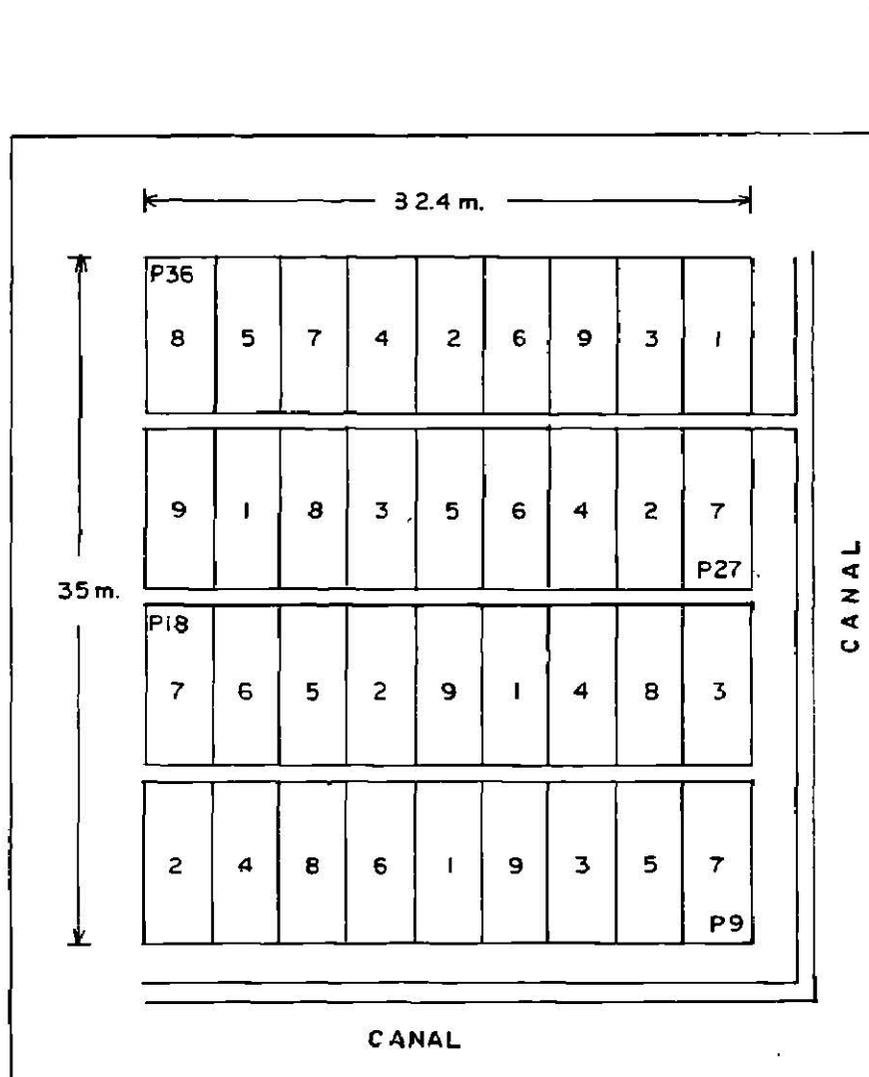


Figura 1. Gráfica de temperatura y precipitación pluvial que se registraron durante el establecimiento del cultivo en el campo.

Tabla 1. Croquis del experimento del comportamiento agronómico de tres variedades y dos híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) mostrando las dimensiones del área experimental y la distribución de los tratamientos en las parcelas.



TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	GH- 485
2	GH- 285
3	SERENO
4	VICTORIA
5	DO- 725
6	PRIMAVERA
7	TECMON 1
8	TECMON 2
9	TECMON 3

Tabla 2. Equivalencia simbólica de los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

- Y = Rendimiento de semilla
 - X1 = Diámetro de capítulo
 - X2 = Semillas por capítulo
 - X3 = Peso de cien semillas
 - X4 = Diámetro de tallo
 - X5 = Número de hojas totales
 - X6 = Altura de planta
 - X7 = Días a emergencia
 - X8 = Días a floración
 - X9 = Días a madurez fisiológica
 - X10 = Días a madurez comercial
-

Tabla 3. Estadísticos más importantes de los caracteres estimados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

Caracter	Valor Máximo	Valor Mínimo	Rango	Desv. Estandar	Media	C.V. = $\frac{\text{Desv. estandar}}{\text{media}} \times 100$
Y	1966.67	440.97	1525.69	381.98	1259.51	30.33
X1	18.31	9.88	8.43	2.11	14.37	14.68
X2	1067.00	422.00	645.00	142.72	714.00	19.99
X3	6.69	3.09	3.60	0.95	4.79	19.83
X4	2.95	1.33	1.62	0.45	2.15	20.93
X5	41.00	25.00	16.00	3.62	30.39	11.91
X6	204.90	95.53	109.37	26.72	137.85	19.38
X7	11.00	5.00	6.00	1.76	7.86	22.39
X8	81.00	62.00	19.00	4.66	68.53	6.80
X9	89.00	70.00	19.00	5.13	75.89	6.76
X10	99.00	83.00	16.00	4.11	87.36	4.70

Tabla 4. Concentración de los valores promedio para todos los caracteres consideradas en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

Tratamiento	Altura planta (cm)	Número hojas	Diámetro tallo (cm)	Diámetro capítulo (cm)	Semillas por capítulo	Peso 100 semillas (g)
GH-485	143.91	28.25	2.04	14.02	844.25	3.64
GH-285	135.55	29.25	2.23	14.69	850.25	4.16
Sereno	176.63	38.50	2.55	14.63	745.75	3.88
Victoria	132.26	28.50	2.20	14.88	639.00	5.12
DO-725	122.03	32.00	2.32	16.52	654.50	4.64
Primavera	140.69	30.25	2.16	14.31	747.00	4.31
Tecmon-1	127.11	28.75	1.94	13.65	607.75	5.73
Tecmon-2	129.46	28.00	1.91	12.81	623.50	6.13
Tecmon-3	132.97	30.00	2.05	13.81	714.00	5.52

Tratamiento	Días a Emergencia	Días a Floración	Días a Madurez Fisiol.	Días a Madurez Comercial	Rendimiento Unitario (kg/ha)
GH-485	8.00	69.00	74.75	88.00	1136.11
GH-285	6.75	67.75	75.75	87.25	1379.69
Sereno	8.75	79.75	88.25	97.00	980.73
Victoria	9.00	66.50	74.50	84.75	1358.51
DO-725	8.75	70.00	75.75	85.00	1260.42
Primavera	8.75	69.50	78.25	87.75	1140.91
Tecmon-1	6.75	64.25	72.00	84.25	1326.04
Tecmon-2	7.25	64.25	72.75	86.75	1365.10
Tecmon-3	6.75	65.75	71.50	85.50	1388.02

Tabla 5. Concentración de los cuadrados medios de las tablas de ANVA para los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

	Diámetro capítulo	Diámetro tallo	Semillas por capítulo	Peso 100 semillas	Altura planta	Número hojas totales	Días a emergen cia
CM Tratamiento	4.338	13.06	11.55518	3.068	1022.352	43.194	3.882
CM Error	1.555	0.836	4.29710	0.286	102.902	2.074	1.891
F. calculada	2.725*	15.622**	2.689**	10.727**	9.935**	20.826**	2.053NS
C.V.	8.68	8.70	7.79	11.16	7.36	4.74	17.50

	Días a Floración	Días a Madurez Fisiológica	Días a Madurez Comercial	Rendimiento unitario	F (.05)	F (.01)
CM Tratamiento	89.153	104.632	59.694	81666.375	2.36	3.36
CM Error	1.394	2.882	3.704	71820.0		
F. calculada	63.955**	36.305**	16.116**	1.137NS		
C.V.	1.72	2.24	2.20	21.27		

** = Existe diferencia altamente significativa

* = Existe diferencia significativa

NS = No existe diferencia

CV = Coeficiente variación en porciento

Tabla 6. Comparación de medias para diámetro de tallo en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método del DMS a un nivel de significancia de .05.

Tratamiento	Media	
Sereno	2.55	a
DO-725	2.32	a b
GH-285	2.23	b c
Victoria	2.20	b c d
Primavera	2.16	b c d e
Tecmon-3	2.05	c d e
GH-485	2.04	c d e
Tecmon-1	1.94	d e
Tecmon-2	1.91	e

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 7. Comparación de medias para diámetro de capítulo en le comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método del DMS a un nivel de significancia de .05

Tratamiento	Media
DO-725	16.52 a
Victoria	14.88 a b
GH-285	14.69 b
Sereno	14.63 b c
Primavera	14.31 b c
GH-485	14.02 b c
Tecmon-3	13.81 b c
Tecmon-1	13.65 b c
Tecmon-2	12.81 c

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 8. Comparación de medias para semillas por capítulo en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.

Tratamiento	Media
GH-285	850.25 a
GH-485	844.25 a
Primavera	747.00 a b
Sereno	745.75 a b
Tecmon-3	714.00 a b
DO-725	654.50 b
Victoria	639.00 b
Tecmon-2	623.50 b
Tecmon-1	607.75 b

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 9. Comparación de medias para peso de cien semillas en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.

Tratamiento	Media
Tecmon-2	6.13 a
Tecmon-1	5.73 a b
Tecmon-3	5.52 a b
Victoria	5.12 b c
D0-725	4.64 c d
Primavera	4.31 d e
GH-285	4.16 d e
Sereno	3.88 d e
GH-485	3.64 e

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 10. Comparación de medias para altura de planta en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.....

Tratamiento	Media	
Sereno	176.63	a
GH-485	143.91	b
Primavera	140.69	b c
GH-285	135.55	b c d
Tecmon-3	132.97	b c d
Victoria	132.26	b c d
Tecmon-2	129.46	b c d
Tecmon-1	127.11	c d
DO-725	122.03	d

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 11. Comparación de medias para número de hojas totales en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.

Tratamiento	Media	
Sereno	38.50	a
DO-725	32.00	b
Primavera	30.25	b c
Tecmon-3	30.00	b c d
GH-285	29.25	c d
Tecmon-1	28.75	c d
Victoria	28.50	c d
GH-485	28.25	c d
Tecmon-2	28.00	d

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 12. Comparación de medias para días a floración en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.

Tratamiento	Media	
Sereno	79.75	a
DO-725	70.00	b
Primavera	69.50	b
GH-485	69.00	b c
GH-285	67.75	c d
Victoria	66.50	d e
Tecmon-3	65.75	e f
Tecmon-1	64.25	f
Tecmon-2	64.25	f

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 13. Comparación de medias para días a madurez fisiológica en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de $\overline{g\bar{t}}$ rasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05.

Tratamiento	Media
Serenó	88.25 a
Primavera	78.25 b
GH-285	75.75 c
DO-725	75.75 c
GH-485	74.75 c
Victoria	74.50 c d
Tecmon-2	72.25 d e
Tecmon-1	72.00 e
Tecmon-3	71.50 e

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 14. Comparación de medias para días a madurez comercial en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87, utilizando el método de DMS a un nivel de significancia de .05...

Tratamiento	Media	
Sereno	97.00	a
GH-485	88.00	b
Primavera	87.75	b c
GH-285	87.25	b c d
Tecmon-2	86.75	b c d e
Tecmon-3	85.50	b c d e
DO-725	85.00	c d e
Victoria	84.75	d e
Tecmon-1	84.25	e

Letras similares indican que los tratamientos son estadísticamente iguales al nivel de significancia señalado.

Tabla 15. Concentración de los coeficientes de correlación encontrados entre los caracteres analizados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

X1	.6716**																			
X2	.4307**	.3902*																		
X3	.3986**	-.0892*	-.3173*																	
X4	.6335**	.8499**	.4714**	-.1338NS																
X5	.0601NS	.4182**	.1810NS	-.2728NS	.6194**															
X6	.4945**	.6165**	.5382**	-.1889NS	.8544**	.7001**														
X7	.4502**	.3830NS	.1714NS	.1641NS	-.1085NS	.0502*	.0502*													
X8	.2290NS	-.1222NS	.1342NS	-.6377**	.2593NS	.7154**	.3926*	.2877NS												
X9	-.3035*	.1529NS	.2396NS	.5518**	.2515NS	.6808**	.4056**	-.3129NS	.9172**											
X10	-.4506**	-.4063NS	-.1942NS	-.4722**	.2587NS	.5419**	.4521**	-.4575NS	.8134**	.8412**										

Y X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9

Tabla 16. Concentración del análisis de varianza en la regresión múltiple de rendimiento con los caracteres considerados en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

Paso	Caracter que entra	Sig.	% R ²	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}
1	X1	**	45	- 484.064	121.351									
2	X3	**	66	-1479.03	128.745	185.387								
3	X2	**	78	-2068.399	103.092	229.936	1043.819							
4	X8	**	81	-2099.002	110.651	215.334	898.850	2.337						
5	X9	**	83	-1851.228	111.916	179.283	934.569	1.863	-2.209					
6	X10	**	84	-1590.213	102.957	175.682	919.636	1.709	-2.192	-1.825				
7	X7	**	85	-1571.130	107.669	174.738	926.212	1.911	-2.544	-2.197	-1.104			
8	X4	**	85	-1521.397	91.489	177.257	881.655	1.846	-2.426	-2.229	-1.042	92.028		
9	X5	**	86	-1169.260	78.481	175.844	814.288	1.486	-1.841	-1.980	-0.744	216.238	-13.788	
10	X6	**	86	-1155.260	86.400	173.932	727.746	1.467	-1.813	-1.782	-0.728	117.908	-18.532	2.082

Tabla 17. Concentración del análisis de varianza en la regresión múltiple de rendimiento con los caracteres morfológicos considerados, en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

Paso	Caracter que entra	Sig.	% R ²	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
1	X1	**	45	-484.064	121.351					
2	X3	**	66	-1479.03	128.795	185.387				
3	X2	**	78	-2068.399	103.092	229.926	1043.819			
4	X5	**	79	-1737.945	112.290	217.520	1023.036	-12.748		
5	X4	**	82	-1125.322	61.725	204.729	811.221	-28.220	369.368	
6	X6	**	83	-1080.976	72.064	201.152	688.566	-34.280	227.499	2.913

Tabla 18. Concentración del análisis de varianza en la regresión múltiple de rendimiento con los caracteres fisiológicos considerados, en el comportamiento agronómico de siete variedades y dos híbridos de girasol en la localidad de Marín, N.L. MP87.

Paso	Caracter que entra	Sig.	%R ²	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4
1	X10	**	20	1627.457	-6.793			
2	X9	**	29	1804.418	-6.730	-4.008		
3	X7	**	33	1522.928	-5.231	-3.100	2.974	
4	X8	*	33	1478.935	-5.273	-2.849	2.718	0.972

Tabla 19. Sentido de las correlaciones encontradas entre el rendimiento de semilla y algunos caracteres independientes analizados en diversos trabajos.

Rendimiento	Padilla V.	Mtz. S.	Mtz. H.	Villanueva	Pathak	Chandra	Lakshmanajah	Varshney	Cardona
Diámetro tallo		-			+	+	+	+	+
Diámetro capítulo	+	+			+	+	+	+	+
Semillas capítulo							+		+
Peso 100 semillas					+	+	+		+
Altura planta	+	+			+	+	+	+	+
No. Hojas totales	+	+							+
Días emergencia									+
Días floración	+	+				-	-		-
Días madurez	+	+			+			+	-

69845

FE DE ERRATAS

Página	Párrafo	Dice	Debe decir
49	5	floración	madurez fisiológica
53	6	floración	madurez fisiológica

