

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE
EL VIGOR DE PLANTULA EN CINCO VARIEDADES
DE GIRASOL (Helianthus annuus L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

EDUARDO ANTONIO FLORES ZAVALA

MARIN, N. L.

MAYO DE 1986

T
SB299
.S9
F5
C.1



1080062410

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE
EL VIGOR DE PLANTULA EN CINCO VARIEDADES
DE GIRASOL (Helianthus annuus L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

EDUARDO ANTONIO FLORES ZAVALA

MARIN, N. L.

MAYO DE 1986

006252

T
SB 299
• 59
F 5

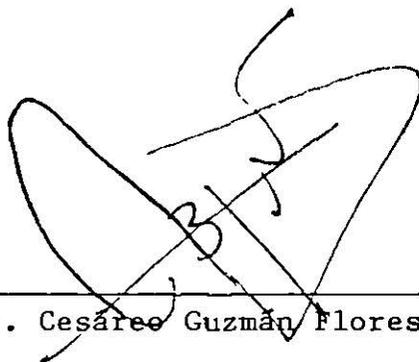


040.635
. FA10
1986
C.5

Esta tesis fué realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, CIA-FAUANL (Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León); ha sido aprobada por el Comité Supervisor como requisito parcial para optar por el grado de :

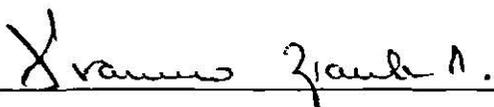
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Comité Supervisor :



Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores

Presidente



Ing. M.C. Francisco Zavala García

Secretario



Ing. M.C. Raúl Salazar Saenz

Vocal

Dedico este trabajo

A la memoria de mi padre:

Dr. Eduardo Flores Barrientos

Que con su ejemplo de una vida honrada, de preparación y de estudios, me motivo a superarme y poder llegar a la culminación de mi carrera profesional.

A mi madre:

Sra. Guadalupe Zavala de Flores

Que en todo momento de mi vida ha estado a mi lado apoyandome, aconsejandome, y a la que le debo todo lo que soy; y que gracias a ella fué posible la terminación de mis estudios profesionales.

A mis hermanos :

Alberto

Blanca Nelda

Margarita

Silvia Guadalupe

Leticia

Jorge Ramón

Patricia Anabella

A mis abuelos :

Antonio Flores Trujillo (+)

Guadalupe Barrientos de Flores

Antonio Zavala Torres (+)

Anita Torres de Zavala (+)

A mi novia :

Barbarita Cortés Salinas

A G R A D E C I M I E N T O S

Al proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por haber proporcionado los recursos necesarios para la realización de esta investigación.

Al Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores por su valiosa asesoría en la realización de la presente investigación, tanto en el trabajo de campo como en la redacción del escrito final.

Al Ing. M.C. Francisco Zavala García, por las sugerencias brindadas para la interpretación de las diferentes variables cuantificadas.

Al Ing. M.C. Raúl P. Salazar Saenz por las correcciones ortográficas y de redacción hechas al presente trabajo.

Al Ing. M.C. Nahum Espinoza Moreno y al pasante de Ing. Agr. Antonio Durón Alonso por el asesoramiento en el análisis estadístico de los datos.

A la Srta. Juanita Muñoz Cepeda por su colaboración en la elaboración mecanográfica del escrito final y a la Srta. Beatriz Delgado Zainos por la ayuda prestada en la obtención de datos del presente trabajo.

A mis compañeros de generación y amigos que de alguna u otra manera participaron en la culminación de mis estudios y en la realización de la presente tesis.

G R A C I A S

I N D I C E

	PAGINA
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	IV
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Taxonomía del girasol	3
2.2 Estructura de la semilla	3
2.2.1 Estructura de la semilla de girasol	5
2.2.1.1 Semilla	6
2.2.1.2 Pericarpio	6
2.3 Germinación	7
2.3.1 Proceso de germinación	7
2.4 Limitantes de la germinación	9
2.4.1 Factores Intrínsecos	9
2.4.2 Factores extrínsecos	10
2.4.2.1 Humedad	10
2.4.2.2 Temperatura	11
2.4.2.3 Aereación	14
2.4.2.4 Suelo	15
2.5 Plántula	15
2.5.1 Factores que intervienen en la emergencia de las plántulas	17
2.6 La fotomorfogénesis en la emergencia	18
2.7 Profundidad de siembra	20
2.7.1 Aspectos que se deben considerar en la determinación de la profundidad de siembra	22
2.7.1.1 Tipo de emergencia	22
2.7.1.2 Tamaño de semilla	23
2.7.1.3 Factores ambientales	23
2.7.2 Profundidad de siembra en girasol	24
3. HIPOTESIS	26
4. MATERIALES Y METODOS	27
4.1 Localidad	27
4.2 Genotipos utilizados	27
4.3 Tratamientos bajo estudio	29
4.4 Diseño experimental	29
4.5 Método de siembra	31

4.6	Toma de datos	33
4.7	Variables bajo estudio	34
4.7.1	Morfológicas	34
4.7.1.1	Area foliar	34
4.7.2	Fisiológicas	34
4.7.2.1	Días a la emergencia	34
4.7.2.2	Porcentaje de emergencia	35
4.7.2.3	Peso seco	35
4.7.2.4	Tasa de asimilación neta (TAN)	35
4.7.2.5	Tasa relativa de crecimiento (TRC)	36
4.7.2.6	Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)	36
4.8	Prácticas culturales	37
4.9	Análisis estadístico	37
5.	RESULTADOS	39
5.1	Días a la emergencia	39
5.2	Porcentaje de emergencia	39
5.3	Area foliar	42
5.4	Peso seco	44
5.5	Tasa de crecimiento del cultivo	46
5.6	Tasa relativa de crecimiento	47
5.7	Tasa de asimilación neta	47
5.8	Relaciones entre variables	47
6.	DISCUCION	50
7.	CONCLUSIONES	55
8.	BIBLIOGRAFIA	56
9.	APENDICE	60

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	TITULO	PAGINA
Cuadros del Texto:		
1	Características de los cultivos estudiados	29
2	Tratamientos bajo estudio.	30
3	Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo { esquema }.	32
Cuadros del apéndice		
1A	Análisis de varianza para las variables bajo estudio, utilizadas como estimadoras del vigor de plántulas de girasol.	61-63
2A	Comparaciones de medias de profundidades y variedades de las variables días a la emergencia y porcentaje de emergencia.	64
3A	Comparaciones de medias de profundidades y variedades de la variable área foliar a los 27 días y 40 días posteriores a la siembra.	65
4A	Comparaciones de medias de profundidades y variedades de la variable peso seco a los 27 y 40 días posteriores a la siembra.	66
5A	Comparación de medias de profundidades y variedades de la variable tasa de crecimiento del cultivo.	67
6A	Comparaciones de medias de variedades para la variable tasa relativa de crecimiento.	68
7A	Correlaciones entre las variables	69
8A	Ecuaciones de regresión considerando el peso seco a los 40 días como variable dependiente y el peso seco a los 27 días, área foliar a los 27 y 40 días, días a la emergencia y porcentaje de emergencia como variables independientes.	70
9A	Ecuaciones de regresión considerando el peso seco a los 40 días como variable dependiente y el peso seco a los 27 días, área foliar a los 27 y 40 días, porcentaje de emergencia, días a la emergencia, TRC, TCC, y TAN como variables independientes.	71

FIGURA	TITULO	PAGINA
1	Sección longitudinal de un aquenio.	5
2	Temperaturas diarias y precipitación que se presentaron durante el período que permaneció el experimento en el campo.	28
3	Efecto de la profundidad de siembra sobre los días a la emergencia.	40
4	Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia.	41
5	Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar, estimada a los 27 y 40 días de la siembra.	43
6	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco, estimado a los 27 y 40 días de la siembra.	45

1. INTRODUCCION

La viabilidad de la semilla, emergencia y el vigor de plántula son requisitos indispensables para un buen establecimiento del cultivo. En las regiones áridas y semiáridas de Nuevo León, estas características son afectadas por condiciones ambientales adversas, como las altas temperaturas que provocan la desecación de las capas superficiales del suelo, encostramiento y profundidad de siembra (Maití, 1983). Debido a esto la profundidad de siembra es un factor de manejo del cultivo muy importante porque afecta el establecimiento del mismo (Maití, 1983). Si la siembra es muy superficial, se puede provocar un secado rápido de la semilla ya que estas capas de suelo se desecan muy rápidamente; por el contrario, si es muy profunda la siembra, la emergencia se retrasa, produciéndose plántulas débiles y poco vigorosas, además la plántula puede no ser capaz de crecer lo suficiente debido a que se le agota el alimento almacenado en el embrión, por lo tanto no se presenta la emergencia (Guzmán, 1984).

En las zonas bajas de Nuevo León son pocas las investigaciones existentes que sobre profundidad de siembra se han hecho sobre los diferentes cultivos. Debido a esto el Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo inició estudios en este aspecto. El presente trabajo es una contribución a lo anterior, específicamente en el cultivo del girasol. Este es importante ya que tiene gran adaptación a los climas de México por lo que se hace apropiado para las siembras de temporal y con una gran perspectiva de establecerse en el país como un cultivo remunerativo para el agricultor (García, 1975), ya que es un gran productor de aceite y se aprovecha la mayoría de sus partes (Viorel, 1977).

Por lo anterior el presente trabajo tiene como principal objetivo: determinar el efecto de la profundidad de siembra sobre algunas variables estimadoras del vigor de plántulas de girasol (Helianthus annuus L.) y determinar la profundidad de siembra en la cual se obtiene el máximo vigor de plántula.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 TAXONOMIA DEL GIRASOL

La clasificación taxonómica del girasol según Bailey (1945), es la siguiente:

Familia	:	Compositae
Subfamilia	:	Tubiflorae
Tribu	:	Heliantheae
Género	:	<u>Helianthus</u>
Especie	:	<u>annuus</u>

2.2 ESTRUCTURA DE LA SEMILLA

La semilla es el óvulo fecundado, transformado y maduro de las plantas fanerógamas (Ruíz, 1977). Como los óvulos de las angiospermas se forman dentro de los ovarios que maduran para convertirse en frutos, las semillas de estas plantas se forman dentro de los frutos (Greulach, 1976).

Desde el punto de vista del manejo de la semilla, no siempre es posible separarla del fruto ya que a veces forman una unidad. En el girasol el fruto se trata como semilla (Hartmann, 1981). Así pues, lo que conocemos como semilla agrícolamente puede definirse como : " una unidad usada para siembras, compuesta por uno o varios embriones, sustancias de reserva y capas protectoras naturales o artificiales " (Diehl, 1980).

Se puede considerar entonces que la semilla tiene tres partes básicas : a) el embrión, b) los tejidos de almacenamiento y c) las cubiertas de la semilla (Hartmann, 1981).

A partir del embrión es de donde se desarrolla la plántula; tanto en las angiospermas como las gimnospermas, el embrión proviene de la fusión de uno de los núcleos generativos del grano de polen con la ovocélula (Sivori, 1980). Su estructura básica consiste en un eje con puntos de crecimiento en cada extremo, uno para el tallo (plúmula) y uno para la raíz (radícula) y una o más hojas seminales (cotiledones) fijadas en el eje embrionario. Las plantas se clasifican según el número de cotiledones (Hartmann, 1981). El girasol por tener dos cotiledones pertenece a las dicotiledoneas (Robles, 1980).

Las envolturas protectoras de la semilla provienen de la transformación de las cubiertas ovulares, formadas generalmente por dos capas : la exterior, denominada testa, que se origina de la primina y la interna o tegmen, derivada de la secundina. Con frecuencia no es posible distinguir estas dos capas. Frecuentemente en la testa se distinguen el hilio y el micrópilo. En algunas otras semillas se observan ciertas formaciones especiales como el rafe, el arilo y la carúncula (Ruíz, 1977). En ciertas clases de frutos, como los aquenios, cariópsides, sámaras y equizocarpos, el fruto y las capas de la semilla están contiguos (Hartmann, 1981).

Los tejidos de almacenamiento de la semilla pueden ser los cotiledones, el endospermo, el perispermo, o en las gimnospermas el gametofito femenino haploide (Hartmann, 1981). Estos tejidos nutren al embrión durante su crecimiento inicial hasta que la plántula, al desarrollar hojas y un sistema radical, se independiza nutricionalmente (Sivori, 1980).

2.2.1 Estructura de la semilla de girasol

El fruto es un aquenio comprimido que tiene 7.5 - 17 mm de largo, 3.5 - 9 mm de ancho y 2 - 5.5 mm de espesor. Es ligeramente aterciopelado veloso, con el pericarpio duro y fibroso. En el lenguaje vulgar los aquenios son denominados impropriadamente " semillas " (Viorel, 1977), y a la semilla verdadera se le da el nombre de " pepita " (Saumell, 1980).

Las partes de la semilla de girasol se pueden apreciar en la figura 1.

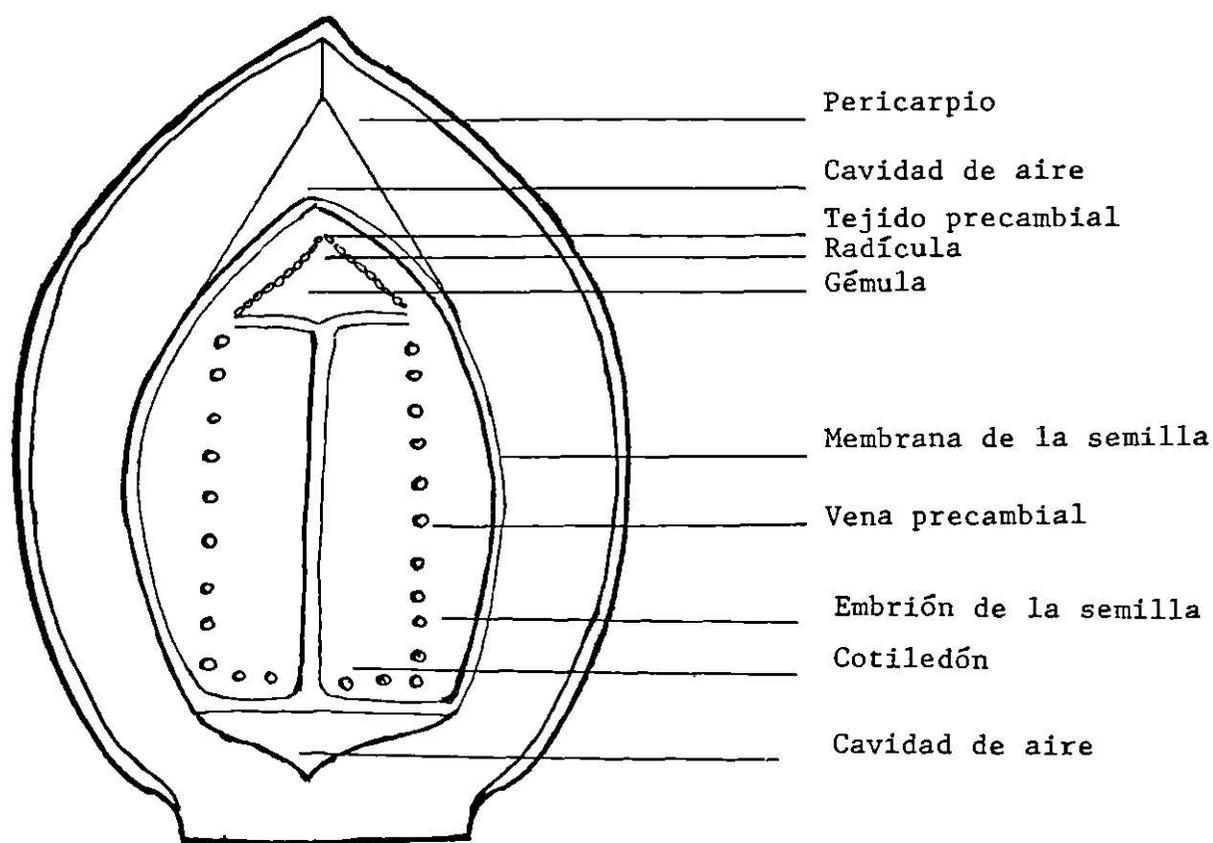


Figura 1. Sección longitudinal de un aquenio según Viorel (1977) y Carter (1978)

2.2.1.1 Semilla

La semilla de girasol, también llamada pepita está constituida por el embrión y sustancias de reserva albuminoides y oleaginosas, protegidas por membranas o tegumentos (Saumell, 1980). La membrana seminal crece con el endospermo formando una película fina que cubre el embrión de la semilla (Viorel, 1977).

Los cotiledones están cubiertos en la parte superior e inferior por una fila de células epidérmicas (epidermis exterior e interior). En medio de cada cotiledón, en sentido tangencial, se ramifican las nervaduras precambiables, los futuros nervios de la hoja, éstas se extienden en la zona del hipocótilo, pasando poco a poco a un anillo precambial central de la zona de la radícula embrionaria. Los cotiledones representan la reserva principal de aceite y aleurona de la semilla. Entre los dos cotiledones carnosos, en el extremo más agudo de la semilla, está la gémula, compuesta de epidermis, tejido básico y meollo. La gémula contiene al igual que los cotiledones, aceite y gránulos de aleurona, pero se tritura mucho más difícilmente que éstos (Viorel, 1977).

2.2.1.2 Pericarpio

El pericarpio, conocido por cáscara, es fibroso y está separado de la semilla a la cual protege. El espesor y color del pericarpio dependen de las distintas variedades de girasol (Saumell, 1980). El pericarpio se compone de una serie de tejidos (Viorel, 1977).

1. La epidermis; está protegida del exterior por la cutícula.
2. La hipodermis; formada por dos o tres filas de células bajo la epidermis.
3. Capa carbonógena; representa una masa negra de células alargadas.
4. El tejido fibroso; el más fuertemente desarrollado, acondiciona la dureza de la cáscara.
5. El parénquima interior; delimita el pericarpio por dentro bajo la forma de un tejido blanco con paredes celulares muy finas.

2.3 GERMINACION

Se llama germinación al fenómeno por el cual el embrión pasa del estado de vida latente, en que se encuentra en la semilla, a un estado de vida activa. En otras palabras, es el desarrollo y transformación del embrión en una nueva y pequeña planta (Ruiz, 1977), técnicamente consiste en la aparición y desarrollo, a partir del embrión, de aquellas estructuras esenciales que, para un cierto tipo de semilla, indican la capacidad de producir plantas normales en condiciones ambientales favorables (Sivori, 1980).

2.3.1 Proceso de germinación

El proceso inicial en la germinación es la absorción de agua y el consecuente ablandamiento de las envolturas e hinchamiento de la semilla. La imbibición de agua por el embrión y el endospermo origina un hinchamiento de estas estructuras y como resultado de ello, la ruptura de las envolturas ablandadas de la semilla.

En seguida, los principales alimentos almacenados en las semillas como almidón, hemicelulosa, grasas y proteínas, los cuales son sustancias insolubles o coloideales, se degradan. En el embrión de la semilla, el transporte del alimento debe hacerse casi eternamente por difusión de una célula viviente a otra, ya que se establece un gradiente de concentración entre las partes de la semilla donde se produce alimento soluble por digestión del alimento almacenado y las partes (radícula y plúmula) donde el alimento es usado. Estos alimentos se transforman después en sustancia viviente (protoplasma) y algunos de éstos, por acción del protoplasma, en pared celular (Holman, 1965).

El humedecimiento de las semillas hace que la respiración aumente rápidamente, y como la germinación está en marcha, el índice respiratorio se eleva cientos de veces (Wilson, 1968). La respiración es un proceso liberador de energía, en que parte del alimento es demolido en compuestos mucho más simples, como bióxido de carbono y agua.

El hinchamiento de la semilla, debido a la imbibición del agua y al crecimiento, es seguido por la ruptura de las envolturas que protegen. Libre de ellas, provisto de agua, alimentos disueltos y de oxígeno para la respiración, el embrión crece activamente. Su crecimiento se debe: 1) al aumento de las células ya formadas (principalmente por absorción de agua en las vacuolas y estiramiento de las paredes) y 2) a la producción de nuevas células en el punto de crecimiento de la radícula y la plúmula (Holman, 1965).

En casi todas las semillas, el primer órgano que emerge es la radícula o raíz embrionaria, que debido a su geotropismo positivo, se inclina y crece hacia abajo (James, 1967). En muchas plantas, como el frijol

común, el girasol y la calabaza, los cotiledones y la plúmula son dirigidos hacia la luz por el crecimiento del hipocótilo, mientras que las envolturas de la semilla permanecen generalmente en el suelo (Holman, 1965).

2.4 LIMITANTES DE LA GERMINACION

Para que la germinación empiece se deben llenar tres condiciones:

i) la semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar; ii) las condiciones internas de la semilla deben de ser favorables para la germinación; esto es, deben de haber desaparecido las barreras físicas o químicas para la germinación; iii) la semilla debe de encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas (Hartmann, 1981).

2.4.1 Factores intrínsecos

Las condiciones intrínsecas o internas son las que se refieren a la semilla misma, siendo las principales: a) que la semilla esté normalmente constituida, tanto en su embrión como en las sustancias de reserva; b) el embrión debe de estar vivo en el momento en que se siembra la semilla, o sea, conservar su facultad germinativa que le permita desarrollarse normalmente y formar una nueva planta; c) la semilla debe estar completamente madura en cuyo caso el embrión ha alcanzado su completo desarrollo (Ruíz, 1977); d) embriones capaces de romper las envolturas de la semilla, como en el caso de semillas con envolturas gruesas (Holman, 1965); e) tener tegumentos permeables que permitan el paso del agua (Diehl, 1980).

2.4.2 Factores extrínsecos

Las condiciones extrínsecas o externas son las que debe poseer el ambiente en el cual va a germinar la semilla (Ruíz, 1977)

La reanudación de la vida activa del embrión queda bajo la estrecha dependencia de la absorción de una cierta cantidad de agua y únicamente puede producirse en medio aireado y a una temperatura suficiente. Además, en el suelo, medio donde se desarrolla el fenómeno, otros factores son susceptibles de intervenir y que se refieren frecuentemente a una mala preparación de la cama de siembra (Diehl, 1980).

2.4.2.1 Humedad

La absorción de agua por las semillas tiene tres partes: a) una absorción inicial rápida, en la cual la mayor parte es de imbibición; b) un período lento de absorción y c) un segundo incremento al emerger la radícula y desarrollarse la plántula (Hartmann, 1981). La absorción se efectúa por ósmosis a través del tegumento; el agua, además de hidratar el protoplasma de las células, permite la disolución de las sustancias de reserva y el transporte de las mismas, sin ella, no podrían verificarse las reacciones químicas que tienen lugar en la semilla durante la germinación (Ruíz, 1977).

En el suelo, a la velocidad del fenómeno de imbibición depende sobre todo de la cantidad de agua libre, teniendo en cuenta las propiedades del mismo y los puntos de contacto entre las semillas y las partículas terreas (Diehl, 1980).

Después de la completa imbibición, transcurre un tiempo más o menos largo (tiempo de reposo) antes de producirse la germinación propiamente

dicha (Diehl, 1980). Por último, con el agua se reblandecen, hinchan y rompen los tegumentos de la semilla, lo que permite la salida de órganos del embrión en germinación (Ruíz, 1977).

La humedad proporcionada a la semilla en germinación puede afectar tanto al porcentaje como a la velocidad de germinación (Hartmann, 1981).

Para girasol es importante que exista buena disponibilidad de humedad en el suelo al momento de la siembra, debe ser mayor para girasoles estriados o de pericarpio grueso, y menor para girasoles negros o de pericarpios delgados. Además, es indispensable durante las primeras semanas de su nacimiento y antes de la floración; éstos son los momentos críticos donde la falta de humedad suficiente puede provocar una disminución en el porte y en el rendimiento. El girasol, durante los 40 a 50 días a partir de la siembra suele consumir entre el 20 y el 25 % del total de agua necesaria para todo su ciclo, y lo hace de la humedad disponible en capas superiores (40 a 50 cm) (Saumell, 1980)

2.4.2.2 Temperatura

La temperatura, como se sabe, es un factor indispensable para toda manifestación vital (Ruíz, 1977). Tal vez es el factor ambiental individual de mayor importancia que regula la germinación y el crecimiento subsecuente de las plántulas. En condiciones naturales, los requerimientos de temperatura determinan la época del año en que se efectúa la germinación y son un factor principal en la distribución de las especies (Hartmann, 1981).

La temperatura afecta tanto el porcentaje como la velocidad de germinación. Por lo general, la velocidad de germinación aumenta en forma directa con la temperatura; ésto es, la velocidad es muy baja a temperaturas bajas pero se incrementa en forma continua a medida que asciende la temperatura (Hartmann, 1981).

De manera general, una temperatura entre 20° y 30° C es la más conveniente para la germinación. Cada especie tiene una temperatura óptima para la germinación, que es la más apropiada; otra mínima bajo de la cual no germina; y una máxima, sobre la que tampoco se produce la germinación (Ruíz, 1977), las semillas de diferentes especies también responden a ciclos específicos de fluctuaciones de temperaturas estacionales (verano invierno) o diarios (día - noche) (Hartmann, 1981).

En la práctica, el conocimiento de las temperaturas óptimas no representa más interés que para los ensayos de germinación; en cambio, las temperaturas máxima y mínima tienen en general, gran importancia desde el punto de vista agronómico (Diehl, 1980).

Las semillas de muchas plantas cultivadas, después de las operaciones ordinarias de manejo, incluyendo un período de almacenamiento en seco, germinan en una amplia gama de temperaturas desde alrededor de 4.5 ° C (o a veces cerca de 0° C) hasta un máximo de un límite letal que va de 30° a 40° C. Cierta grupo de semillas pueden clasificarse como de estación fría debido a su capacidad para germinar a temperaturas relativamente bajas (Ejemplo: hortalizas de origen templado). Las semillas de algunas plantas de estación fría requieren temperaturas bajas y no germinan a temperaturas más elevadas que 25° C.

Las semillas de otro grupo amplio de especies, principalmente de regiones tropicales o subtropicales, se clasifican como de estación cálida, con requerimientos mínimos de germinación de alrededor de 10° C como espárragos, maíz dulce y tomate, o de 15° C para frijol, berenjena, pimiento y calabaza. Las semillas de algunas de estas especies como las de la haba, algodón, soya y sorgo son susceptibles a " daño por frío " (Hartmann, 1981).

La germinación de las plantas de girasol está condicionada, en primer lugar, por el factor temperatura y en segundo lugar, por la humedad del suelo. El girasol es una planta adicta al calor, necesitando para la germinación una temperatura media de más de 5° C durante veinticuatro horas; las semillas no germinan a una temperatura menor de 4° C y si lo hacen la plántula queda pequeña. Su desarrollo se intensifica con temperaturas superiores y la duración del día necesaria para la germinación puede ser menor a medida que aumente la temperatura del suelo.

La suma de temperaturas efectivas necesarias a la germinación cambia muy poco, de modo que este valor puede constituir un buen índice para caracterizar las necesidades térmicas de girasol (Viorel, 1977).

Para lograr un nacimiento y emergencia rápidos, uniformes y con los menores riesgos, la temperatura media diaria no debe ser inferior a 15° C . En tales condiciones las plantas emergen entre los 10 y 12 días después de la siembra. Cuando la temperatura es inferior a 15° C el tiempo que tarda la emergencia es demasiado largo, corrigiéndose el riesgo del ataque de agentes productores de enfermedades criptogámicas sobre la semilla en germinación. Con una temperatura media diaria

superior a 19°C, la velocidad y seguridad aumentan al lograrse la emergencia en 8 días (Saumell, 1980).

2.4.2.3 Aereación

El aire que lleva el oxígeno es importante durante toda la vida del embrión (Ruíz, 1977). Los gases que en el medio de germinación pueden afectar a la germinación de las semillas son el oxígeno (O₂), el dióxido de carbono y posiblemente etileno (Hartmann, 1981). Mientras que el embrión está en vida latente su respiración es muy leve, pero en el momento en que se inicia la germinación y dicha función se hace muy intensa, se necesita gran cantidad de oxígeno, el cual va a afectar las oxidaciones de las sustancias orgánicas que son las fuentes de energía durante el desarrollo del embrión (Ruíz, 1977). La tasa de absorción de oxígeno es indicador del avance de la germinación (Hartmann, 1981).

La cantidad de oxígeno presente en el medio de germinación es afectado por su poca solubilidad en el agua y su lenta difusibilidad en el medio. En consecuencia, el intercambio de gases entre el medio de germinación y atmósfera, donde la concentración de O₂ es de 20%, puede reducirse de manera significativa por la profundidad del suelo y en particular por una costra dura superficial que puede limitar la difusión de oxígeno.

La provisión de oxígeno está limitada en forma muy decisiva cuando hay un exceso de agua en el medio. Las semillas de diferentes especies varían en su capacidad para germinar en condiciones de presiones bajas de oxígeno.

2.4.2.4 Suelo

El suelo es el depósito de donde toma la semilla su agua de imbibición y donde se desarrollan las primeras raíces; su preparación superficial, sus propiedades físicas y su contenido en agua intervienen sobre la germinación (Diehl, 1980).

El girasol es un cultivo que admite casi todos los tipos de suelos, a excepción de los compactos, salitrosos, y de marcada acidez. Pero su respuesta óptima la dará en suelos profundos de buen drenaje, ligeramente ácidos (PH6) y que tengan adecuada retención de agua, ya sea arcilloarenosos o areno arcillosos. En cuanto al nivel de nutrientes, se prefieren los suelos que no tengan deficiencias en ninguno de los elementos propios de un suelo agrícola (Saumell, 1980).

2.5 PLANTULA

Desde que el embrión emerge de la semilla hasta que depende de sí mismo para la elaboración de su alimento se le llama plántula (Holman, 1965).

Las plántulas pueden dividirse en dos tipos muy distintos, que son:

1) Germinación epígea: en este caso la radícula se hunde en el suelo, creciendo el eje hipocotileo y arrastrando con él los cotiledones fuera del suelo. La yema terminal (gémula) se desarrolla posteriormente cuando los cotiledones se abren (Diehl, 1980). Entre las especies que tienen este tipo de plántula, se encuentran el girasol, el frijol común, la

calabaza, el manzano y la cebolla (Holman, 1965)

2) Germinación hipógea: no hay crecimiento del eje hipocotile, los órganos de reserva (los cotiledones o el albumen) permanecen en el suelo y solamente la yema terminal (gémula) se desarrolla y da nacimiento a la plántula (Diehl, 1980). Dentro de este tipo de plántula se encuentran todos los zacates, el chícharo o guisante y el frijol ayocote (Holman, 1965).

En las plantas dicotiledóneas de germinación epígea, después de nacida la radícula, el hipocótilo se alarga y se arquea. El ápice de este arco es la primera parte de la plántula que aparece sobre el suelo. Al crecer el hipocótilo, se endereza y levanta ambos cotiledones en el aire. Entre tanto, la plúmula que está entre los cotiledones ha empezado a crecer y origina las hojas verdaderas y la porción de tallo que hay sobre los cotiledones.

Para emerger del suelo, los cotiledones y la plúmula no son empujados por el hipocótilo, sino que éste al crecer tira de ellos evitando se así el daño al ápice vegetativo. El alimento almacenado en los cotiledones es dirigido gradualmente y transferido a otras regiones de la plántula que crece rápidamente. Los cotiledones carnosos se vuelven verdes al ser expuestos a la luz, pero la cantidad de alimento que sintetizan es insignificante y al consumirse el alimento acumulado se marchitan y caen (Wilson, 1968).

2.5.1 Factores que intervienen en la emergencia de las plántulas

Existen factores que terminan en gran parte el buen establecimiento de los cultivos, comprendiendo éste la suma de todas las etapas de desarrollo del cultivo desde su siembra hasta su cosecha.

Siendo la etapa que comprende desde la siembra hasta la emergencia la que tiene mayor influencia sobre la producción final del cultivo, ya que es el inicio del establecimiento, donde fallas en ésta afectan la densidad de población y consecuentemente se produce un mal aprovechamiento del suelo y de la humedad (Maití, 1984).

Entre los factores que afectan la emergencia de las plántulas y el establecimiento de los cultivos, se mencionan los siguientes:

1. Características propias de la semilla: genéticas (habilidad para emerger, dormancia, velocidad y porcentaje de germinación, etc.), calidad de la semilla (salinidad, vigor, tamaño, densidad, letargo, viabilidad, madurez del grano, contenido de humedad, etc.)

2. Factores ambientales: humedad del suelo, temperatura del suelo, encostramiento y compactación del suelo, aeración del suelo, salinidad. etc.

3. Factores bióticos: plagas y enfermedades

4. Factores tecnológicos: la preparación del suelo antes de la siembra, riego, profundidad de siembra etc. (Maití, 1983).

2.6 LA FOTOMORFOGENESIS EN LA EMERGENCIA

El estudio de la fotomorfogénesis comprende todos los procesos dependientes de la luz, distintos de la fotosíntesis y que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los procesos fotomorfogénicos jugando un papel regulador, intervienen en el control de la forma y momento de la utilización de los productos de la fotosíntesis, influyendo el tamaño, la forma y la composición de los distintos órganos, así como el momento en que algunos órganos comienzan o dejan de ser formados la luz es entonces un factor que activa el proceso fotomorfogénico en las plantas, dependiendo de las características que presente como intensidad, duración, calidad, etc. (Sivori, 1980).

La intensidad de la luz influye sobre las dimensiones del aparato fotosintético, como son: área foliar, número de hojas, espesor de lámina, etc., así como en la concentración de pigmentos, en el ritmo de producción de primordios foliares y en el sistema enzimático que interviene en la fotosíntesis. La duración del período diario de la luz influye en el control de la floración, en la formación de órganos de reserva, la dorminación de yemas, tamaño y forma de las hojas, el alargamiento de los entrenudos, el grado de ramificación, etc. La calidad de la luz influye en el alargamiento de los entrenudos y pecíolos en el ancho de las hojas, en la pigmentación de las hojas, etc. (Sivori, 1980).

El elemento central en estos procesos fotoactivados es la sustancia que absorbe la luz, es decir un pigmento al que se le conoce como fitocromo (Sivori, 1980). El cual existe en dos formas, una que absor-

be fuertemente en la región roja del espectro, en longitudes de onda aproximadamente de 660 nanómetros y que fue llamada Pr, siendo esta forma la que se acumula en las plantas que están en la oscuridad. Como resultado de absorber luz, Pr se convierte en forma distinta Pfr, que absorbe fuertemente en la región rojo-lejano del espectro, en longitudes de onda de alrededor de 730 nanómetros. Pfr tiene cierto tipo de acción biológica que estimula la expansión de la hoja e inhibe el alargamiento del tallo; de aquí que la luz roja, al convertir Pr en Pfr, ocasiona la respuesta fotomorfogénica. Pero Pfr al absorber la luz se convierte de nuevo en Pr. Por lo tanto, la luz rojo-lejano que Pfr absorbe fuertemente, deshace la acción de la luz roja, sin embargo, debido a que el proceso es reversible, un tratamiento posterior con luz-roja de nuevo hará posible la respuesta al desarrollo. Las sensibilidades relativas de Pr y de Pfr a la luz son tales que, en la luz blanca del sol, la mayor de Pr se convierte en Pfr; por lo cual, la respuesta sensible al rojo es la normal a la luz del sol (Ray, 1980).

En la oscuridad no se forma la clorofila, los cloroplastos no se desarrollan y las hojas no se expanden sino quedan pequeñas y rudimentarias. Los entrenudos se alargan muchas veces más de lo normal, de tal modo que la planta pronto se vuelve muy alta y delgada. Este conjunto de síntomas se le denomina ahilamiento. Es una respuesta de gran valor para la planta, ya que ocasiona que los tallos enterrados o muy sombreados se alarguen con rapidez sin el estorbo de hojas voluminosas y en este caso inútiles, hasta que emerge y sale a la luz, lo cual restablece el patron normal de desarrollo (Ray, 1980).

El efecto de la luz al revertir el ahilamiento implica dos tipos de acciones. A nivel bioquímico se requiere la luz para el último paso en la síntesis de clorofila. A nivel morfogénico la luz actúa para estimular la expansión de las hojas e inhibir el alargamiento de los entrenudos (Ray, 1980)

El fenómeno del ahilamiento es de suma importancia, ya que la germinación de muchas semillas se da en la oscuridad y el ahilamiento les permite emerger más rápidamente y con pocos daños, significando entonces un medio de supervivencia para las plántulas (Cronquist, 1977).

2.7 PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Dentro de los factores ambientales que limitan el establecimiento del cultivo se presenta la profundidad de siembra, la cual influye tanto en el fenómeno de la germinación como en el de emergencia (Maití, 1984). Si la semilla queda en la superficie estará expuesta a no tener agua suficiente para completar su germinación. Si queda muy profunda, agota sus reservas de alimento antes de romper el suelo y alcanzar la luz (Wilson, 1968), por lo que se debe tener cuidado en no colocar la semilla en el suelo a una profundidad que exceda su capacidad de emergencia (Delorit, 1970). Las semillas grandes, como tienen más alimento pueden sembrarse más profundo que las pequeñas y tienen así la ventaja de una provisión de humedad más uniforme (Wilson, 1968).

La profundidad de siembra será de gran importancia para aquellas zonas donde después de ocurrir las lluvias y seguir la alta evapora -

ción de la humedad, se provocaría un secado del suelo, semillas y plántulas en la parte superficial, por lo que es de gran utilidad seleccionar genotipos que muestren habilidad para emerger a mayores profundidades de siembra (Maití, 1983). Si se utiliza la profundidad de siembra en la cual se da máxima emergencia para cada especie, debe ser posible obtener el rendimiento deseable (Murphy, 1939). Así mismo, conviene destacar que la profundidad de siembra debe ser muy regular, pues ella condiciona una emergencia homogénea y simultánea. A este respecto se debe aplicar un cuidado especial para algunos cultivos de crecimiento rápido (Diehl, 1980). Las siembras superficiales presentan algunas ventajas entre las que destacan : a) no hay riesgos de ahilamiento del tallo hipocótilo o de la parte subterránea de los tallos, un alargamiento excesivo de éstos repercute en las primeras etapas de crecimiento y puede aumentar la sensibilidad al encamado, especialmente en los cereales, b) en otoño, la siembra superficial permite aumentar la resistencia al frío como consecuencia del acortamiento de la parte más sensible de la planta.

Cuellar (1985) estudió diferentes profundidades de siembra en frijol encontró que éstas influyen notablemente en el establecimiento del cultivo, ya que ocasionó una reducción de la velocidad y porcentaje de emergencia en una forma lineal a medida que la profundidad de siembra aumentó. De acuerdo con los máximos valores de la velocidad y porcentaje de emergencia, se concluyó que a " tierra venida " existe un rango de profundidades de 4 a 8 cm bajo el cual se logra un buen establecimiento del cultivo.

2.7.1 Aspectos que se deben considerar en la determinación de la profundidad de siembra

La profundidad de siembra depende de 1. tipo de emergencia y 2. contenido de oxígeno y de humedad en el suelo (Edmon, 1967). También se señala que la profundidad de enterramiento debe estar en relación al tamaño de la semilla, de la naturaleza del suelo que se siembra (Capella, 1964) y de las condiciones ambientales que se presentan (Delorit, 1970). En girasol, la profundidad de siembra se debe establecer en función de la temperatura, la humedad, el tipo de suelo y de las características de la semilla (Saumell, 1980).

2.7.1.1 Tipo de emergencia

En general, las plántulas con cotiledones que emergen del suelo requieren comunmente una siembra más superficial que las plántulas cuyos cotiledones permanecen en el suelo (Edmon, 1967). En trabajo de tesis realizado por Treviño y García (1984) al comparar el vigor de plántulas de un cultivo con emergencia hipógea (maíz) y de otro con emergencia epígea (frijol) se encontró que existió una relación inversa de las variables porcentaje de emergencia y peso seco con respecto a la profundidad de siembra para variedades con emergencia epígeas, mientras que para variedades con emergencia hipógea el porcentaje de emergencia no fué afectado por la profundidad de siembra y el peso seco tuvo una relación directa para profundidades de 2.5 cm, 8 cm y 15 cm, invirtiéndose cuando se sembró a 20cm de profundidad. Los datos obtenidos demuestran que las plantas epígeas se verán afectadas en el peso de la materia seca conte-

nida en sus plántulas, debido a que mayor profundidad de siembra hará un mayor gasto de energía para lograr emerger.

Los resultados obtenidos por Crespo, (1985) al estimar el vigor de plántulas de diferentes variedades de frijol (planta de emergencia epígea) sembradas a diferentes profundidades, comprueban que este tipo de plantas se ven afectadas por la profundidad de siembra al encontrar una relación inversa entre esta y el área foliar y el peso seco.

2.7.1.2. Tamaño de semilla

El factor tamaño de la semilla condiciona la profundidad de siembra. Las pequeñas no deben enterrarse a profundidades superiores a 1 cm (Diehl, 1980). Las plantas con semillas grandes pueden ser sembradas o plantadas a mayor profundidad que las semillas más pequeñas, porque tienen mayor cantidad de reserva alimenticia (Deloirt, 1970). En general, se recomienda sembrar a una profundidad de dos a cuatro veces el tamaño de la semilla (Hartmann, 1981)

2.7.1.3 Factores ambientales

El agua y el oxígeno están presentes en los espacios porosos del suelo; así pues, si los espacios porosos del nivel superior del suelo están saturados, la provisión de oxígeno es el factor limitante y se requerirá una siembra relativamente profunda (Edmon, 1967).

Una siembra profunda provoca un aumento en la duración de la etapa siembra-nascencia debido exclusivamente a la acción de las temperaturas (Diehl, 1980). Se ha encontrado en sorgo que conforme se llega a una

profundidad en que la temperatura sea de 15° C se retrasa el desarrollo de la plántula (Martín, 1976).

La profundidad de siembra debe estar en relación con la naturaleza del suelo. En tierras fuertes, pesadas y húmedas se siembra a menor profundidad por la mayor resistencia que su tenacidad ofrece para el nacimiento de las plantas (Capella, 1964), en suelos livianos y menos húmedos se siembra a mayor profundidad o en surcos (SEP, 1982).

2.7.2 Profundidad de siembra en girasol

En general, en lo que se refiere a profundidad de siembra en girasol, la recomendación técnica es de sembrar a una profundidad de 7 a 8 cms para terrenos sueltos, y de 5 cm como máximo para aquellos que se apisonen fácilmente (CIAGON, 1980).

Para cada zona la profundidad de siembra se debe establecer en función de la temperatura, la humedad y el tipo de suelo. En las zonas de humedad suficiente y en las primaveras cálidas, en los suelos pesados y húmedos, la profundidad de siembra es de 5 a 6 cm. En las regiones de precipitaciones reducidas con primaveras secas, en los suelos ligeros y de poca humedad cuando el suelo esta seco en la superficie la semilla se debe enterrar a la profundidad de 7 a 9 cm. En los suelos arcillosos se siembra a la profundidad de 6 a 7 cm (Viorel, 1977).

Por lo general, en los terrenos ligeros y mullidos la profundidad de siembra es mayor, mientras que en los terrenos pesados y fríos se siembra más en superficie. Cuando se siembra temprano, la profundidad de siembra es menor que en el caso de siembra más tardía (Viorel, 1977).

Las experiencias realizadas por Cseresnyés citado por Viorel (1977) mostraron que a temperaturas bajas (5-7°C) y humedad suficiente, la mejor profundidad de siembra fue de 6 cm, mientras que a temperaturas más elevadas (9-10°C) y húmedad más baja, el número de las plantas surgidas fue mayor y la duración de la germinación más reducida cuando el girasol fue sembrado a la profundidad de 9 cm.

Una Profundidad de siembra de 3 cm es excelente en suelos húmedos o si la lluvia es inminente. Las semillas pueden estar plantadas a una máxima profundidad de 10 cm si necesita alcanzar húmedad. Aunque las semillas pueden germinar cuando la humedad del suelo está cerca del punto de marchitez, la imbibición de agua directa por las cáscaras es lenta.

Cuando se plantaron girasoles a una profundidad de 9 a 15 cm el rendimiento se redujo en un 10 a 28 % que los plantados a 7 cm de profundidad.

En un sedimento de suelo franco pasado por lluvia pesada, emergieron de profundidades de 3, 8, 13 y 18 cm un 97%, 68%, 42% y 5% respectivamente. Plantas sembradas a los 3 cm emergieron y florecieron cuatro días primero que aquellas sembradas a 8 cm, y de siete a ocho días primero que aquellas sembradas a 13 cm de profundidad. Cuando se probaron profundidades de siembra que se encontraban en un intervalo de 3 a 15 cm, con una diferencia de 3 cm entre cada profundidad, hubo una disminución en la emergencia, en la raíz, en el renuevo o vástago y en la materia seca. En un suelo arenoso o en un medio ambiente donde las partes altas del suelo se secan rápidamente debe plantarse un poco más profundo que en suelos de textura fina. La emergencia que se obtuvo cuando se sembró a profundidades de 3,4,5 y 7 cm fue de 85%, 95%,92% y 8% respectivamente en el sur de los Estados Unidos (Carter, 1978).

3. HIPOTESIS

El vigor de las plántulas se verá afectado en forma inversa por la profundidad de siembra. Lo anterior se deberá a que las semillas sembradas a mayores profundidades tardarán más tiempo en emerger que las sembradas superficialmente. Esto debido a que tendrán que alargar su hipocótilo una distancia mayor y además tendrán que vencer la resistencia que una mayor capa de suelo le ofrece al paso de los cotiledones, perdiendo por consecuencia una gran cantidad de energía que no podrá ser suministrada a la formación de otros órganos, por lo que a mayor profundidad se espera un menor vigor de plántulas al emerger; por el contrario las semillas sembradas a menor profundidad, al emerger más rápido aprovecharán antes la energía solar, dedicándola a la formación y desarrollo de órganos, esperándose por lo tanto un mayor vigor en estas plántulas. Se espera también que el porcentaje y la velocidad de emergencia disminuyan al aumentar la profundidad de siembra debido a que las plántulas agotarán las reservas de los cotiledones antes de alcanzar la superficie del suelo.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 LOCALIDAD

El presente estudio se llevó a cabo en el vivero " El Canadá " , perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el Municipio de General Escobedo, N.L., cuyas coordenadas geográficas son: 25° 42' latitud Norte y 100° 20' longitud Oeste; con una altura de 537 msnm.

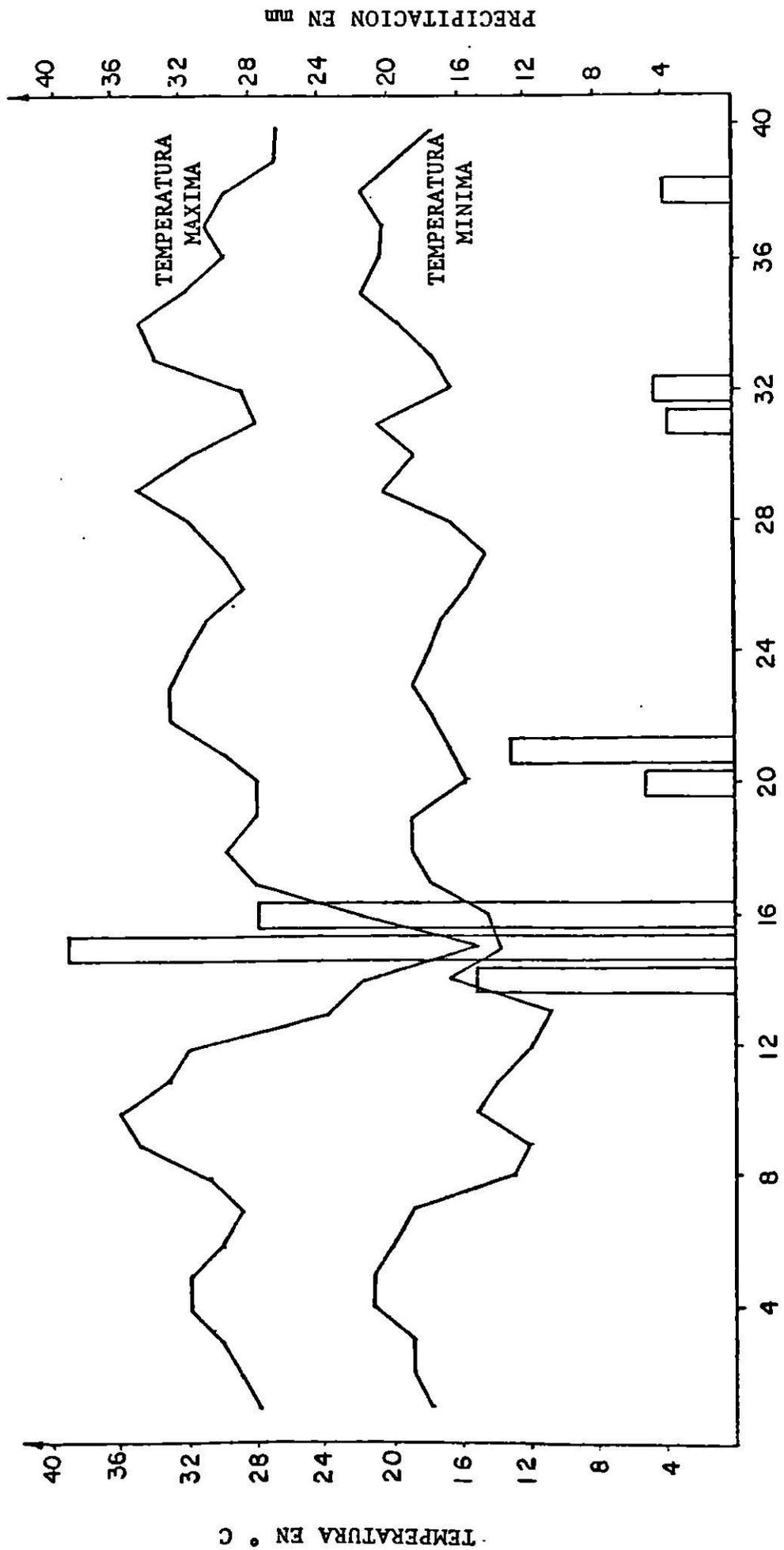
La temperatura promedio anual es de 20°C, con una media máxima de 28.3° C y una mínima de la 13.4° C; la precipitación pluvial es de 446.3 mm anuales.

El clima es BSo/1 Hx' (e ') según la clasificación de Köppen modificada por García (1973).

Las condiciones ambientales de precipitación y de temperatura que se presentaron durante el desarrollo del experimento se muestran en la Figura 2.

4.2 GENOTIPOS UTILIZADOS

Los genotipos de girasol utilizados fueron TECMON 1, TECMON 2, TECMON 3, TECMON 52 y GIHE-835 (cuadro 1), los cuales, en una prueba previa a la siembra, presentaron porcentajes de germinación de 96, 85, 95, 99, 98 % respectivamente. El germoplasma fué proporcionado por el Departamento de Agronomía de la División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, N.L. México y por el Campo Agrícola Experimental " General Terán " del Instituto Nacional de Investigación Agrícola en General Terán, N.L. México.



DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

FIGURA 2. Temperaturas diarias (-) y precipitación (▮) que se presentaron durante el período que permaneció el experimento en el campo.

CUADRO 1. Características de los cultivares estudiados.

Variedad	color	tamaño	Peso de 100 Semillas	Vol. por Semilla
TECMON 1	negro	mediano a pequeño	6.27 g.	.08 ml
TECMON 2	negro	mediano a grande	8.26 g.	.1 ml
TECMON 3	negro	mediano a pequeño	5.06 g.	.06 ml
TECMON 52	negro	mediano a grande	8.94 g.	.13 ml
GIHE-835	gris claro	mediano a pequeño	3.78 g.	.05 ml

4.3 TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO

Los tratamientos se formaron al combinar los genotipos con 8 profundidades diferentes de siembra, generándose 40 tratamientos (Cuadro 2).

4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos se aleatorizaron bajo un arreglo factorial dentro de un diseño completamente al azar. Cada tratamiento se repitió 3 veces formando un total de 120 unidades experimentales, y cada una de ellas estuvo formada por 3 macetas.

CUADRO 2. Tratamientos bajo estudios

VARIETADES	PROFUNDIDADES	TRATAMIENTOS
TECMON 1 (V1)	2 cm (P1)	V1 P1
	4 cm (P2)	V1 P2
	6 cm (P3)	V1 P3
	8 cm (P4)	V1 P4
	10 cm (P5)	V1 P5
	12 cm (P6)	V1 P6
	14 cm (P7)	V1 P7
	16 cm (P8)	V1 P8
TECMON 2 (V2)	2 cm (P1)	V2 P1
	4 cm (P2)	V2 P2
	6 cm (P3)	V2 P3
	8 cm (P4)	V2 P4
	10 cm (P5)	V2 P5
	12 cm (P6)	V2 P6
	14 cm (P7)	V2 P7
	16 cm (P8)	V2 P8
TECMON 3 (V3)	2 cm (P1)	V3 P1
	4 cm (P2)	V3 P2
	6 cm (P3)	V3 P3
	8 cm (P4)	V3 P4
	10 cm (P5)	V3 P5
	12 cm (P6)	V3 P6
	14 cm (P7)	V3 P7
	16 cm (P8)	V3 P8
TECMON 52 (V4)	2 cm (P1)	V4 P1
	4 cm (P2)	V4 P2
	6 cm (P3)	V4 P3
	8 cm (P4)	V4 P4
	10 cm (P5)	V4 P5
	12 cm (P6)	V4 P6
	14 cm (P7)	V4 P7
	16 cm (P8)	V4 P8
GIHE - 835 (V5)	2 cm (P1)	V5 P1
	4 cm (P2)	V5 P2
	6 cm (P3)	V5 P3
	8 cm (P4)	V5 P4
	10 cm (P5)	V5 P5
	12 cm (P6)	V5 P6
	14 cm (P7)	V5 P7
	16 cm (P8)	V5 P8

El modelo del diseño estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + P_i + V_j + (PV)_{ij} + E_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Variable cuantificada para estimar el vigor de la plántula

M = Media general de todas las observaciones

P_i = Efecto de la i -ésima profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas.

V_j = Efecto de la j -ésima variedad sobre el vigor de las plántulas.

$(PV)_{ij}$ = Efecto de la i -ésima profundidad sobre la j -ésima variedad.

E_{ijk} = Error experimental.

El esquema general de la aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo se puede apreciar en el Cuadro 3.

4.5 METODO DE SIEMBRA

La siembra se efectuó el 24 de Marzo de 1985; el lote donde se sembró fue barbechado, rastreado y regado previamente. La siembra se hizo en bolsas de plástico negras de diámetro de 20 cm; éstas fueron abiertas en ambos extremos formando así un tubo de plástico en donde creció la planta, esto para que la tierra en la bolsa sea una continuación de la tierra en el terreno, de manera que las raíces de las semillas sembradas a mayores profundidades no se vieran limitadas por la bolsa, sino que pudieran continuar su desarrollo en el suelo. Cuando la tierra dió su punto óptimo de humedad para la siembra (se determinó empíricamente) se procedió a realizar la misma. De una parte del lote se extrajo la tierra

CUADRO 3. Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo (esquema). Orden de los números: Profundidad (cm) - Variedad (1: TECMON 1, 2: TECMON 2, 3: TECMON 3, 4: TECMON 52, 5: GIHE-835)-Repetición.

GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
14-4-1	2-4-1	8-3-3
2-5-1	14-4-2	8-2-2
10-3-2	6-3-3	16-2-3
16-2-1	12-1-3	12-2-3
14-3-1	2-3-2	12-2-1
14-5-1	10-1-3	5-2-1
6-5-2	14-2-2	16-5-1
16-4-1	6-2-2	4-5-3
12-5-1	10-4-2	12-4-1
10-3-3	16-1-2	2-5-3
16-4-3	10-4-3	6-1-2
16-2-2	12-4-3	12-3-3
2-5-2	8-1-2	6-2-1
4-3-2	8-5-2	4-5-2
2-1-2	16-5-3	10-5-1
6-1-3	8-1-3	14-5-3
10-5-2	10-4-1	10-2-3
12-3-1	8-3-1	10-5-3
4-1-3	4-2-2	4-2-1
12-5-3	6-4-3	4-4-2
6-5-3	8-4-3	14-1-2
4-3-3	4-2-3	6-4-2
6-4-1	8-2-1	8-4-2
2-4-2	8-1-1	2-3-3
4-3-1	6-3-1	14-1-1
10-1-1	12-1-1	12-5-2
16-1-1	6-2-3	8-2-3
16-5-2	6-3-2	10-3-1
14-4-3	8-4-1	14-3-2
6-5-1	16-3-2	12-1-2
16-3-1	16-1-3	2-2-3
12-3-2	4-1-2	16-4-2
10-1-2	8-5-3	4-4-1
16-3-3	4-4-3	12-4-2
4-5-1	6-1-1	10-2-2
10-2-1	2-2-2	2-1-3
14-2-3	8-3-2	2-3-1
2-4-3	2-1-1	14-1-3
14-3-3	12-2-2	8-5-1
14-2-1	4-1-1	14-5-2

con que se llenaron las bolsas y en la otra parte se colocaron las bolsas ya organizadas e identificadas por tratamiento; estas bolsas fueron colocadas sobre el suelo removido y pulverizado, se rellenaron las bolsas hasta la profundidad que el tratamiento indicaba. La profundidad se iba midiendo con una regla graduada y se depositaban 3 semillas en cada bolsa de manera conveniente para facilitar la polaridad de la radícula y plúmula al momento de la germinación, posteriormente se terminó de rellenar la bolsa.

La operación anterior se hacía rellenando una bolsa a la vez para conservar la humedad de la tierra, y ésta se extraía gradualmente para no exponerla al sol.

Una vez sembradas todas las bolsas, se procedió a amontonar tierra alrededor de cada grupo de bolsas para reducir la pérdida de humedad y evitar que se cayera.

4.6 TOMA DE DATOS

Las primeras plántulas emergieron al sexto día de la siembra (30 de Marzo 85); a partir de esta fecha se fueron registrando las emergencias diarias hasta el día 17 posterior a la siembra. Después de que transcurieron 27 días desde la fecha de siembra se dejó una sola plántula de las 3 sembradas originalmente, ésta fue tomada al azar, y las plántulas retiradas se consideraron como primer muestreo. La plántula que se dejó se utilizó para el segundo muestreo a los 40 días de la siembra.

4.7 VARIABLES BAJO ESTUDIO

4.7.1 Morfológicas:

4.7.1.1 Area foliar

Se tomó la superficie foliar total de cada plántula. Esta variable se cuantificó a los 27 y 40 días después de la siembra por medio del método gravimétrico, el cual se describe a continuación:

1. Se pesa una hoja de papel de dimensiones conocidas, de esta manera se obtiene el peso de esta área.
2. En hojas de papel del mismo tipo al anterior se dibujan las hojas de las plántulas previamente identificadas por tratamientos; luego, dichos dibujos se recortan por su contorno y se pesan en una balanza.
3. Se determina el área que corresponde al peso de los dibujos recortados de cada plántula por medio de la siguiente ecuación

$$X = \frac{\text{área conocida de papel} \times \text{peso de los dibujos recortados}}{\text{peso del área conocida de papel}}$$

En donde;

X = área de los dibujos recortados = área foliar de la plántula

4.7.2 Fisiológicas :

4.7.2.1 Días de la emergencia

Es el intervalo de tiempo expresado en días, que comprende desde

el día de la siembra hasta el día en que por lo menos el 50% de las plántulas de cada unidad experimental estuvieron emergidas, considerando como plántulas emergidas aquellas cuyo gancho plumular se pudo observar sobre la superficie del suelo. Esta variable se cuantificó desde el día que emergió la primera plántula hasta los 17 días posteriores a la siembra.

4.7.2.2 Porcentaje de emergencia

Es el cociente multiplicado por 100 del número de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas. Las plántulas que emergieron después de los 17 días de la siembra no se tomaron en cuenta para cuantificar esta variable.

4.7.2.3 Peso seco

Esta variable se cuantificó a los 27 y 40 días después de la siembra. Luego de cortar las plántulas al nivel del suelo, se colocaron en bolsas de papel previamente identificadas; posteriormente se pusieron a secar (en una estufa marca Telco, modelo 26) durante 48 horas a una temperatura de 60°C; posteriormente se pesaron en una balanza analítica (marca Sartorius, modelo 2842), registrando el peso de cada plántula.

4.7.2.4 Tasa de asimilación neta (TAN)

Es la tasa de incremento de peso seco por unidad foliar en una unidad de tiempo. Indica la eficiencia con que la plántula produce materia seca por unidad de área foliar presente (Zavala, 1982). Se determinó la TAN para la etapa comprendida entre los 27 y 40 días posteriores a la siembra.

La fórmula utilizada para calcularla fué la siguiente:

$$TAN = \frac{PS2 - PS1}{13} \times \frac{1}{(AF1 + AF2) (.05)}$$

En donde:

TAN = tasa de asimilación neta

PS1 = peso seco a los 27 días después de la siembra

PS2 = peso seco a los 40 días después de la siembra

AF1 = área foliar a los 27 días después de la siembra

AF2 = área foliar a los 40 días después de la siembra

4.7.2.5 Tasa relativa de crecimiento (TRC)

También conocida como índice de eficiencia de producción de materia seca, trata de explicar el crecimiento en términos de peso seco, y permite comparar el crecimiento entre dos organismos (Zavala, 1984). Esta variable fué obtenida para la etapa comprendida entre los 27 y los 40 días después de realizada la siembra por medio de la siguiente fórmula

$$TRC = \frac{PS2 - PS1}{13} \times \frac{1}{PS1}$$

En donde:

TRC = tasa relativa de crecimiento

PS1 = peso seco a los 27 días después de la siembra

PS2 = peso seco a los 40 días después de la siembra

4.7.2.6 Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

Es el incremento de peso seco por unidad de tiempo. Indica la velo-

cidad con la que el cultivo está creciendo (Zavala, 1984). Esta variable se calculó para la etapa comprendida entre los 27 y los 40 días posteriores a la siembra, se utilizó la siguiente fórmula.

$$TCC = \frac{PS2 - PS1}{13}$$

En donde :

TCC = tasa de crecimiento del cultivo

PS1 = peso seco a los 27 días después de la siembra

PS2 = peso seco a los 40 días después de la siembra

4.8 PRACTICAS CULTURALES

Durante el tiempo que duró establecido el experimento solamente se eliminaron las malezas que se presentaban en las macetas para evitar la competencia con el cultivo.

4.9 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos fueron agrupados en tablas, se les calculó la media por unidad experimental; éstas fueron ordenadas y codificadas posteriormente en la computadora del centro de cálculo de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Se utilizó el paquete SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), solicitando los análisis de varianza, las correlaciones simples entre las variables y la ecuación de regresión fija considerando el peso seco como variable dependiente y como variables independientes a los TAN, TRC Y TCC.

Además, se solicitaron las ecuaciones de regresión utilizando el procedimiento de selección " por pasos ", considerando las siguientes variables independientes.

1. Peso seco a los 27 días, área foliar a los 27 y 40 días, días a la emergencia y porcentaje de emergencia.
2. Días a la emergencia, porcentaje de emergencia, peso seco a los 27 días, área foliar a los 27 y 40 días, TAN, TRC y TCC.

5. RESULTADOS

5.1 DIAS A LA EMERGENCIA

En el análisis de varianza se observaron diferencias altamente significativas únicamente para profundidades de siembra y variedades (Cuadro 1A).

Las profundidades de siembra que presentaron lo más rápida emergencia fueron las 8,6,4,2,10,12 y 16 cm con promedios desde 8.07 a 11.38 días, en cambio, las siembras a 14 cm de profundidad fueron las que más tardaron en emerger con 11.66 días, siendo estadísticamente igual a las profundidades de 16,12,10,2,4 y 6 cm con promedios entre 11.38 y 8.45 días (Cuadro 2).

Los resultados sugieren que las semillas sembradas a profundidades intermedias (8,6 y 4 cm) tuvieron una emergencia más rápida, y que conforme se aumentaba la profundidad también aumentaron los días para emerger (Figura 3).

Al hacer la comparación entre variedades, las TECMON 52, TECMON 2, TECMON 1, TECMON 3, fueron las que más rápido emergieron, requiriendo de 8.41 a 9.98 días, y la que más tardó fué la GIHE-835 con 11.91 días, siendo estadísticamente igual a las variedades TECMON 3 y TECMON 1 con promedios de 9.98 y 9.51 días respectivamente (Cuadro 2).

5.2 PORCENTAJE DE EMERGENCIA

La variable porcentaje de emergencia presentó en su análisis de varianza diferencia altamente significativa entre profundidades de siembra y entre las variedades (Cuadro 1A).

Se observó en los resultados una relación inversa entre la profundidad y el porcentaje de emergencia (Figura 4)

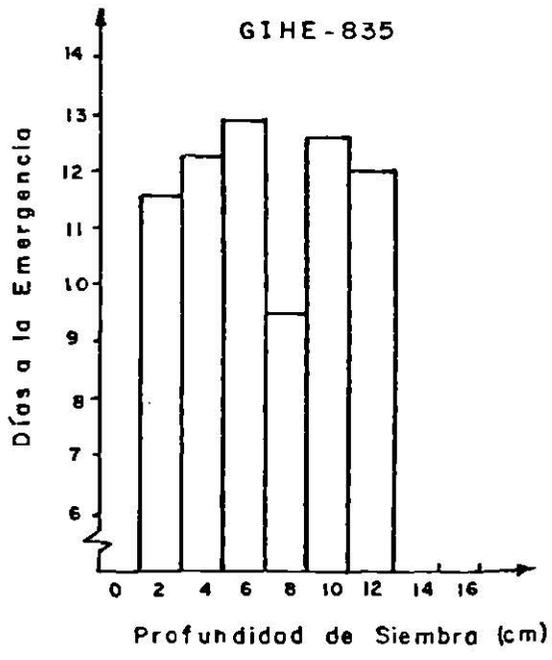
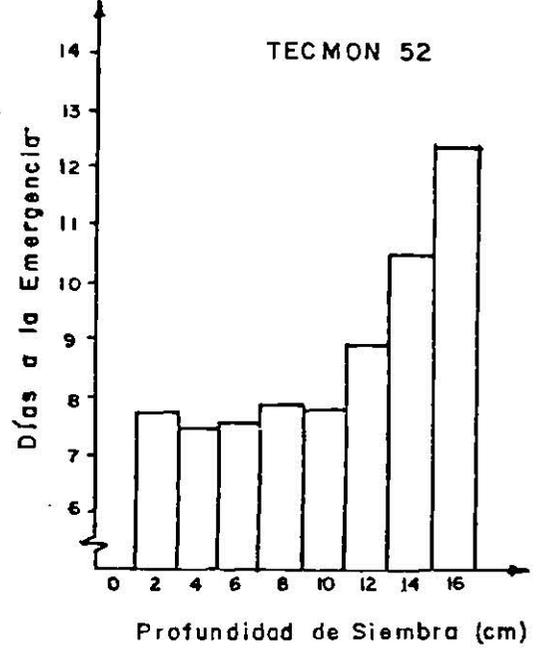
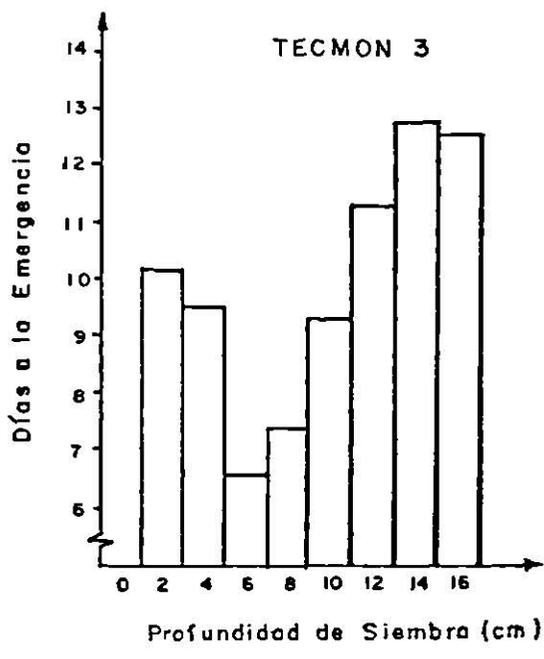
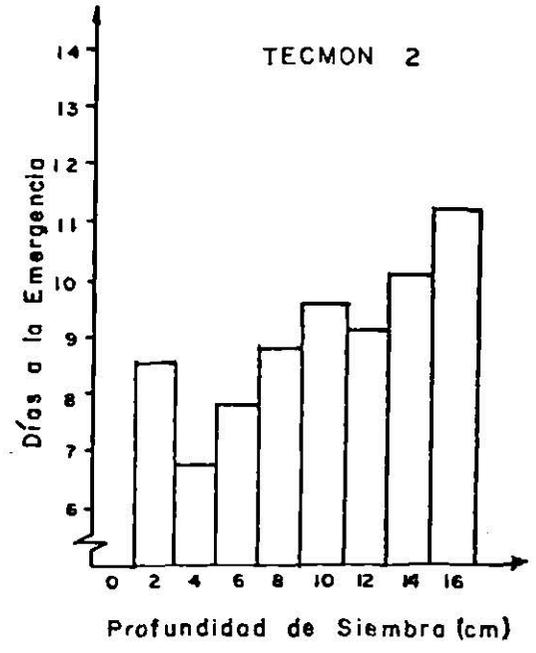
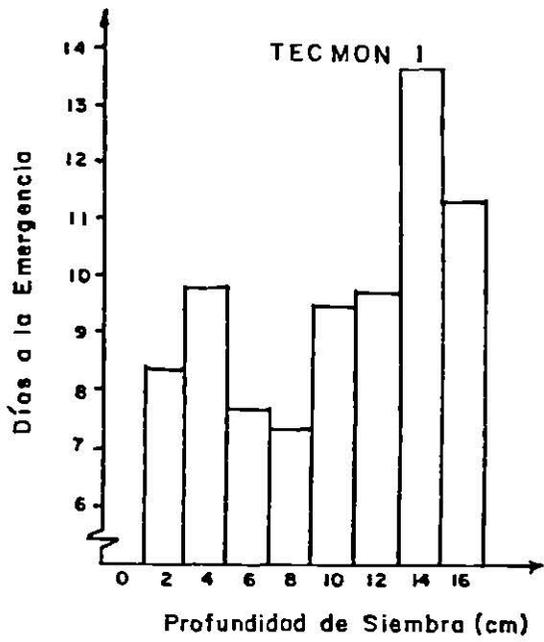


Figura 3.

Efecto de la profundidad de siembra sobre los días a la emergencia.

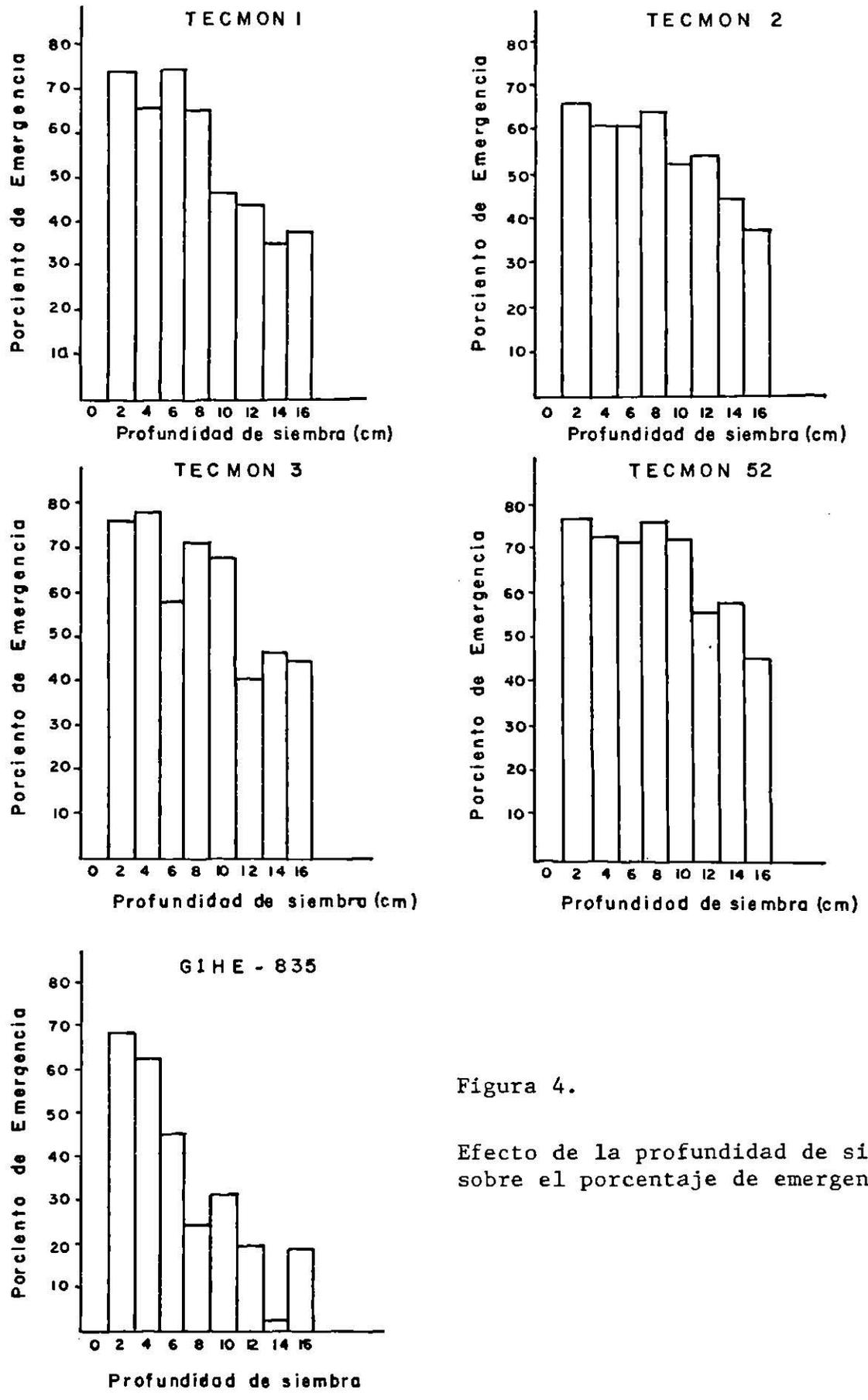


Figura 4.

Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia.

Las profundidades de siembra que presentaron un mayor porcentaje de emergencia fueron las 2,4,6 y 8 cm, con medias entre 74.3 y 61.6 % ; por el contrario, las de menor porcentaje fueron las de 14, 12 y 16 cm que presentaron medias entre 45.8 y 38.0 % (Cuadro 2A).

Las variedades que presentaron un mayor porcentaje de emergencia fueron la TECMON 52, TECMON 3 y la TECMON 1 con 67.1, 61.8 y 58.0 respectivamente, mientras que la de menor porcentaje fue la GIHE-835 con 43.5 % (Cuadro 2A).

5.3 AREA FOLIAR

A los 27 y 40 días después de la siembra se presentaron diferencias altamente significativas por efecto de las profundidades de siembra y de las variables (Cuadro 1A).

En general se observó que el área foliar fué mayor en las profundidades de siembra intermedias y menor conforme las siembras fueron más superficiales o más profundas (Figura 5). Así tenemos que a los 27 días después de la siembra las profundidades de 8,12, 6,10,4 y 14 cm fueron las que presentaron mayor area foliar con valores desde 210.1 a 102.2 cm² siendo estadísticamente iguales, mientras que las siembras a 2 y 16 cm presentaron las menores áreas foliares con 84.3 y 61.1 cm² respectivamente, y estadísticamente iguales a las profundidades 14,4,10,6 y 12 cm con valores desde 102.2 a 188.8 cm² . A los 40 días posteriores a la siembra las profundidades 4,6,10,8,14 y 12 fueron donde se produjeron las mayores áreas foliares con medias entre 1867.7 y 1343.4 cm², mientras que las áreas foliares menores se produjeron a los 16,2,12, 14 y 8 cm de profundidad de siembra con

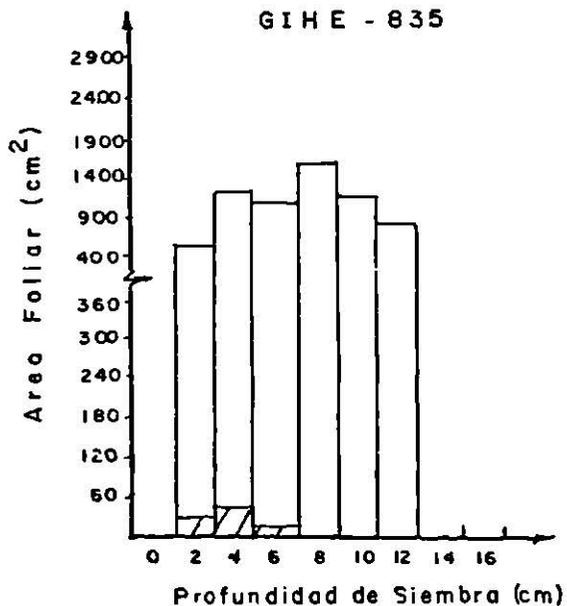
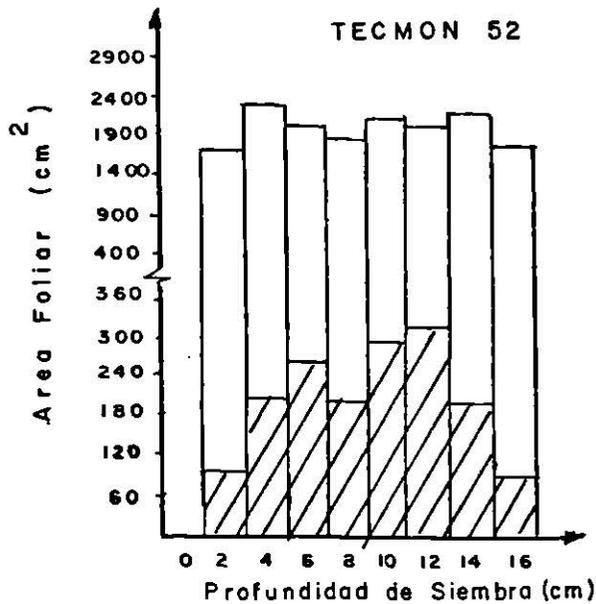
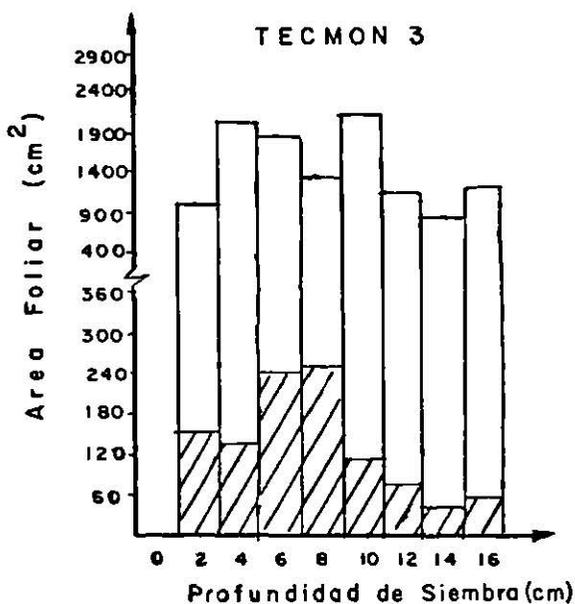
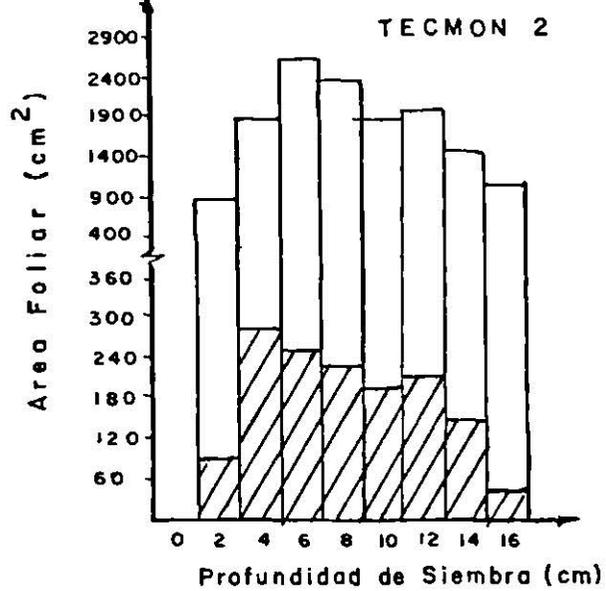
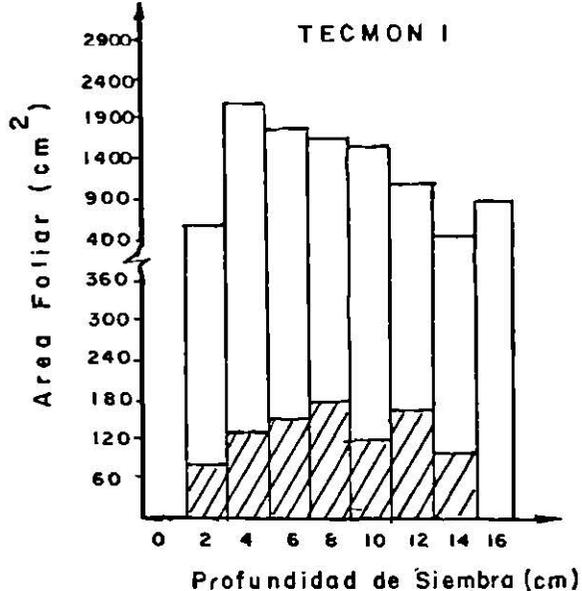


Figura 5.
Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar, estimada a los 27 (▨) y 40 (□) días de la siembra.

válcores entre 99.8 y 1565.6 cm² (Cuadro 3A).

A los 27 días posteriores a la siembra las variedades que presentaron las mayores áreas foliares fueron la TECMON 52, TECMON 2, TECMON 3 y TECMON 1 con 200.0,180.2,136.1 y 123.4 cm² respectivamente; las variedades que presentaron las menores áreas foliares fueron la GIHE-835 y la TECMON 1 con valores de 28.0 y 123.4 cm² respectivamente (Cuadro 3A). A los 40 días de siembra las variedades TECMON 52 y TECMON 2 con áreas de 2010.4 y 1678.2 cm² respectivamente fueron las que presentaron las máximas áreas, mientras que las menores áreas fueron las de la GIHE-835, TECMON 1 y TECMON 3 con valores entre 984.9 y 1351.2 cm² (Cuadro 3A).

5.4 PESO SECO

En los análisis de varianza que para esta variable se hicieron a los 27 como a los 40 días, se presentaron diferencias altamente significativas entre profundidades de siembra y entre variedades (Cuadro 1A). En general se observó que para esta variable los mayores pesos se presentaron en las profundidades intermedias, siendo menores en la siembras superficiales o profundas (Figura 6). A los 27 días posteriores a la siembra las profundidades de 8,12,6,10,4 y 14 cm fueron las que presentaron mayor peso seco con valores entre 0.83 y 0.38 g , mientras que las de menor peso seco fueron en las profundidades de 16 y 2 cm con medias de 0.18 y 0.29 g respectivamente, siendo estadísticamente iguales a las profundidades de 14,4,10 y 6 cm con valores entre 0.38 y 0.69 g. A los 40 días posteriores a la siembra las profundidades que presentaron mayor peso seco fueron las de 6,4,8,10, 12 y 14 cm con valores entre 14.7 y 9.9 g, mientras que las profundidades

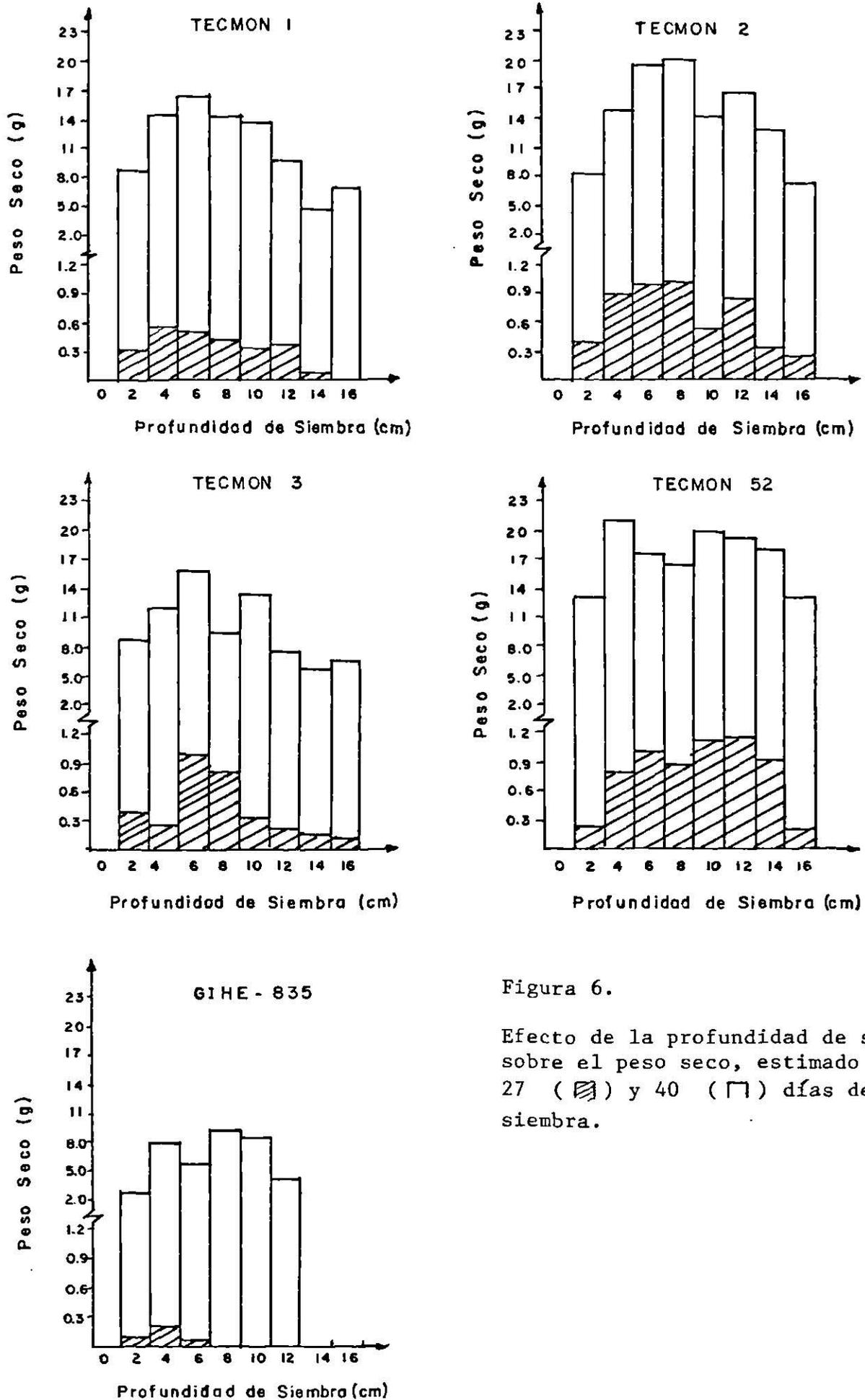


Figura 6.

Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco, estimado a los 27 (▨) y 40 (□) días de la siembra.

cón más bajos pesos secos fueron las de 16,2,14 y 12 cm con medias entre 7.2 y 11.6 g (Cuadro 4A).

Comparando las variedades a los 27 días posteriores a la siembra, las que presentaron los mayores pesos secos fueron la TECMON 52, TECMON 2 y TECMON 1 con 0.74,0.73 y 0.45 g respectivamente; la variedad que presentó menor peso seco fue la GIHE-835 con 0.12 g, siendo estadísticamente igual a la TECMON 3 y TECMON 1 con valores de 0.43 y 0.45 g respectivamente (Cuadro 4A). A los 40 días se presentó la misma tendencia, siendo las variedades TECMON 52 y TECMON 2 con 16.9 y 13.5 g respectivamente las que presentaron los máximos pesos secos, en cambio la GIHE-835 y la TECMON 1 con valores de 5.9 y 9.8 g respectivamente fueron las que presentaron los mínimos pesos secos (Cuadro 4A).

5.5 TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO

En el análisis de varianza se observaron diferencias altamente significativas entre las profundidades de siembra y variedades a los 40 días posteriores a la siembra (Cuadro 1A). En general se observó que para esta variable las mayores tasas se presentaron en las profundidades intermedias, siendo menores conforme la siembra fué superficial o más profunda.

La mayor tasa se presentó en la profundidad de 10 cm con un valor de 1.14 g/día, aunque siendo estadísticamente igual a las profundidades de 8, 12,6,4,14 y 16 cm con valores entre 1.1 y 0.65 g/día, mientras que los menores valores fueron 2,16 y 14 cm de profundidad de siembra con tasas entre 0.59 y 0.85 g/día (Cuadro 5A).

5.6 TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO

El análisis de varianza presentó diferencias significativas solo entre variedades, no así del efecto de la profundidad de siembra (Cuadro 1A).

A los 40 días posteriores a la siembra la variedad GIHE-835 fué la que presentó la TRC más alta con una media de 6.3 g/g/día, siendo estadísticamente igual a las variedades TECMON 52, TECMON 3 y TECMON 1 con tasas entre 2.8 y 2.7 g/g/día, mientras que el menor valor correspondió a la TECMON 2 con una media de 2.3 g/g/día y estadísticamente igual a las variedades TECMON 1, TECMON 3 y TECMON 52 con valores entre 2.74 y 2.79 g/g/día (Cuadro 5A).

5.7 TASA DE ASIMILACION NETA

Para esta variable el análisis de varianza no presentó diferencias significativas por efecto de profundidades de siembra, variedades, ni para la interacción de estos dos factores (Cuadro 1A).

5.8 RELACIONES ENTRE VARIABLES

Solamente se tomó en cuenta la relación que había entre las variables peso seco, área foliar y días a la emergencia, por considerarse que éstas son las que tienen mayor influencia sobre el vigor de las plántulas (Maití, 1983).

A los 27 días posteriores a la siembra la variable peso seco presentó una correlación positiva y altamente significativa con las variables área foliar a los 27 días, peso seco a los 40 días, tasa de crecimiento y área

foliar a los 40 días, siendo los coeficientes de correlación de 0.90, 0.68, 0.64 y 0.46 respectivamente, mientras que para las variables días a la emergencia y tasa relativa de crecimiento presentó una correlación negativa y altamente significativa siendo los coeficientes de -0.63 y -0.48 respectivamente (Cuadro 6A). Mientras que a los 40 días de la siembra, presentó una correlación significativa con TAN con un coeficiente de 0.25, y además una correlación altamente significativa con las variables TCC, área foliar a los 40 días y porcentaje de emergencia, con coeficientes de 0.99, 0.89 y 0.4 respectivamente, presentando una correlación negativa de -0.66 para la variable días a la emergencia (Cuadro 6A).

A los 27 días de la siembra la variable área foliar presentó una correlación positiva y altamente significativa con las variables peso seco a los 40 días, TCC y área foliar a los 40 días, siendo los coeficientes de 0.65, 0.61 y 0.48 respectivamente, mientras que presentó una correlación negativa y altamente significativa con las variables TRC con 0.49 y días a la emergencia con -0.71 (Cuadro 6A). A los 40 días de la siembra esta variable presentó una correlación positiva y altamente significativa con las variables TCC y porcentaje de emergencia, siendo los coeficientes de correlación de 0.88 y 0.36 respectivamente, presentando también una correlación negativa y altamente significativa con la variable días a la emergencia con -0.59 (Cuadro 6A).

La variable días a la emergencia presentó una correlación positiva y altamente significativa con la variable TRC con un coeficiente de 0.37, así como una correlación negativa y altamente significativa con la variable tasa de crecimiento con un coeficiente de -0.66 (Cuadro 6A).

Considerando el peso seco a los 40 días posteriores a la siembra como variable dependiente y TRC, TCC y TAN como variables independientes en el análisis de regresión fijo se obtuvo la siguiente ecuación:

$$PS = 0.182 - 0.057 \text{ TRC} + 13.595 \text{ TCC} - 24.423 \text{ TAN}$$

con una R^2 de 0.997 y considerándose altamente significativa.

El análisis de regresión utilizando el procedimiento de selección de variables independientes " por pasos ", presentó los siguientes modelos como algunos de los mejores:

1. Considerando a el grupo de variables que aparecen en el cuadro 8A se escogió la siguiente ecuación:

$$\text{Peso seco} = -0.305 + 0.006 \text{ área foliar a 40 días} + 4.958 \text{ peso seco a 27 días.}$$

con un R^2 de 0.871, considerándose altamente significativa.

Se escogió esta ecuación por tener una R^2 alta y relativamente igual a las demás, con el menor número de variables posible (Cuadro 8A).

2. Considerando a el grupo de variables que aparecen en el cuadro 9A se escogió la siguiente ecuación:

$$\text{Peso seco} = -0.062 + 13.643 \text{ TCC}$$

con una R^2 de 0.996, considerándose altamente significativa.

Se escogió esta ecuación por tener solo una variable y presentar una R^2 relativamente igual a las demás (Cuadro 9A).

6. DISCUSION

Los resultados nos demuestran que la profundidad de siembra influyó sobre el vigor de plántulas, ya que afectó las variables peso seco y área foliar, estimadores importantes del vigor (Maití, 1983); de igual manera, influyó en el establecimiento del cultivo, ya que afectó las variables velocidad y porcentaje de emergencia.

Al igual que en experimentos anteriores realizados con frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Treviño y García, 1984; Cuellar, 1985), en general se observó que el porcentaje de emergencia disminuyó conforme las profundidades de siembra eran mayores (Cuadro 2A), ésta relación se explica en que a mayores profundidades de siembra la plántula tiene que desplazar sus tejidos una distancia mayor para emerger, lo cual implica también, un mayor gasto de energía por parte de ésta, ya que requiere vencer la resistencia que le ofrece el suelo a su paso; consecuentemente, algunas plántulas no son capaces de crecer lo suficiente y se les agota el alimento almacenado antes de llegar a la superficie (Hartmann, 1981).

En la relación que se presentó entre la variable días a la emergencia y la profundidad de siembra, se observó que fueron las profundidades de siembra intermedias (4, 6 y 8 cm) las que presentaron mayor velocidad de emergencia, mientras que en la profundidad más superficial (2 cm) la velocidad de emergencia fué menor que la de las intermedias (Cuadro 2A). Esto difiere con resultados de experimentos anteriores en frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Cuellar, 1985; Crespo, 1985), donde se presentó una relación inversa entre esta variable y la profundidad de siembra; la tardanza en emerger de la siem-

bra más superficial (2 cm) se explica si consideramos que debido a las temperaturas las capas superficiales del suelo se desecan muy rápidamente, por lo que las semillas colocadas en estas capas no contaron con las condiciones necesarias de humedad para germinar y emerger; en estas siembras aunque las plántulas tardaron en emerger, son las que presentaron el mayor porcentaje de emergencia, en cambio, para las siembras más profundas (14 y 16 cm) disminuyó la velocidad debido, a como se explicó anteriormente , es mayor la distancia que tienen que desplazar éstas plántulas para emerger, incluso algunas agotan sus reservas sin alcanzar la superficie (Hartmann, 1981).

Se pudo observar en los resultados que las plántulas de las variedades TECMON 52 y TECMON 2, fueron las que presentaron una mayor velocidad y porcentaje de emergencia (Cuadro 2A); las semillas de éstas variedades son más grandes que las del resto, por lo cual contienen una mayor cantidad de alimento en reserva, lo que le hace posible poder disponer de una mayor cantidad de energía y lograr emerger más rápido y en mayor porcentaje que las demás variedades con semillas más pequeñas (Martín, 1976), aún y cuando su mayor área cotiledonal le ocasiona un mayor gasto de energía para poder desplazar sus cotiledones desde siembra más profundas y poder romper la resistencia del suelo (Maití, 1983).

Por otro lado, el área foliar y el peso seco presentaron comportamientos similares en cuanto a su relación con la profundidad de siembra, pudiéndose representar la función de éstos con respecto a la profundidad de siembra por una curva de campana (Figuras 5 y 6), dicha relación difiere de la encontrada en otros experimentos realizados con frijol (Phaseolus vulgaris L.)

(Treviño, 1984; Crespo, 1985), en los cuales fueron inversas las relaciones del peso seco y el área foliar con respecto a la profundidad de siembra.

A los 27 y 40 días de la siembra, las plántulas sembradas a profundidades intermedias (8, 12, 6 y 10 cm) fueron las que presentaron mayor peso seco y área foliar (Cuadros 3A y 4A), unicamente que a los 40 días, las plántulas de las siembras a 4 cm, tuvieron el mismo vigor que las producidas a las profundidades intermedias (Cuadro 3A y 4A). Se puede considerar que la profundidad de siembra influyó de manera determinante en el vigor de plántula al afectar al peso seco y área foliar, y que fué en las profundidades intermedias donde las condiciones de la cama de siembra proporcionaron un desarrollo equilibrado de la raíz y de la parte emergida de la planta, de tal manera que la absorción de agua y nutrientes que se efectúa por raíz satisface la demanda de los mismos por los puntos de crecimiento en la parte emergida (Maiti, 1981).

Tanto las plántulas de siembras , más superficiales (2 cm) como las más profundas (14 y 16 cm) al tardar más en emerger retrasaron la activación de los procesos fotomorfogénicos, ya que éstos se activan al momento de emerger y hacen que las reservas se destinen al desdoblamiento del gancho plumular, a la expansión foliar y al inicio del crecimiento, elaborando las plantas más pronto su propio alimento a través de la fotosíntesis (Kendrick, 1976), por lo tanto, las plántulas que emerjan más pronto y con un equilibrio raíz-vástago presentaran mayor vigor. Tal es el caso de las plántulas de siembras intermedias (10, 8, 12 y 6 cm).

La tasa de crecimiento de cultivo indicó que fueron las profundidades de siembra intermedias (10, 8, 12 y 6 cm) la que mayor velocidad de crecimiento presentaron y por lo tanto las de mayor vigor, siendo las siembras más superficiales (2 y 4 cm) y las más profundas (14 y 16 cm) las de más lento crecimiento (Cuadro 5A), esto se explica, ya que fueron estas profundidades las que mayores valores de peso seco tuvieron.

Las variedades TECMON 52 y TECMON 2 fueron las que presentaron mayores valores de peso seco y área foliar, éstas fueron las que tuvieron la mayor velocidad de emergencia y por lo tanto tardaron menos tiempo en establecerse (Cuadros 3A y 4A) además, la tasa de crecimiento del cultivo demostró que fueron estas variedades las de mayor velocidad de crecimiento y la de menor la variedad GIHE-835, y por lo tanto, la que menor vigor presentó (Cuadro 5A). Por el contrario la tasa relativa de crecimiento indicó que las variedades GIHE-835 y TECMON 52 presentaron la mayor eficiencia en la producción de materia seca, siendo las de menor eficiencia la variedad TECMON 2, por lo tanto, la variedad GIHE-835 es muy eficiente en la producción de materia seca, pero presenta muy bajos valores de peso seco y área foliar, por lo tanto su vigor de plántula fué muy bajo.

En general, se puede aceptar la hipótesis planteada de que el vigor de plántulas está afectado por la profundidad de siembra, ya que ésta afectó el peso seco y el área foliar en una función que podría ser representada por una curva de campana. La misma afecto en una relación inversa el porcentaje de emergencia. siendo las profundidades de siembra intermedias las que presentaron mayor velocidad de emergencia. Se debe agregar que este efecto de la profundidad sobre el vigor estará en relación también con la

variedad que se siembre, las condiciones ambientales prevalecientes y la etapa de desarrollo del cultivo (plántula), esto último debido a que existen otros factores que también afectan el vigor de las plantas en su desarrollo posterior.

Se puede afirmar que se cumplió con los objetivos planteados, y que se determinó la profundidad de siembra en la que se obtiene el máximo vigor de plántula. El centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte recomienda para el cultivo de girasol profundidades de siembra de 5 a 8 cm bajo condiciones de riego, y en este trabajo al estimar el vigor de plántulas por el peso seco y el área foliar, se encontró que este fué mayor dentro de un rango de 4 a 10 cm de profundidad de siembra, por lo que preliminarmente se puede recomendar a estas profundidades, dependiendo de las condiciones prevalecientes.

7. CONCLUSIONES

1. La profundidad de siembra influyó en el establecimiento del cultivo presentando una relación tipo curva de campana con la velocidad de emergencia e inversa con el porcentaje de emergencia.
2. Considerando el peso seco y el área foliar como estimadores del vigor de plántulas, las profundidades de siembra de 4 a 10 cm presentaron las plántulas más vigorosas.
3. Es aceptada parcialmente la hipótesis planteada de que a mayor profundidad se siembra el vigor de plántulas disminuirá, esto debido a que la profundidad de siembra más superficial (2 cm) presentó otra relación.

8. BIBLIOGRAFIA

- Bailey, L. H. 1945. Manual of cultivated plants. The Mac-Millan Company, New York, U. S. A. 116 p.
- Cañizo O., J. A. 1973. Efecto de profundidades de siembra, herbicidas y distribuciones de plantas en el cultivo del maíz sin escardas. Escuela Nacional de Agricultura. Tesis Profesional. Chapingo, México.
- Capella, R.J. 1964. Enciclopedia práctica del agricultor. Síntesis, Barcelona, España.
- Carter J., F. 1978 Sunflower science and technology. Agronomy 19. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. U. S. A.
- Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte. 1980. El girasol. Una alternativa para la zona norte de Tamaulipas. Boletín Técnico. Talleres Gráficos CIAGON. Río Bravo , México.
- Crespo M., I. J. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de plántulas de cinco variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 73 p.
- Cronquist, A. 1977 Introducción a la botánica. Traductor A. Marino. CECSA. México. 848 p.
- Cuéllar D., G. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 65 p.
- Delorit, R. J. y H. L. Ahlgren. 1970. Producción agrícola. Traductor A. Marino, CECSA. México. 783 p.
- Diehl, R.; J. M. Mateo B. y P. Urbano T. 1980. Fitotecnia general. Traductor J. M. Mateo B. Mundi-Prensa. España. 814 p.
- Edmon, J. B., T. L. Senn y F. S. Andrews. 1967. Principios de horticultura. CECSA. México. 575 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Segunda Edición. Editado en la U. N. A. M. México. 246 p.

- García S., L. 1975. Prueba de adaptación y rendimiento de 10 variedades de girasol (Helianthus annuus L.) en la hacienda " La Cascara " Municipio de Montemorelos, N.L., en el Año 1973. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 47 p.
- Gondé, H.; G. Carré y Ph. Jussiaux. 1965. Lecciones de agricultura. Traductor J. Ramírez. Ediciones Aguilar, S. A. España. 645 p.
- Greulanch, V. A. y J. E. Adams. 1976. Las plantas. Traductor R. Riba. Editorial LIMUSA. México. 679 p.
- Guerrero, G. A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. Ediciones Mundi-Prensa. España. 549 p.
- Guzmán B., J. 1984. Problemática en la producción de cultivos básicos en la sub-región de lomeríos suaves de las zonas bajas de Nuevo León. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 161 p.
- Hartmann, H. T. y D. E. 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. Traductor A. Marino. CECOSA. México. 814 p.
- Holman, R. M. y W. W. Robbins. 1965. Botánica general. Traductor E. Beltrán. UTEHA. México. 632 p.
- James, W. O. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. Traductor J. Llimona. Ediciones Omega, S. A. España. 323 p.
- Kendrick, R. E. y B. Frankland. 1976. Phytocrome and plant growth. Printed and bound in Great Britain at the Camelot Press Ltd., Southampton. 68 p.
- Maití, R. K. 1981. Evaluation of Sorghum for multiple stress resistance a pragmatic approach towards Sorghum improvement in semi-arid tropics. International Crops Research Institute for the Semiarid Tropics. Patancheru, India.
- Maití, R. K. 1983. Evaluación del sorgo bajo condiciones de "stress" múltiple en los trópicos semiáridos del nor-este de México. Centro de Investigación Agropecuarias. Folleto No. 1. Editado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Maití, R. K.; H. González R.; C.O. Alanís L. y M. A. Rivera P. 1983. Aspectos en el establecimiento del cultivo del sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench.). Editado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Mex.

- Maití, R. K.; H. González R. y C. O. Alanís L. 1984. El establecimiento de los cultivos en el trópico semiárido del nor-este de México; Una síntesis práctica. Editado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Martin, J. H. 1976. Principles of field crop production. Mac-Millan Publishing Co. New York. U. S. A.
- Martin, J. H.; J. W. Taylor and R. W. Leukel. 1935. Effect of soil temperature and depth of planting on the emergence and development of the green house. J. Am. Soc. Agron. 27:660-665.
- Murphy, R. P. and A. C. Arny. 1939. The emergence of grass and legume seedlings planted at different depths in five soil types. J. Am. Soc. Agron., 31:17-28.
- Ray, P. M. 1980. La planta viviente. Traductor A. Marino CECSA. México. 272 p.
- Robles S., R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. LIMUSA. México. 675 p.
- Robles S., R. 1982. Producción de granos y forrajes. LIMUSA. México. 608 p.
- Ruíz O., M. 1977. Tratado elemental de botánica. ECLALSA. México. 730 p.
- Saumell, H. 1980. Girasol. Técnicas actualizadas para su mejoramiento y cultivo. Ed. Hemisferio Sur S.A. Argentina.
- Secretaría de Educación Pública. 1982. Cultivos básicos. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. Ed. Trillas S. A. México. 72 p.
- Sivori, E. M.; E. R. Montaldi y O. H. Caso. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. 681 p.
- The United States Department of Agriculture. Semillas. CECSA. México. 1020 p.
- Treviño del R., E. y E. García S. 1984. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de maíz (*Zea Mays* L.) y frijol (*Phaseolus spp.*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 110 p.
- Vaughan G., J. 1970. The structure and utilization of oil seeds. first published. The Choucer Press. Great Britain.
- Viorel V., A. 1977. El girasol. Ed. Mundi-Prensa. España.

Wilson, C. L. y W. E. Loomis. 1968. Botánica. Traductor I. L. Cool.
UTHEA. México. 682 p.

Zavala G., F. 1982. Interrelación entre los caracteres fisiotécnicos del híbrido y sus progenitores sobre el rendimiento de grano y estimulación de parámetros genéticos en sorgo para grano (Sorghum bicolor (L.) Moench). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 310 p.

Zavala G., F. 1984. Apuntes del curso de fisiotecnia vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

9. A P E N D I C E

CUADRO 1A. Análisis de varianza para las variables bajo estudio, utilizadas como estimadoras del vigor de plántulas de girasol.

Fuentes de Variación	Variables											
	Días a la Emergencia	g.l.	S.C.	Porcentaje de Emergencia	g.l.	S.C.	Area Foliar a los 27 días	g.l.	S.C.	Area Foliar a los 40 días	g.l.	S.C.
Profundidad	7	576.305	**	7	18391.581	**	7	252695.931	**	7	13350853.814	**
Variedad	4	180.159	**	4	8861.543	**	4	267000.288	**	4	14802181.714	**
Prof. Var.	27	147.281	N.S.	27	4821.661	N.S.	22	172463.756	N.S.	27	8079590.001	N.S.
Error	71	579.000		71	12658.078		58	522242.967		71	19031645.755	
Total	109	1454.691		109	41912.300		91	1174741.657		109	53511945.849	

Continúa

* Significativo ** Altamente Significativo (N.S.) No Significativo

CUADRO 1A. Continuación

Variables

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	Peso Seco a los 27 días	G.L.	S.C.	Peso Seco a los 40 días	G.L.	S.C.	Tasa de Asimilación Neta (TAN)	G.L.	S.C.	Tasa Relativa de Crecimiento (TRC)
Profundidad	7	4.032 **		7	1020.614 **		7	0.000712 N.S.		7	44.511 N.S.	
Variedad	4	4.032 **		4	1618.695 **		4	0.000748 N.S.		4	113.930 *	
Prof. x Var.	22	3.403 N.S.		27	616.197 N.S.		22	0.002237 N.S.		22	180.243 N.S.	
Error	58	7.414		71	1446.394		58	0.007951		58	621.726	
Total	91	18.538		109	4448.583		91	0.011757		91	959.344	

Continúa

* Significativo ** Altamente Significativo (N.S.) No Significativo

CUADRO 1A. Continuación

Fuentes de Variación	Variables	
	G.L.	S.C.
Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)		
Profundidad	7	4.082 **
Variedad	4	6.401 **
Prof. x Var.	22	2.756 N.S.
Error	58	5.775
Total	91	18.712

* Significativo

** Altamente Significativo

(N.S.) No Significativo

CUADRO 2A. Comparaciones de medias de profundidades y variedades de las variables días a la emergencia y porcentaje de emergencia.

PROFUNDIDAD	DIAS A LA EMERGENCIA (Tuckey 0.05)		PORCENTAJE DE EMERGENCIA	
	MEDIA	(Tuckey 0.05)	PROFUNDIDAD	MEDIA (Tuckey 0.05)
14	11.66	a	2	74.35 a
16	11.38	a b	4	70.18 a
12	10.09	a b	6	63.69 a
10	9.56	a b	8	61.57 a b
2	9.12	a b	10	56.64 b c
4	9.02	a b	14	45.83 b c d
6	8.45	a b	12	44.41 c d
8	8.07	b	16	37.97 d
VARIEDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)	VARIEDAD	MEDIA (Tuckey 0.05)
GIHE - 835	11.91	a	TECMON 52	67.12 a
TECMON 3	9.98	a b	TECMON 3	61.83 a b
TECMON 1	9.51	a b	TECMON 1	58.04 a b
TECMON 2	8.75	b	TECMON 2	55.57 b
TECMON 52	8.41	b	GIHE-835	43.52 d

C.V. = 27.75%

C.V. = 23.00 %

CUADRO 3A. Comparaciones de medias de profundidades y variedades de la variable área foliar a los 27 días y 40 días posteriores a la siembra.

AREA FOLIAR A LOS 27 DIAS			AREA FOLIAR A LOS 40 DIAS		
PROFUNDIDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)	PROFUNDIDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)
8	210.06	a	4	1867.73	a
12	188.85	a b	6	1853.76	a
6	187.73	a b	10	1780.83	a
10	162.09	a b	8	1565.62	a b
4	156.35	a b	14	1363.71	a b
14	102.25	a b	12	1343.39	a b
2	84.33	b	16	1062.69	b
16	61.06	b	2	991.78	b
VARIEDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)	VARIEDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)
TECMON 52	200.05	a	TECMON 52	2010.41	a
TECMON 2	180.17	a	TECMON 2	1678.15	a b
TECMON 3	136.12	a	TECMON 3	1351.25	b c
TECMON 1	123.36	a b	TECMON 1	1284.91	b c
GIHE - 835	28.04	b	GIHE - 835	984.87	c

C.V. = 63.64 %

C.V. = 34.59 %

CUADRO 4A. Comparaciones de medias de profundidades y variedades de la variable peso seco a los 27 y 40 días posteriores a la siembra.

PESO SECO A LOS 27 DIAS			PESO SECO A LOS 40 DIAS		
PROFUNDIDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)	PROFUNDIDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)
8	0.83	a	6	14.72	a
12	0.76	a b	4	14.02	a
6	0.69	a b c	8	13.89	a
10	0.59	a b c	10	13.69	a
4	0.54	a b c	12	11.65	a b
14	0.38	a b c	14	9.88	a b
2	0.29	b c	2	7.97	b
16	0.18	c	16	7.23	b
VARIEDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)	VARIEDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)
TECMON 52	0.74	a	TECMON 52	16.94	a
TECMON 2	0.73	a b	TECMON 2	13.53	a b
TECMON 1	0.45	a b c	TECMON 1	11.14	b c
TECMON 3	0.43	b c	TECMON 3	9.81	c d
GIHE - 835	0.12	c	GIHE - 835	5.87	d

C.V. = 65.04 %

C.V. = 38.12 %

CUADRO 5A. Comparación de medias de profundidades y variedades de la variable tasa de crecimiento del cultivo.

TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO		
PROFUNDIDAD	MEDIA	(Tuckey 0.05)
10	1.14	a
8	1.10	a
12	1.09	a
6	1.08	a
4	1.04	a
14	0.85	a b
16	0.65	a b
2	0.59	b
VARIEDADES	MEDIA	(Tuckey 0.05)
TECMON 52	1.27	a
TECMON 2	1.06	a b
TECMON 1	0.92	b c
TECMON 3	0.76	c
GIHE 835	0.40	d

C. V. : 10.52 %

CUADRO 6A. Comparaciones de medias de variedades para la variable tasa relativa de crecimiento.

TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO

VARIEDADES	MEDIA	(Tuckey 0.05)
GIHE - 835	6.33	a
TECMON - 52	2.79	a b
TECMON - 3	2.78	a b
TECMON - 1	2.74	a b
TECMON - 2	2.31	b

C. V. : 96.57 %

CUADRO 7A. Correlaciones entre las variables

VARIABLES	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Peso Seco 27 días	X1 -	.90 **	.68 **	.46 **	-.63 **	.11 NS	-.48 **	.69 **	.18 NS
Area Foliar 27 días	X2	-	.65 **	.48 **	-.71 **	.17 NS	-.49 **	.61 **	.10 NS
Peso Seco 40 días	X3		-	.89 **	-.66 **	.40 **	-.15 NS	.99 **	.25 *
Area Foliar 40 días	X4			-	-.59 **	.36 **	-.01 NS	.88 **	-.08 NS
Días a la Emergencia	X5				-	-.14 NS	.37 **	-.66 **	-.16 NS
% de Emergencia	X6					-	-.19 NS	.22 *	.16 NS
TRC	X7						-	-.13 NS	-.13 NS
TCC	X8							-	.25 *
TAN	X9								-

* : Correlación Significativa

** : Correlación Altamente Significativa

NS : Correlación No Significativa

CUADRO 8A. Ecuaciones de regresión considerando el peso seco a los 40 días como variable dependiente y el peso seco a los 27 días, área foliar a los 27 y 40 días, días a la emergencia y porcentaje de emergencia como variable independientes.

Y _{ij}	Bo	B _{1X1}	B _{2X2}	B _{3X3}	B _{4X4}	B _{5X5}	R ₂	Significativo
PS - 0.0328	0.0086						0.7681	**
PS - 0.3051	0.0065	4.9588					0.8710	**
PS - 1.4168	0.0064	4.9385	0.0195				0.8733	**
PS - 1.5582	0.0065	6.3551	0.0226	- 0.0065			0.8757	**
PS 0.5507	6.4728	6.4728	0.257	- 0.0096	- 0.1433		0.8789	**
PS = Peso Seco							X3	Porcentaje de Emergencia
X1 = Area Foliar a los 40 días de la siembra							X4	Area Foliar a los 27 días de la siembra.
X2 = Peso Seco a los 27 días de la siembra							X5	Días a la Emergencia

CUADRO 9A. Ecuaciones de regresión considerando el peso seco a los 40 días como variable dependiente y el peso seco a los 27 días, área foliar a los 27 y 40 días, porcentaje de emergencia, días a la emergencia, TRC, TCC, y TAN como variables independientes.

Y1j	Bo	B1X1	B2X2	B3X3	B4X4	B5X5	B6X6	B7X7	B8X8	R2	Significancia
PS	- 0.0627	13.6431								0.9969	**
PS	- 0.5542	13.0000	1.0000							1.0000	**
PS	= Peso Seco										
X1	= TCC										
X2	= Peso Seco a los 27 días de la siembra										
X3	= TRC										
X4	= Area Foliar a los 40 días de la siembra										
X5	= Porcentaje de Emergencia										
X6	= Area Foliar a los 27 días de la siembra										
X7	= Días a la Emergencia										
X8	= TAN										

006252

