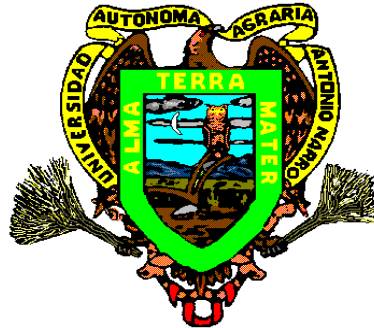


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y RENDIMIENTO DE
GRANO DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) Var. SAN-3C, BAJO TRES
CONDICIONES DE RIEGO.**

Por:

MIREYA ELIZABETH CAÑAVERAL GALINDO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y RENDIMIENTO DE
GRANO DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) Var. SAN-3C, BAJO TRES
CONDICIONES DE RIEGO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

MIREYA ELIZABETH CAÑAVERAL GALINDO

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

PRESIDENTE

DRA. DIANA JASSO DE RODRÍGUEZ
Asesor Principal

Asesor

Asesor

Dr. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA

Ing. CARLOS ROJAS PEÑA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA.

M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO.

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MÉXICO
JUNIO DE 1999.**

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Pedro Cañaveral Hernández.

Sra. Transito Galindo de Cañaveral.

Porque a través de toda mi vida, aún cuando han existido momentos difíciles, han depositado en mi su confianza y cuyos esfuerzos, sacrificios, amor y sus sabios consejos; supieron encaminarme hacia mi más grande anhelo, mi formación como persona y como profesional. Mi más grande amor y admiración para toda la vida, “ mis padres”.

A MIS HERMANOS:

LUCIA

JAVIER

EDILMA

PEDRO ELIGIO

Por ser los seres con quien he vivido la mayor parte de mi vida y con los cuales he compartido las alegrías y tristezas que tenido a lo largo de mi vida, brindándome su apoyo y confianza para seguir adelante.

A MIS SOBRINOS:

CINTHYA GABRIELA

CARLOS ANDRES

A ellos que los seres más nobles e incondicionables en su cariño hacia a mí, y son la razón por quererme superar.

A MIS TIOS:

A todos y cada uno de ellos por su comprensión y el apoyo moral para seguir superándome.

A MIS PRIMOS:

A todos ellos que me han dado tanto cariño en mi vida y por su confianza y apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS:

A todos ellos porque han llenado mi vida de mucho cariño y sobre todo de alegrías, son las personas que tengo mucho que agradecerle porque han estado conmigo en las buenas y en las malas; Rosalba, Venancia, Olivia, Omar, Juan Gabriel, Nelson, Elmer, Genaro, Constantino, Javier (cachorrito), Hugo (pollito), Gerardo Gil, Miguel Martínez, Gerardo Morales, Antonio Jorge, Valentin Vazquez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la oportunidad de alcanzar la meta tan anhelada en mi vida, por estar conmigo en todo momento porque me diste fe para salir adelante, y la alegría de conservar a mi familia.

A mi “ALMA MATER” por cobijarme por mucho tiempo y la oportunidad de culminar la meta deseada en mi vida.

A la Dra. Diana Jasso de Rodríguez, por la confianza y apoyo que me brindo para la elaboración de ésta investigación, así como su amistad, cariño y enseñanza.

Al Dr. Raúl Rodríguez García, por la participación en la elaboración de este trabajo, con mucho respeto y admiración hacía él.

Al Ing. Carlos Rojas Peña por su participación en la revisión de esta investigación.

A las laboratoristas de Fitoquímica: TLQ. Ma. Leticia, Rodríguez González, TLQ. Martha Alicia Arriaga García, TLQ. Olga Leticia Solís Hernández, TLQ. Edith Eugenia Chaires Colunga, TLQ. Lupita, por el apoyo y su amistad durante la realización de esta investigación.

A los trabajadores de campo: Jorge Nieto Manzo, Francisco Cruz Colunga, Pedro Decoste C., por brindarme su amistad y colaborar en la realización del trabajo de campo.

A los ingenieros que de alguna manera colaboraron en la mi formación como estudiante dentro de la universidad.

A la generación LXXXVI de Fitotecnia 1a. sección, por todos los momentos felices y tristes que hemos compartido, por su confianza y amistad.

INDICE DE CONTENIDO

pag.

I. INTRODUCCION

1.1. OBJETIVOS

1.2. HIPOTESIS

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Clasificación Botánica.

2.2. Características Morfológicas y Fisiológicas.

2.2.1 Raíz.

2.2.2 Tallo.

2.2.3. Hoja.

2.2.4. Inflorescencia.

2.2.5 Fruto.

2.3. Características Fisiológicas.

2.4. Estrés Hídrico.

2.4.1. Definición de Estrés Hídrico.

2.4.2. Efecto del Estrés Hídrico sobre las plantas.

2.4.3. Efecto del Estrés Hídrico sobre el Girasol.

2.4.4. Efecto del Estrés Hídrico en el Índice de Área Foliar.

2.5 Dinámica de la Acumulación de Materia Seca.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Descripción del área de Estudio.

3.1.1. Características del Clima del área de Estudio.

3.1.2. Características Físicas del Suelo.

3.1.3. Análisis Químico del Suelo.

3.1.5 Especificación de los tratamientos.

3.2. Descripción del Experimento.

3.2.1. Establecimiento y Conducción.

3.2.2. Diseño Experimental Utilizado.

3.2.3. Modelo Estadístico.

3.3. Variables Analizadas en el Experimento.

3.4. Contenido de Humedad en el Suelo.

3.4.1 Lamina de Riego Aplicada.

3.5. Calculo de la Evapotranspiración.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Condiciones Climáticas.

4.2. Evolución de la Humedad en el Suelo.

4.3. Evapotranspiración.

4.4. Fenología del Cultivo y Unidades Calor.

4.5. Evolución de Número de Hojas y Altura de Planta.

4.5.1. Número de Hojas.

4.5.2. Altura de Planta.

4.6. Acumulación de Materia Seca en Organos y Total.

4.6.1. Acumulación de Materia Seca en la Hoja.

4.6.2. Acumulación de Materia Seca en Tallo mas peciolo.

4.6.3. Acumulación de Materia Seca en Capitulo.

4.6.4. Acumulación de Materia Seca To tal por Planta.

4.7. Rendimiento de Grano.

4.7.1. Rendimiento de Grano en los Diferentes Muestreos.

4.7.2. Rendimiento de Grano Durante la Cosecha.

V. CONCLUSIONES.

VI. RESUMEN.

VII. LITERATURA CITADA.

VIII. APENDICE.

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pág.
3.1	Contenido de humedad en base volúmen, capacidad de campo, punto de marchitez permanente y humedad disponible..
3.2	Características de los tratamientos .
4.1	Datos de las condiciones climáticas del área de estudio; temperatura precipitación y evaporación, durante la fase de desarrollo del girasol. Depto. de Agrometeorología. UAAAN. 1998.
4.2	Evapotranspiración (cm) durante el ciclo de cultivo de girasol, var. SAN-3C.
4.3	Descripción de los diferentes estadíos del cultivo del girasol, var. SAN-3C.
4.4	Unidades calor acumuladas de la emergencia a madurez fisiológica para los estadíos de crecimiento del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
4.5	Número de hojas promedio para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
4.6	Altura de planta (cm) en los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
4.7	Acumulación de materia seca en hoja, tallo - peciolo y capitulo (grs/planta) para los diferentes tratamientos durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
4.8	Rendimiento de grano (grs/planta) para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
4.9	Análisis de varianza para rendimiento de grano para los

diferentes tratamientos.

INDICE DE FIGURAS

- 4.1 Contenido de humedad del suelo (% Vol.) en el perfilde 0-100 cm. para los tres tratamientos evaluados.
- 4.2 Número de hojas para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.3 Al tura de la planta (cm) para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.4 Peso seco de la hoja (grs/planta) para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.5 Peso seco de tallo mas peciolo (grs/planta) para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.6 Peso seco de capitulo (grs/planta) para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.7 Acumulación de materia seca en biomasa para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.8 Acumulación de grano promedio en los diferentes tratatamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.
- 4.9 Rendimiento de grano para los diferentes tratamientos del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

I. INTRODUCCIÓN

En México tradicionalmente no se ha sembrado girasol en grandes superficies, en el año de 1971, fue cuando se realizó la mayor siembra, con alrededor de 28 mil hectáreas en Durango, 12 mil en Zacatecas, 18 en Guanajuato y en menor escala en los Estados de Querétaro, Tlaxcala, Chiapas y Chihuahua.

El girasol es una planta anual, de gran desarrollo en todos sus órganos. Pertenece a la familia de las Compuestas y al género *Helianthus*, el cual comprende aproximadamente 68 especies entre las que hay anuales y perennes. En Norteamérica existen cerca de 50 especies, de las cuales la más importante es *Helianthus annuus*, por dos razones: a) se cultiva como planta oleaginosa y ornamental; b) es la más distribuida geográficamente, pues forman parte de la especie tanto malas hierbas como plantas cultivadas.

Para regiones de escasa precipitación pluvial, el girasol es una mejor alternativa donde otros cultivos tradicionales (maíz, frijol, etc.) no prosperan debido a la reducida precipitación y a la irregular distribución de las lluvias características de las zonas áridas y semiáridas de norte de nuestro país. Sin

embargo, en regiones con precipitación cercana a los 300 mm distribuidos en el ciclo del girasol, es factible obtener buenos resultados.

La amplia distribución del girasol se debe a ciertas características específicas tales como: posee un sistema radicular que llega a penetrar hasta tres metros, con lo cual es posible sobrevivir en condiciones críticas de humedad, 300 mm de agua bien distribuidos durante su ciclo vegetativo son suficientes para que exprese su rendimiento.

1.1. OBJETIVOS.

- Determinar durante el ciclo de cultivo el patrón de distribución de materia seca, para los diferentes órganos bajo tres condiciones de manejo de agua.

- Evaluar la influencia de las tres condiciones de manejo de agua sobre el rendimiento de grano.

1.2. HIPÓTESIS.

- Existe una respuesta diferencial en la producción de materia seca y rendimiento de grano cuando el cultivo de girasol es sometido a condiciones diferentes de déficit hídrico en el suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CLASIFICACION BOTANICA.

Vranceanu (1977) y Robles (1982) describen a la planta de girasol en todos sus aspectos, de la siguiente manera:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiospermae
Orden	Dicotyledoneae
Familia	Synandreae
Subfamilia	Compositae
Tribu	Helantheae
Género	<u>Helianthus</u>
Especie	<u>annuus</u>
Nombre científico	<u>Helianthus annuus</u> L.

2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS.

Su morfología y fisiología del girasol se relacionan con el comportamiento productivo de la planta, en cual se manifiesta en forma diferente según el medio ambiente y las técnicas del cultivo utilizadas.

Robles (1980), indica que el girasol se adapta en condiciones térmicas variadas, puesto que se desarrolla normalmente tanto en temperaturas de 25 a 28°C, como temperaturas menores de 13 a 17°C. Esto implica su gran rango de adaptabilidad a las diferentes condiciones climáticas.

La descripción botánica del girasol según Alba y Llanos (1990) es la siguiente:

2.2.1 Raíz.

La raíz esta formada por un eje vertical que se hunde verticalmente en el suelo (raíz pivotante) y de sistema de raíces secundarias de las que nace una cabellera horizontal y vertical. En el momento de la floración la raíz alcanza el máximo desarrollo.

2.2.2 Tallo.

Ortegón (1993) indica que el tallo es erecto, vigoroso y cilíndrico. Tiene el interior macizo. Al llegar a la madurez, se inclina en la parte terminal a consecuencia del peso de la inflorescencia. La superficie exterior es rugosa, asurcada y vellosa. La altura de las variedades aceiteras es entre 60 y 220 cm. El diámetro varía entre 2 y 6 cm, con mayor grosor en la parte inferior del tallo. En las variedades mejoradas, los tallos no exhiben ramificaciones debido a que esta característica es nociva en los tipos de girasol para aceite.

2.2.3 Hojas.

Las hojas nacen del tallo en posición opuesta entre ellas en la parte baja; alterna en el centro y parte superior. Pueden estar en número de 12 a 40 según variedades y condiciones ambientales del cultivo (Ramírez, 1993).

En función de la fertilidad del suelo, la superficie foliar de una planta madura abarca de 3000 a 6000 cm² (Ortegón, 1993).

2.2.4 Inflorescencia.

Alba y Llanos (1990), indican que la inflorescencia o capítulo es un disco de 10 a 40 cm de diámetro. El receptáculo floral o capítulo puede tener superficie de forma plana, cóncava o convexa. Su cara inferior, generalmente plana, está cubierta de hojitas en forma de escama. Esta formado por un tejido de naturaleza esponjosa en el que se insertan las flores, que en número es de 700 a 3000, hasta 6000 o más, en variedades de consumo directo.

Las primeras flores en abrir son las de la parte de fuera del capítulo. Cada día, durante un periodo de 5 a 10 días, se abren de uno a cuatro anillos de flores.

Las flores liguladas (pétalos amarillos) que rodean el capítulo se secan y empiezan a caerse un día después de abrirse las últimas flores del centro del capítulo.

2.2.5 Fruto.

Ramírez (1993), menciona que el fruto del girasol es un aquenio cuyo tamaño puede estar entre 3 y 20 mm de largo; 2 y 3 mm de ancho: 2.5 y 5 mm de grueso. Las flores del centro del capítulo generalmente no se transforman en grano.

Tocagni (1980) menciona que el fruto es un aquenio formado por pericarpio (cáscara) y semilla o pepita suelta, por oposición con cariopses (en el trigo) en que están soldados ambos elementos.

La fecundación es alógama o sea fecundación cruzada, por medio de los insectos a pesar de existir líneas autofértiles. La floración se produce de la periferia hacia el centro de modo que los granos que maduran primero son los de afuera.

Tiene ciclo evolutivo corto de 120-150 días, la madurez depende del clima, temperaturas y lluvias.

2.3. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS.

a). Su reproducción es alógama, de forma que la mayoría de los frutos (aquenios) se producen por fecundación cruzada, es decir, entre flores distintas.

b). El girasol posee un gran potencial fotosintético especialmente en sus hojas jóvenes, pero al mismo tiempo pierde elevadas cantidades de agua (transpiración) y tiene altas tasas foto-respiratorias con grandes pérdidas de sustratos orgánicos carbonados.

2.4. ESTRES HÍDRICO.

2.4.1 Definición de Estres Hídrico

Levitt (1972), utiliza el término estrés para describir cualquier factor ambiental potencialmente desfavorable para los organismos vivos. El término estrés hídrico expresa la disminución de la energía libre del agua (potencial hídrico) debido a una reducción en el contenido de agua en los tejidos, afectando los procesos fisiológicos de la planta.

Kramer (1980), indica que la falta de agua durante la estación de crecimiento es una limitación ambiental de suficiente duración para producir un déficit de agua en la planta, el cual causa disturbios en los procesos fisiológicos.

Leeper et al. (1974) reportaron que un estrés frecuente redujo la altura del maíz, hubo desarrollo lento y causó reducción en el rendimiento, esto también dependiendo de la duración y el grado de estrés en la planta.

Kramer (1974) define la resistencia al estrés hídrico como aquellas que poseen los distintos medios que le permiten sobrevivir a periodos de tensión hídrica ambiental. Básicamente sobreviven porque poseen características estructurales o fisiológicas, que dan por resultado el aplazamiento o la evasión de una desecación foliar total.

2.4.2 Efecto del Estrés Hídrico sobre las Plantas

González (1997), indica que el déficit de agua alteran los procesos como la fotosíntesis, la transpiración, la respiración, el equilibrio hormonal, la producción de enzimas, proteínas, aminoácidos, metabolismo de nitrógeno e impide el crecimiento y desarrollo de la planta, reduce el área foliar y cambia el color en las hojas, inicia la deshidratación de las hojas, tallos y ramas,

disminuye la longitud de la espiga, el número y tamaño de granos y como consecuencia el rendimiento y la calidad del grano.

Peña (1988), llevo a cabo un estudio, encontrando que en maíz la sequía incrementa la resistencia a la difusión de vapor de agua, reduce la transpiración y produce una marcada sincronía en la floración, lo cual se relaciona en parte, con la reducción en el numero de granos, reducción de la tasa de asimilación neta a cero antes de la madurez y causa la mayor reducción del peso del grano.

González (1997), menciona que el déficit afecta todos los procesos vitales de las plantas y al final su efecto es de retrasar y alterar el crecimiento y disminuir la producción. Los efectos del déficit hídrico son mas pronunciados; en general el periodo critico se presenta en la floración, el llenado del fruto y los primeros estados de crecimiento del fruto.

El rendimiento de los cultivos puede variar de acuerdo a las exigencias de cada uno de ellos en lo que respecta a humedad, nutrientes, suelo, etc. En este caso hablando del girasol y del maíz, tenemos que cuando las condiciones son buenas, el rendimiento del girasol es inferior al del maíz, y cuando hay exceso de humedad no tan solo rinde menos, sino que además se torna vulnerable a plagas (Rossman, 1970).

2.4.3 Efectos del Estrés Hídrico sobre el Girasol

Ordaz (1994), indica que el estrés hídrico afecta a la planta de girasol en todos los estadíos de desarrollo, el periodo que va desde 20 días antes a 20 días después del inicio de floración es el más crítico, en lo que a necesidades de agua se refiere. Considera tres estadíos claves en los que no debe faltar el agua para obtener una buena producción:

1).- Iniciación de la floración y desarrollo de la inflorescencia. Es cuando queda fijado el número máximo de achenios. Si el estrés hídrico en esta fase es severo se puede reducir considerablemente el número de primordios florales diferenciados para su posterior desarrollo.

2).- Antesis y fecundación: El número de granos puede verse reducidos por alteraciones en el proceso de polinización.

3).- Llenado de grano. El número y tamaño final de los achenios plenamente desarrollados, puede verse afectado por alteraciones en los procesos fotosintéticos, traslocación de sustancias y elongación del capítulo como consecuencia del estrés hídrico, cuando el estrés no es muy severo, puede afectar sólo el proceso de expansión del capítulo.

Cox y Jollift (1987), realizaron un estudio para ver la respuesta fisiológica del girasol bajo condiciones de riego y de seco. Las variables estudiadas fueron: la temperatura de la hoja (TI), el potencial de la hoja (Ψ_L), la tasa de cambio de carbón (CER), el índice de área foliar (LAI) y la resistencia estomatal (R_s). El girasol en seco extrajo humedad de profundidades de hasta 1.8 m y mantuvo los potenciales de las hojas en un mínimo de -1.6 Mpa, con diferencias de 0.4 a 0.6 Mpa más abajo que el girasol regado. En el girasol bajo seco a los 22 días del ciclo se observó reducción en el LAI y CER de un 33 y 15 por ciento respectivamente, la reducción en la resistencia estomática fue importante hasta los 50 días del ciclo, por lo que se concluye, que los efectos no estomatales fueron los más importantes en la reducción del LAI, y del CER.

Barrón (1992). Realizó un estudio del efecto de la sequía en 8 variedades de girasol. La sequía fue originada suprimiendo el riego de la etapa vegetativa a la etapa de llenado de grano. Los resultados sugieren que el desarrollo del cultivo de girasol con mayor rendimiento bajo condiciones de estrés hídrico, deben basarse en un rápido desarrollo fenológico cambiando con un largo periodo reproductivo, tallos pesados a la anthesis y la habilidad de translocar los asimilatos a la semilla.

Goyne *et al.* (1978) encontraron que la temperatura principalmente después de la floración tiene un efecto dominante en la producción de girasol, calidad y contenido de aceite.

Hegde y Havanagi (1989), estudiaron el efecto del estrés hídrico en diferentes estadios de desarrollo del girasol. Encontraron un 27.3 % de reducción en el rendimiento cuando el estrés se impone durante la floración tardía, un 23.5% cuando el estrés fue impuesto durante el llenado de grano, un 16.45% cuando fue en el estadio vegetativo y un 14.5% cuando fue impuesto al inicio de floración. El total de semillas se reduce cuando el estrés se impone durante la floración y llenado de grano, en cambio si el estrés se da al finalizar la floración decrece el número de semillas llenas, y si el estrés ocurre durante el llenado de grano se ve afectado el peso de la semilla.

Alba y Llanos (1990), mencionan que el estrés hídrico también afecta directamente a los órganos reproductivos, reduciendo el numero de semillas por capitulo debido a una fecundación defectuosa o al aborto de las flores, también existe un descenso en el contenido de aceite.

El periodo mas crítico del girasol comienza en la floración, es cuando requiere mas agua, de manera que una sequía fuerte puede causar perdida en el rendimiento del 30 porciento, reduciendo el contenido de aceite entre un 7 y 8 porciento y el amarre de las semillas entre un 20 y 30 porciento.

2.4.4 Efecto del Estrés Hídrico en el Índice de Área Foliar.

Alba y Llanos (1990), mencionan que bajo condiciones de falta de agua puede producirse la senectud de las hojas inferiores, con lo que se reduce el área foliar de la planta, lo que hace disminuir la pérdida de agua. Con este mecanismo la planta adapta su superficie foliar a la disponibilidad de agua.

Cox y Jollift (1986), citan que en el girasol la característica de crecimiento vegetativo más sensible al déficit hídrico de agua es el índice de área foliar y el peso de la semilla por planta fue el componente de rendimiento más afectado.

Cox y Jollift (1987), encontraron que un retardo de diez días en el riego redujo el índice de área foliar del girasol en un 33 por ciento, en comparación con el índice de área foliar del girasol bien irrigado.

Alba y Llanos (1990), mencionan que el estrés hídrico afecta al girasol disminuyendo el área foliar y acelerando su senescencia. Esto ocasiona una disminución en la radiación interceptada por la planta, que unido a una menor tasa de fotosíntesis, hace que la producción de biomasa y por tanto los rendimientos se reduzcan.

2.5. DINÁMICA DE LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA

Ramírez (1997), reporta que para producir de dos a tres kilogramos de materia seca, el girasol consume un metro cúbico de agua. Con el mismo consumo de agua, la soja o el sorgo producen de cuatro a siete kilogramos de materia seca.

Cox y Jolliff (1986), reportaron que la producción de materia seca total en el tratamiento bien irrigado promedió 1400 grs/m² a través de los años, mientras que los tratamientos con déficit y seco produjeron 1100 y 700 grs/m² respectivamente.

Zaffaroni y Schneider (1991) reportaron que los componentes biológicos del índice de cosecha son el tallo, receptáculo y peso de la semilla. El peso de la hoja sería también considerado pero sería mínimo por el tiempo en que maduró el cultivo. El peso seco del tallo y receptáculo disminuyeron significativamente con el aumento de la población de plantas.

Martínez (1992) cita que desde el fin de floración hasta maduración fisiológica, la acumulación de la materia seca decrece. En la semilla, la

biosíntesis es muy activa produciendo aceite desde la asimilación tardía y causando síntesis de proteínas desde la translocación.

Hall *et al* (1988) mencionan que el incremento de la materia seca es debido a la translocación directa que ocurre de los asimilatos que provienen de la actividad fotosintética de las hojas y la redistribución de los órganos que van senesciendo.

Jaafar *et al* (1993) en una investigación realizada sobre el desarrollo del peso seco en relación a las unidades calor, mencionan que el mayor rendimiento del peso seco fue cuando éste acumuló 557 unidades calor, el peso del tallo alcanzó el máximo a los 790 unidades calor y el capítulo a las 1227 unidades calor. Además mencionan que la pérdida en el peso seco de la hoja después de la floración fue debido a la senescencia y pérdida de las hojas mas bajas y a la traslocaión de materiales asimilados a la semilla.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

3.1.1 Localización Geográfica.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Jardín Hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. La Universidad se encuentra ubicada en el kilometro 07 de la carretera Saltillo - Concepción del Oro, Zacatecas, entre los 25° 23' de latitud norte, 101° 00' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altitud de 1743 msnm. El experimento se desarrolló durante los meses de Junio a Octubre de 1998.

3.1.2 Características del clima del área de estudio..

El clima predominante de acuerdo a la clasificación de Köeepen modificado por Enriqueta García (1975), el clima de la región es:

BSO K (x') (e)

Donde:

BSO.= Es el más seco del grupo de los climas secos, con un coeficiente de P/Y de 22.9.

K.= Templado con verano cálido, temperatura media anual fluctúa entre 12° y 18°C, el más frío entre -3°C y el mes más caliente de 18°C.

x. Región de lluvia intermedio entre verano e invierno.

e. Extremoso con oscilaciones entre 7° y 14°C.

La temperatura media anual es de 19.8°C con fluctuaciones entre la media mensual de 11.6°C como mínima y 21.7°C como máxima.

En lo que respecta a la época de lluvias, esta se desarrolla en verano e invierno, siendo el mes de Junio el más lluvioso. La precipitación media anual es de 345 mm.

3.1.3 Características Físicas del Suelo.

El análisis físico del suelo se efectuó en muestras de suelo tomadas a estratos de 20 cm de espesor, realizándose en cinco estratos, como se muestra en el cuadro 3.1.

La textura del suelo se determinó en el laboratorio utilizando para ello el método del Hidrómetro de Bouyoucos.

El contenido de humedad a capacidad de campo, se midió por el método llamado de campo, el punto de marchitamiento permanente por el método de la cámara de presión y la densidad aparente por el método del cilindro.

Cuadro 3.1. Contenido de humedad en base volumen, capacidad de campo, punto de marchitez permanente y humedad disponible.

ESTRATOS	CC	PMP	HD
00 - 20	26.80	13.07	13.73
20 - 40	25.90	12.71	13.19
40 - 60	24.50	13.80	10.70
60 - 80	25.50	14.30	11.20
80 - 100	28.40	13.70	14.70

3.1.4 Análisis Químico del Suelo.

El análisis químico del suelo se llevó a acabo en el Laboratorio de Salinidad y Calidad de Aguas del Departamento de Riego y Drenaje, consistió en la determinación de la fertilidad del suelo, textura del suelo. Cuadro A.1 del apéndice.

3.1.5 Especificación de los tratamientos.

El experimento consistió en evaluar el efecto que tienen sobre el girasol diferentes niveles de déficit hídrico, los cuales fueron originados al aplicar un número variable de riegos a las parcelas. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1. Parcela en la cual el déficit de agua en el suelo es mínimo, para lo cual se aplicaron 7 riegos de auxilio durante el desarrollo del cultivo. Bajo esta condición de humedad, el cultivo satisface al máximo sus necesidades de agua, por lo cual mantiene un nivel máximo de evapotranspiración (ETM).

Tratamiento 2. Se aportaron 3 riegos de auxilio, uno en la etapa vegetativa, otro al inicio de botón floral, y al inicio de floración. Se previó provocar fuerte déficit hídrico en el suelo durante las etapas de fin de floración y formación del grano.

Tratamiento 3. No se aportó riego de auxilio. Se previó provocar fuerte déficit hídrico en el suelo durante la mayor parte del ciclo del cultivo. En el

cuadro No. 3.2 presenta el número de riegos, la lamina de agua aplicada, y la fecha de aportación.

Cuadro 3.2 Características de los tratamientos.

No. de riegos de auxilio	T1 Lamina (cm).	DDS
1	5.42	46
2	3.50	55
3	3.20	62
4	3.10	68
5	1.85	76
6	2.2	83
7	3.1	91
	T2	
1	3.0	46
2	7.49	68
3	3.2	83
	T 3	
0	0	0

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.

3.2.1 Establecimiento y Conducción.

La fecha de siembra fue el 1 de Junio de 1998. Este experimento comenzó con la preparación del terreno, que consistió en un barbecho, paso de rastra y aplicación del riego de siembra.

Las plantas se sembraron en surcos separados a 0.80 m., a una distancia de 0.25 m entre ellas, para una densidad de 50,000 plantas/ha.

El material genético utilizado es la variedad SAN-3C, proporcionada por el grupo Interdisciplinario de Investigación de Oleaginosas (GIIO) de la UAAAN.

Se fertilizó al momento de la siembra con la dosis 120-90-76 (N-P-K), las fuentes fueron la urea, MAP y sulfato de potasio.

El control de malezas se efectuó manualmente y con herbicidas, el primero se realizó a los 15 DDS y el segundo a los 23 DDS.

3.2.2 Diseño Experimental Utilizado.

Cada tratamiento estuvo representado en una parcela de 120 m² (10 x 12m.). El experimento se analizó bajo un diseño completamente al azar, con 6 repeticiones, las cuales fueron muestreadas al azar dentro de la parcela.

3.2.3 Modelo Estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, \tau$ (Tratamientos).

$j = 1, 2, \dots, j$ (Repeticiones).

Y_{ij} = Observaciones del efecto del i -ésimo tratamiento de la j -ésima repetición.

μ = Media general.

τ_i = Efecto tratamiento.

ϵ_{ij} = Error experimental.

3.3 VARIABLES ANALIZADAS EN EL EXPERIMENTO

Las variables en consideración fueron las siguientes:

- a). Fenología del Cultivo.
- b). Materia seca (hoja, tallo, pecíolo, capítulo).
- c). Área Foliar.
- d). Índice de Área Foliar.
- e). Rendimiento de Grano.

a). Las distintas etapas fenológicas del cultivo fueron identificadas desde la emergencia hasta la madurez fisiológica, para ello fue necesario basarse en el código CETIOM (1986).

b). Para la evaluación de materia seca se cosecharon 6 plantas por parcela o tratamiento, cada planta se separó en todos sus órganos (tallos, hojas, pecíolo, capítulo) y después se colocaron en una estufa donde permanecieron durante 72 hrs., a una temperatura constante de 80°C. Posteriormente se procedió a pesar cada uno de los órganos y así obtener el peso de la materia seca.

c). Para determinar el área foliar de cada planta se cortaron las hojas, después se pasaba la hoja por un medidor electrónico de área, al terminar de pasar todas las hojas por el medidor, se obtenía el área foliar acumulada en centímetros cuadrados.

d). Para obtener el índice de área foliar (IAF) se divide el área foliar de la planta entre la superficie que esta ocupa en el terreno. El IAF según Warren (1980) es un parámetro para mostrar la productividad de ecosistemas naturales para expresar su comportamiento por unidad de área de terreno.

e). Rendimiento de Grano. La cosecha se efectuó cuando la planta se encontraba en madurez fisiológica. En cada parcela o tratamiento se cosechó seis repeticiones con 6 plantas cada una (7.2 mts^2 o bien 36 plantas por lote).

El rendimiento económico se obtiene considerando el peso total de la semilla llena, y se reporta en Ton/ha.

3.4 CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO.

El contenido de humedad de un suelo es uno de los parámetros importantes que sirve para determinar las condiciones de humedad del suelo, que prevalecen durante el ciclo del cultivo.

La determinación de las constantes de humedad del suelo, se determinó mediante el Método del Dispensor de Neutrones (Troxler 3320), este tipo de método determina el contenido de humedad en el suelo directamente, nos proporciona en por ciento de volumen teórico, se tiene que convertir en por

ciento de volumen real de la humedad del suelo. Los muestreos se realizaron cada 8 días.

En cada una de las parcelas se instaló un tubo de aluminio de dos pulgadas de diámetro hasta una profundidad de 100 cm, para que la sonda accediera hasta esa profundidad. Se selló la parte inferior del tubo perfectamente para evitar la entrada de agua al área de sondeo, lo que ocasiona daños a la sonda y errores de lectura, se tuvo cuidado de mantener el área superficial de los tubos cubiertos para evitar la entrada del agua de lluvia.

3.4.1 Lamina de Riego Aplicada.

Conociendo el porciento de humedad base volumen del suelo, se procedió a determinar la lamina de riego que es necesario para llevar el suelo a capacidad de campo (CC).

$$Lr = \sum_{L=1}^{L=n} \left(\frac{PV_{cc\ i} - PV_{x\ i}}{100} \right) Prof. \ i$$

Donde:

Lr = Lamina de riego por aplicar (cm).

i = Número de estratos ($i = 1$ a 5)

PV_{cci} = Contenido de humedad en porciento volumen a capacidad de campo en el estrato i.

Pv_x = Contenido de humedad en porciento volumen al momento de muestreo en el estrato i.

Prof. = Espesor del estrato (cm).

La aportación de agua se efectuó por medio de riego por aspersión, en las esquinas de cada parcela estaba colocada un aspersor que regaba sectorialmente en un ángulo de 90°, el alcance del chorro era de 10 m. La velocidad de precipitación promedio (VP) fue de 1 cm/hr, el tiempo de riego para aplicar la lamina requerida fue la siguiente:

$$T = \frac{Lr}{VP}$$

Donde:

T = Tiempo en hr.

Lr = Lamina de riego por aplicar (cm).

VP = Velocidad de precipitación (cm/hr.)

3.5 CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION..

La evapotranspiración se calculó por el método de balance de agua en el suelo, utilizando la siguiente ecuación:

$$-ET = (HS_{\text{post.}} - HS_{\text{ant.}}) - R - LI$$

Donde:

- ET = Evapotranspiración del cultivo en un periodo dado (cm).

HS_{post} = Contenido de humedad en la fecha posterior del período (cm).

$HS_{\text{ant.}}$ = Contenido de humedad en la fecha anterior del período (cm).

R = Riego aportado en el período (cm).

LI = Lluvia en el período (cm).

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Condiciones Climáticas

En el cuadro 4.1, se presentan las condiciones climáticas de temperatura, precipitación y evaporación durante el desarrollo fenológico del cultivo.

Durante el ciclo del cultivo llovieron 441 mm los cuales estuvieron bien distribuidos en los meses de Junio, Julio y Agosto. Las lluvias satisficieron una parte las necesidades hídricas del cultivo y amortiguaron el efecto de los tratamientos.

La precipitación mas baja se registró en el mes de Junio, por el contrario en el mes de septiembre se registraron valores mayores de precipitación.

Goyne y Schneiter (1988) citan que para el girasol tenga un buen desarrollo requiere de temperaturas que varían de 13 a 28°C, teniendo una media de 15 y 18°C.

Cuadro 4.1.- Datos de las condicionees climáticas del área de estudio, temperatura, precipitación y evaporación, durante la fase de desarrollo del girasol. Fuente Depto. Agrometeorología de la UAAAN 1998.

MESES	TEMP. MEDIA			PRECIP.	EVAPOR.
	(°C)				
	Max.	Med.	Min.		
Junio	32.2	25.2	18.3	77.0	242.10
Julio	28.1	22.9	16.7	80.3	188.14
Agosto	30.2	21.2	12.8	90.7	134.06
Septiembre	28.6	18.8	12	143.2	88.58
Octubre	20.2	17.4	14.6	50.2	85.16

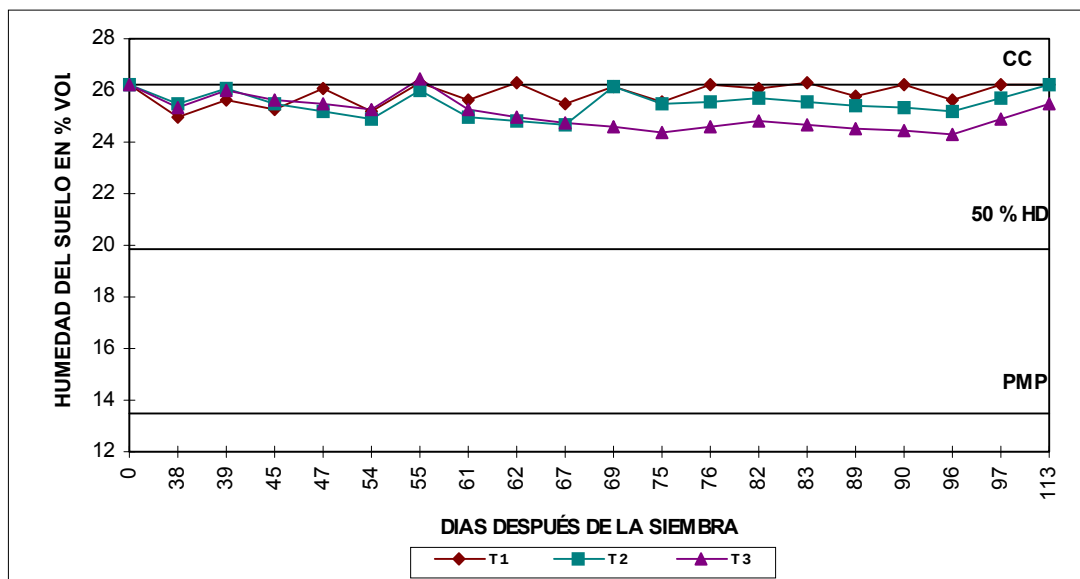
4.2 Evolución de la humedad en el suelo.

En la figura 4.1 se presenta como evolucionó la humedad del suelo en el perfil (0-100) en los tratamietnos. La figura denota que los contenidos de humedad se mantuvieron superiores al 50% de la humedad disponible en todo el ciclo, aunque existieron diferencias entre ellos.

Del inicio del cultivo hasta los 55 DDS los contenidos de humedad se mantuvieron cerca de capacidad de campo, existiendo diferencias de humedad entre tratamientos mayores de 1%. Este comportamiento se debió a la prescencia de lluvias que no permitió que se diferenciaran los tratamientos.

Posterior al día 60 DDS hasta fin del ciclo, el T_1 se mantuvo cerca de capacidad de campo, en el T_2 el contenido disminuyó en un porcentaje no mayor del 1% y en el T_3 el contenido se redujo de un 2 a 3% de humedad base volumen.

Figura 4.1. Dinámica de humedad del suelo en el perfil de 0 - 100 cm. para los tres tratamientos evaluados. UAAAN 1998.



4.3. Evapotranspiración.

La evapotranspiración en los primeros estadíos de desarrollo del cultivo es bajo y similar para todos los tratamientos y tiene un fuerte decremento en T_1 a partir del estadío de inicio de floración a termino de floración. Las cantidades evapotranspiradas en los diferentes estadíos de cada tratamiento se muestran en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Evapotranspiración (cm) durante el ciclo de cultivo de girasol de la variedad SAN-3C. UAAAN. 1998.

DDS	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
45	8.638	7.484	4.2512

54	9.126	8.433	4.654
61	8.636	15.813	9.441
67	7.519	0.208	6.176
75	3.23	1.822	0.715
82	6.951	4.819	5.152
90	7.493	5.603	5.34
97	0.258	0.602	0.104
Total	51.851	44.784	40.833

4.4.- Fenología Del Cultivo y Unidades de Calor.

En el cuadro 4.3, se presentan las fases fenologicas del girasol. Los estadíos de crecimiento son descritos en base del código de CETIOM (1986).

En el cuadro 4.4, se presentan las unidades calor que se acumularon a partir de la siembra de acuerdo a los muestreos realizados y los estadios presentes en los muestreos. En el caso del tratamiento 1 el cultivo requirió 557, 891, 1086, 1440 y 1915 UCA para alcanzar los estadíos de dos pares de hojas, botón floral, inicio de floración, fin de floración, inicio de madurez y fin de maduración. En el caso de los tratamientos 2 y 3 requirieron de menor número

de unidades calor, lo cual puede ser debido a que estuvieron sometidos a mayor déficit hídrico en el suelo.

Cuadro 4.3.- Descripción de los diferentes estadios del cultivo de girasol, var. SAN-3C. CETIOM 1986.

CÓDIGO CETIOM	DESCRIPCION DEL ESTADIO	FASE DE DESARROLLO	DDS		
			Par.1	Par.2	Par.3
A₂ B₁- B₂ B₃- B₄ B₆ B₁₀ B₁₄	Emergencia de los cotiledones y primeras hojas visibles. El primer par de hojas opuestas. El segundo par de hojas opuestas. La sexta hoja. La décima hoja. La catorceava hoja.	FASE VEGATATIVA	31	31	31
E₁ E₄	Aparición del botón floral (Estadio estrella). El botón floral desplegado de las hojas.	ESTADIO DE BOTON FLORAL	52	57	57
F₁	El botón floral inicio de la inclinación (inicio d floración).	INICIO DE			

F₂	Los tres círculos de flores más extremos tienen sus anteras visibles.	FLORACION	65	65	65
F_{3.5}	Los tres círculos de flores más extremos se han fecundado. Los tres círculos siguientes tienen sus anteras y sus estigmas visibles y extendidos.				
F₄	Todas las flores han floreado (fin de floración).	TERMINO DE FLORACION	90	83	83
M₀	Caída de las flores liguladas (inicia la madurez).	INICIO DE LA MADUREZ		106	106
M_{1.3}	El envés del capitulo es amarillo, y las bracteas toman un color café.				
M₃	El envés del capitulo es café y las bracteas son cafés (madurez fisiológica).	FIN DE LA MADURACION	130	122	120

Cuadro 4.4. Unidades calor acumuladas de la emergencia a madurez fisiológica para los estadios de crecimiento en girasol Var. SAN-3C. UAAAN 1998.

UNIDADES CALOR ACUMULADAS			
DDS	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
31	557.6	557.6	557.6
52	891.6		
57		967.1	967.1
65	1086.9	1086.9	1086.9
83		1343.4	1343.4

90	1440.6		
106		1628.9	1628.9
120			1793.6
122		1819.1	
130	1915.2		

4.5. Evolución de número de hojas y altura de planta.

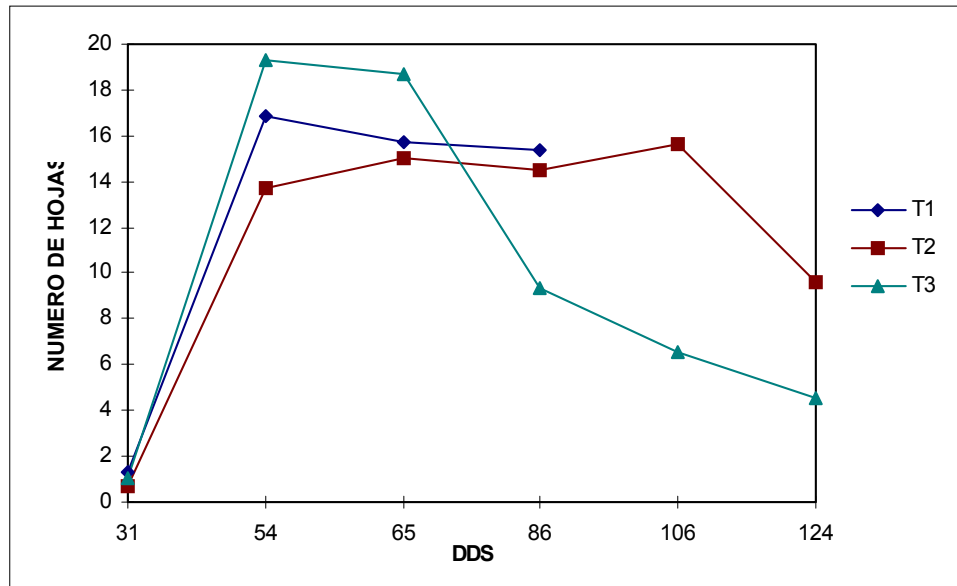
Durante el ciclo del cultivo se realizaron un total de 6 muestreos para determinar numero de hojas, altura de planta y materia seca en los diferentes órganos de la planta, y rendimiento . Debido a un percance se perdió el material colectado para evaluar la materia seca de los dos últimos muestreos y el rendimiento de grano en el tratamiento 1.

4.5.1. Numero de hojas.

En la figura 4.2 se presentan los valores promedio de numero de hojas por tratamientos. Entre los 54 y 60 DDS el cultivo alcanza el mayor número de hojas, que en promedio son 26. No existiendo diferencias significativas al momento de la aparición de las hojas en la fecha de muestreo. Del día 65 al 124 DDS el número de hojas es mayor en el tratamiento 1, que en el 2 y 3, esto

es consecuencia de que las plantas estuvieron sometidas a mayor déficit hídrico como se citó anteriormente.

Figura 4.2. Numero de hojas para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol. Var. SAN-3C. UAAAN 1998.



Cuadro 4.5 Número de hojas promedio para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

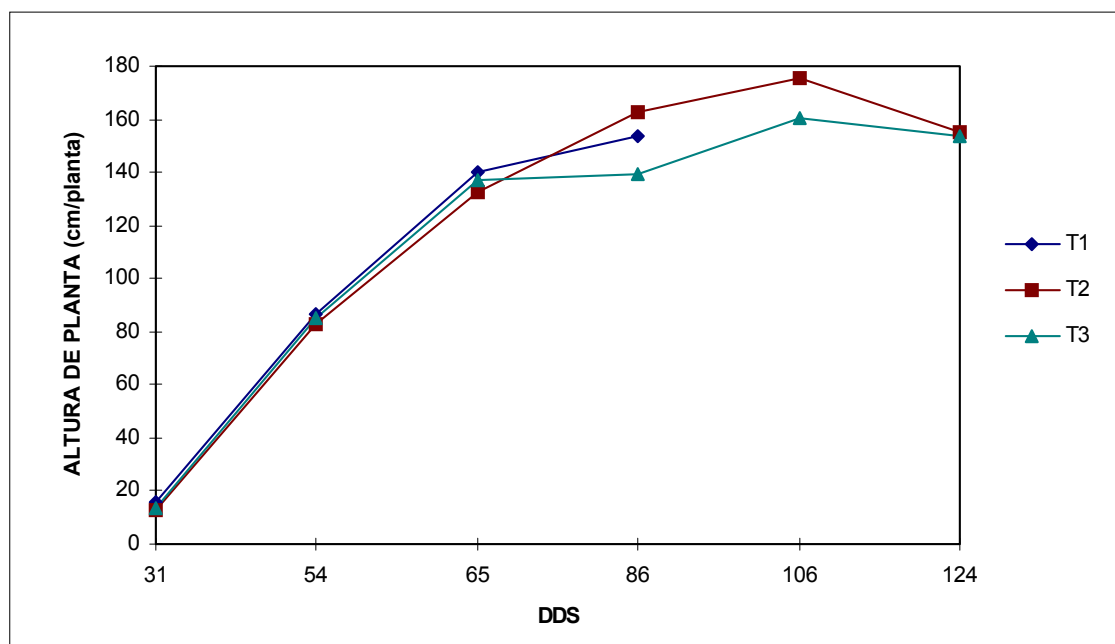
DDS	T1	T2	T3
0	0	0	0
31	11.33	12.17	10
54	24.5	23.83	26.5
65	24.83	27	24.83

86	0	16.66	10.33
106	0	5	4.5
124	0	4	3.5

4.5.2. Altura de planta

Durante el desarrollo del cultivo las diferencias en la altura de las plantas fue mayor en el periodo posterior a los 65 DDS, alcanzandose diferencias de 18 cm entre el tratamiento 1 y 3 a los 106 DDS (Fig. 4.3 y cuadro 4.6) y lo cual fue debido a que el tratamiento 3 estuvo bajo condición de mayor déficit hídrico

Figura 4.3. Altura de la planta (cm) para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.



Cuadro 4.6 Altura promedio de la planta en los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol expresado en cm, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

DDS	T I	T2	T3
31	15.9	12.55	13.2
54	86.56	82.53	84.81
65	140.41	132.35	136.75
86	153.41	162.83	139.25
106	0	175.83	160.75
124	0	155.5	153.7

4.6. Evolución de materia seca en órganos y total.

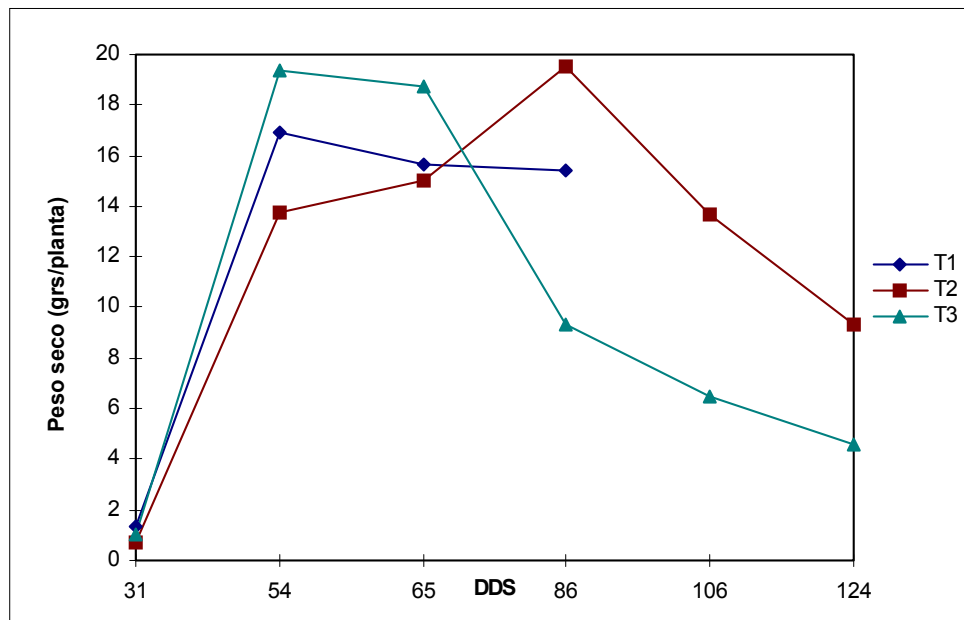
Cuadro 4.7 Acumulación de materia seca (grs/planta) en hoja, tallo-pecíolo y capítulo para los diferentes tratamientos durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

DDS	HOJA			TALLO + PECIOLO			CAPITULO		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
31	1.32	0.73	1.01	0.68	0.41	0.49	0	0	0
54	1.688	13.74	19.33	18.05	19.64	25.69	2.06	3.13	5.41
65	15.68	15.03	18.72	41.91	30.88	47	8.18	6.97	9.32
86	15.41	19.50	9.34	68.1	66.95	43.58	28.61	32.14	22.33
106		13.66	6.51		75.62	70.04		40.25	23.68
124		9.3	4.58		79.44	72.82		48.29	24.55

4.6.1 Acumulación de materia seca en la hoja.

En la figura 4.4, se presentan los valores de acumulación de materia seca promedio en la hoja por tratamiento. A los 31 DDS la acumulación de materia seca fue similar en los tres tratamientos. Hasta los 54 DDS que corresponde al estadio E₄, se mantiene este comportamiento. A partir del día 86 DDS se nota que el tratamiento 3 tiene una fuerte disminución en el peso de las hojas con respecto al tratamiento 2, originado por la caída de hojas y debido a que estuvo sometido a mayor déficit hídrico en el suelo.

Figura 4.4. Peso seco de hoja para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

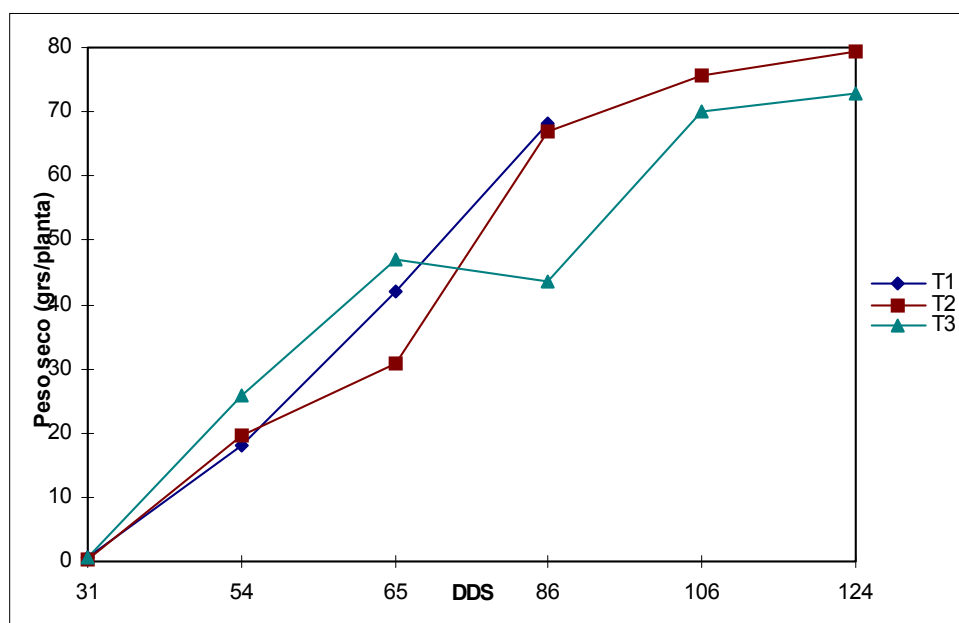


4.6.2 Acumulación de materia seca en tallo mas peciolo.

En la figura 4. 5., se presenta la evolución de la materia seca acumulada en tallo - peciolo en función del tiempo y en el cuadro 4.6 los valores.

Durante el ciclo los valores muestran diferencias entre los tratamientos las que no son significativas por la magnitud de ellas y porque no son uniformes entre tratamientos, por lo anterior se considera que la respuesta del cultivo fué la misma para los tres tratamientos.

Figura 4.5. Peso seco de tallo mas peciolo para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

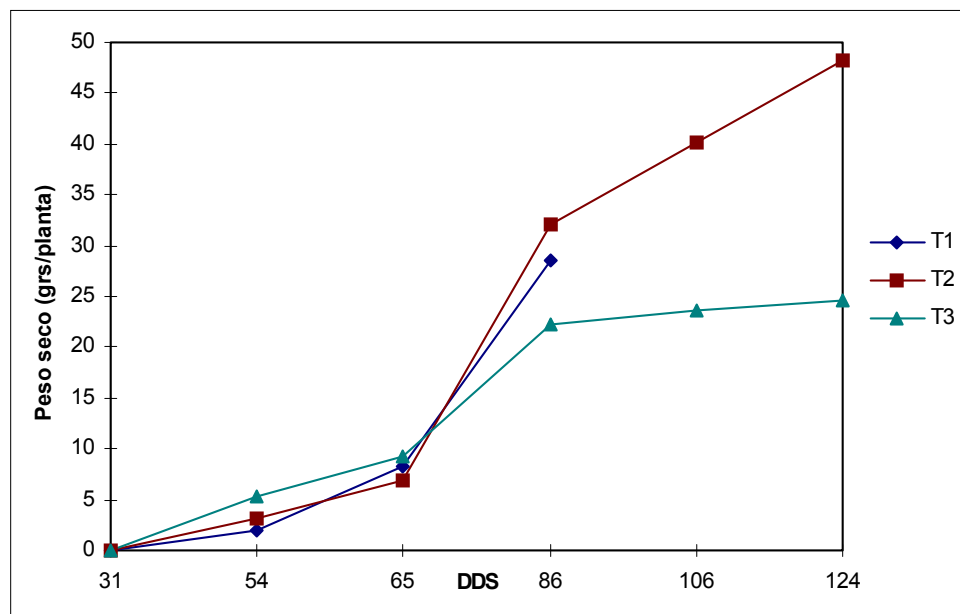


4.6.3. Acumulación de materia seca de capitulo.

En la figura 4.6., se presentan los valores promedios de acumulación de materia seca en el capitulo en los diferentes tratamientos evaluados. En el

período comprendido de los 65 a 86 DDS, la distribución de materia seca en el capítulo fue similar en los tres tratamientos en el día 106 la acumulación de materia seca para el tratamiento 1 y 2 presentaron mayor acumulación

Figura .4.6 Peso seco de capítulo para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

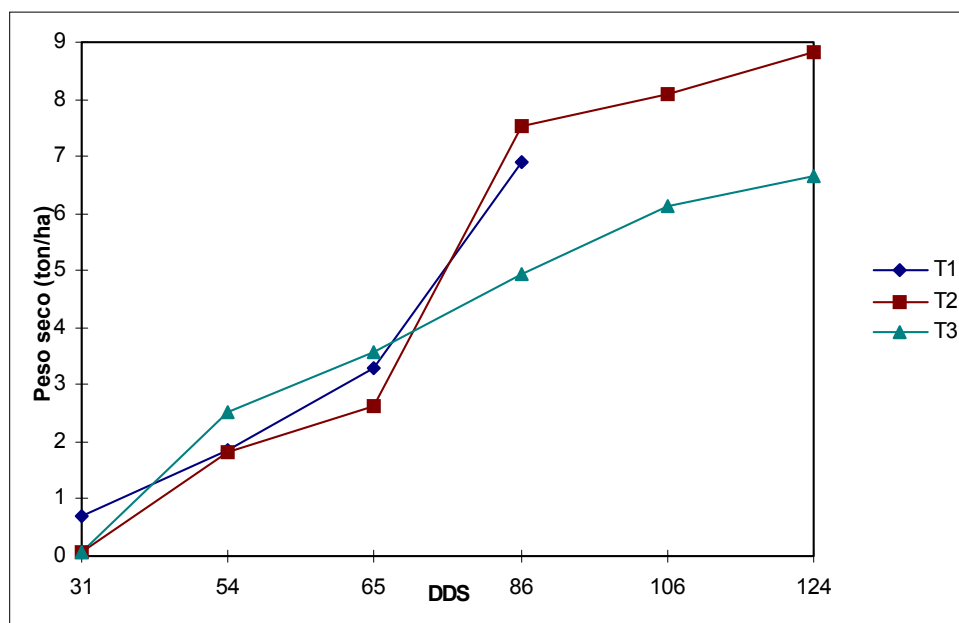


4.6.4. Acumulación de materia seca total por planta.

El peso seco total por planta se presenta en la figura 4.7., la cual se muestra los valores de los tratamientos evaluados durante todo el ciclo

fenológico del cultivo. A partir de los 31 a 65 DDS, la acumulación de materia seca total en los tres tratamientos fue similar. El día 86 el tratamiento 1 y 2 tuvo mayor acumulación de materia seca que el tratamiento 3. A partir de los 86 DDS el tratamiento 2 es superior en producto formado, en comparación del tratamiento 3, esto es debido al riego aplicado el día 68, que corresponde al estadio inicio de floración F₂.

Figura 4.7. Acumulación de materia seca en biomasa para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

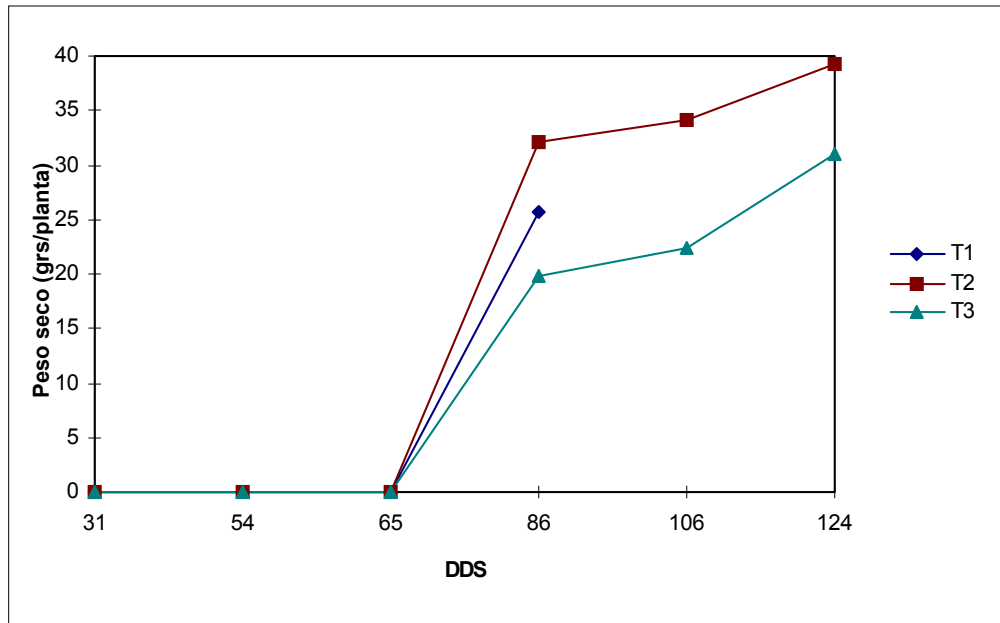


4.7. Rendimiento de grano.

4.7.1 Rendimiento de grano en los diferentes muestreos.

En la figura 4.8., se presenta el peso seco del grano de los diferentes tratamientos. Como se puede observar que a partir de los 65 a 86 DDS, el rendimiento de grano en los tres tratamientos fue similar. El día 106 el tratamiento 2 fue el que tuvo mayor rendimiento, en comparación con el tratamiento 3.

Figura 4.8 Acumulación de grano promedio en los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.



Cuadro 4. 9. Rendimiento de grano para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.

DDS	T1	T2	T3
31	0	0	0
54	0	0	0
65	0	0	0
86	1.281	1.607	0.992
106		1.708	1.117
124		1.964	1.551

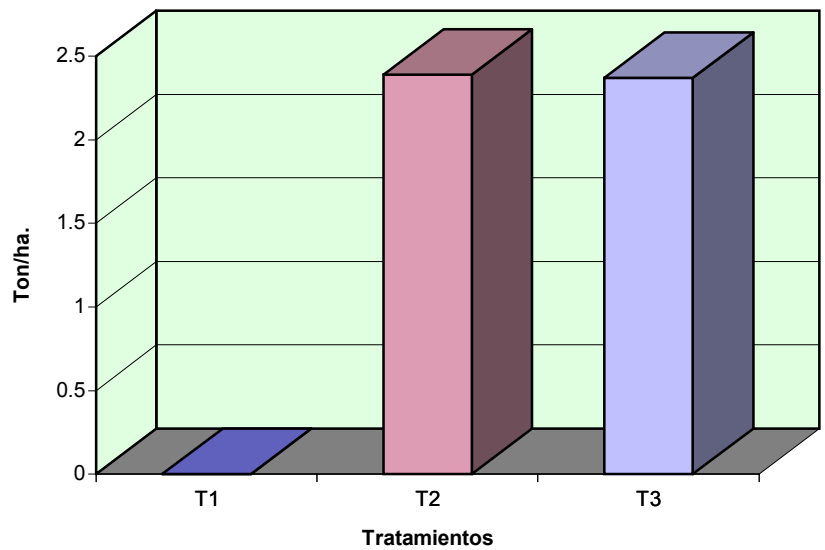
4.7.1 Rendimiento de grano durante la cosecha.

En la figura 4.9., muestran que el tratamiento 2 obtuvo un rendimiento a la cosecha de 2.39 ton/ha y el tratamiento 3 de 2.37 ton/ha. Este resultado demuestra que aunque hubo diferencias en otras variables, estas no repercutieron en el rendimiento. También es importante señalar que la presencia de lluvias por una cantidad de 441 mm originó que las diferencias en el contenido de humedad en el suelo no fueran acentuadas, por lo cual no influyeron en el rendimiento.

Análisis de varianza (cuadro 4.10) se aprecia que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Las medias en el rendimiento de grano establece que en todos los tratamientos no hubo diferencias entre estos tratamientos,

Figura 4.9. Rendimiento de grano para los diferentes tratamientos de girasol, var. SAN-3C. UAAAN. 1998.



Cuadro 4.10 Análisis de varianza para el rendimiento de grano para los diferentes tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	540.2497	270.1248	1.1896	NS 0.332
Error	15	3406.0737	227.07115		
Total	17	3946.3234			

C.V.= 132.34%

NS = No significativo.

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP	MEDIA
1	6	4.2716
2	6	17.6000
3	6	12.2883

V. CONCLUSIONES

- El estudio de distribución de materia seca de la variedad SAN-3C muestra que acumula una aceptable cantidad de biomasa en sus órganos aéreos. Con respecto a los objetivos se cumplieron satisfactoriamente ya que aún cuando se manejaron tres condiciones de agua, el cultivo respondió satisfactoriamente. Se efectuó una comparación estadística de los resultados de producción de materia seca en los tratamientos y resultó que no hay significancia entre ellos.

- Los rendimientos de grano obtenidos para los tratamientos 2 y 3 fueron satisfactorios, no existiendo diferencia estadística entre los tratamientos.

- De acuerdo a la hipótesis que se planteó, se puede apreciar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, lo anterior debido a que durante el ciclo del cultivo las lluvias estuvieron presentes y favorecieron las parcelas que estuvieron expuestas a mayor estrés hídrico, compensando las necesidades hídricas del cultivo.

- Los resultados obtenidos confirman que el girasol se adapta a regiones de precipitación baja, no menor a 300 mm, obteniendo buena acumulación de materia seca y rendimientos de grano.

VI. RESUMEN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta anual, de gran desarrollo en todos sus órganos.

Para regiones de escasa precipitación pluvial, el girasol es una mejor alternativa donde otros cultivos tradicionales (maíz, frijol, etc.) no prosperan debido a la reducida precipitación y la irregular distribución de las lluvias características de las zonas áridas y semiáridas del norte de nuestro país. Sin embargo, en regiones con precipitaciones cercanas a los 300 mm. distribuidos en el ciclo del girasol, es factible de obtener buenos resultados.

Los objetivos fueron: Determinar durante el ciclo de cultivo el patrón de distribución de materia seca para los diferentes órganos bajo tres condiciones de manejo de agua. Evaluar la influencia de las tres condiciones de manejo de agua sobre el rendimiento.

Por lo cual se sembró una variedad la cual fue SAN-3C, se consideraron 5 variables en el estudio como son; materia seca, fenología del cultivo, rendimiento, altura de planta y número de hojas.

Los resultados demuestran que la variedad SAN-3C existe una pequeña diferencia en la producción de materia seca para los tres tratamientos evaluados; en altura de planta no hubo significancia; en rendimiento también presentaron poca diferencia lo que demuestra que son buenos rendimientos a pesar de que un tratamiento estuvo bajo condiciones de temporal, también

presentó altos rendimientos, lo que se puede obtener buenos rendimientos en zonas con escasa precipitación no menores de 300 mm.

VI LITERATURA CITADA

1. Alba O. A, y Llanos C. M. 1990. El cultivo de Girasol. Agroguías Muindiprensa. Madrid. Pp. 16 – 18, 29 – 30, 54.
2. Barron J. E. 1992. A factor analysis of plant variables related to yield in sunflower water stress conditions. In proceeding of the 13.

Internacional Sunflower Conference. Pisa, Italy. 7 – 11 September.
P:531-538.

3. Cox W. J. and Jollift G. D. 1987. Crop Water Relations of Sunflower and Soybean under Irrigated and Dryland Conditions. Crop Sci. 27:553 – 557.
4. C. E. T. I. O. M. 1986. Informations Techniques. Paris Francia.
5. Cox W. J. and Jollift G. D. 1986. Growth and Yield of Sunflower and Soybean under Soil Water Deficits. Agron. J, 78:226 – 230.
6. García E. 1975. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köeppen. UNAM. México. Pp. 366.
7. González Z. A. 1997. Respuesta del Cultivo de Girasol (*Helianthus annuus* L.) Var. SANE 23578, Bajo tres Calendarios de Riego. Tesis profesional. Licenciatura Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. UAAAN. Pp 6.
8. Goyne, P. J., Woodruff D. R., Churchett J. D. 1978. Enviromental causses of yield variation in rain grown sunflower in central Queensland. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 18, p:129 - 134.
9. Goyne, P. J. and Schneiter, A. A. 1988 Temperature and Photoperiod in fluence on development in sunflower genotypes. Agronomy Journal vol. 79:704 - 709.

10. Hall, A. J., Connor D. J., and Whitfield D. M. 1988. Preanthesis assimilates and grain filling in irrigated and water-stressed sunflower crops: Quantification using labelled carbon. Proc. 12 Intern. Sunf. Conf. Novi-Sad.1:130-134.
11. Hegde M. R. and Havanagi G. V. 1989. Effect of moisture stress at different growth phases on seed setting and yield of sunflower. Fiel Crop Abstracts. 1990. Vol. 43. No. 11. Pp. 1079.
12. Jaafar M. N., L. R. Stone and D. E. Goodrum 1993. Rooting depth and dry matter development of sunflower. Agronomy journal 85:281-286.
13. Kramer P. J. And Duke J. B. 1974. Relaciones Hídricas de Suelo y Planta. Ed. Edutex. México. Pp. 1-7 y 393-443.
14. Kramer, P. M. 1980. Drought stress and the origin of adaptations. In. Adaptation of plant to water and high temperature stress. Edit. N. C. Turner and P. J. Kramer. Wiley New York. USA.
15. Leeper, R. A., E. C. A. Runge and W. M. Walker. 1974. Effect of plant - available soil moisture on corn yield. Constant climatic conditions. Agron. 66, p:723 - 727.
16. Levitt J. 1972. Responses of Plant to Environmental Stress. Academic. Press. New York and London. P: 697.
17. Ordaz M. G. 1994. Efecto del Estrés Hídrico sobre el Rendimiento y Calidad del Grano en Girasol (*Helianthus annuus* L.), Var. San – 3C.

Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 9 – 10.

18. Ortégón M. A. S., Escobedo M. A. *et al.* 1993. El Girasol. Editorial Trillas. 1ª. Edición. México. Pp. 15 – 18.
19. Peña R. A. y Muñoz O. A. 1988. Respuesta de tres especies cultivadas a condiciones diferentes de humedad edáfica. *Agrociencia*:74 , p: 231-244.
20. Ramírez Ch. J: G. 1993. Producción de Materia Seca, Rendimiento y Calidad del Grano en Girasol (*Helianthus annuus* L.), Var. SAN – 3C Bajo dos Calendarios de Riego.
21. Rossman, E. C. 1970. Best hybrids give best irrigation response crops and soil. 23(3):22.
22. Tocagni H. 1980. El girasol. De. Albatros, Buenos Aires, Argentina.
23. Warren W. J. 1980. Analysis of Growth, Photosynthesis and Light Interception for Single Plants y Stands. *Ann. Bot.* 48, 507-512.
24. Zaffaroni E. and A. A. Schneiter. 1991. Sunflower production, and row arrangement. *Agron. J.* 83:113-118.
25. Zaffaroni E. And Achneiter A: A: 1989. Water Use Efficiency and Light Interception and Standard – Height Sunflower Hybrids Grow in Different Row Arrangemennts. *Agronomy J.* 81:831 – 836.

APÉNDICE

Cuadro A.1 Características químicas del suelo de la parcela experimental

.	00-20	20-40	40-60	60-80	80-100
pH	6.43	6.66	6.71	6.68	6.50
C:E ds/m	0.978	0.565	0.530	0.525	0.802
M. O. %	1.42	3.88	3.34	2.57	1.88
Nitrógeno	0.071	0.194	0.167	0.128	0.094

total %					
Fósforo Kg/ha	+ 112.5	+ 112.5	+ 112.5	76.5	56.25
Potasio Kg/ha	+ 900.0	76.5	166.5	184.5	121.5
Carbonato s totales %	75.75	73.18	73.85	54.45	53.93
Arcilla %	26.0	24.0	30.0	40.0	38.0
Limo %	33.2	25.2	19.2	19.2	17.2
Arena %	40.8	50.8	50.8	40.8	44.8
Textura	Migajón	Migajón arcillo arenoso	Migajón arcillo arenoso	Migajón arcilloso	Arcilla arenoso

Cuadro A.2. Dinámica de la humedad del suelo en estratos de 0 – 100 cm durante el ciclo iniciando desde la siembra a termino de floración.

DDS	T1	T2	T3
0	26.22	26.22	26.22
38	25	25.49	25.37
39	25.6	26.09	25.97
45	25.29		
47	26.08		
54	25.19	24.89	25.29
55	26.32	26.02	26.42
61	25.6	24.99	25.24
62	26.3		

67	25.5	24.69	24.73
69	26.14	26.18	
75	25.58	25.48	24.4
76	26.2		
82	26.06	25.67	24.78
83	26.32		
89	25.77	25.44	24.49
90	26.21		
96	25.6	25.21	24.33
97	26.22		
113	26.22	26.22	25.5

Cuadro A.3. Análisis de varianza para el número de hojas para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	11.444	5.722	0.0668	0.935
Error	15	1285.077	85.671		
Total	17	1296.521			

C.V.= 64.33%

NS = No significativo.

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP	MEDIA
1	6	15.110
2	6	14.776
3	6	13.276

Cuadro A.4. Análisis de varianza para altura de planta para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	194.375	97.187	0.0271	NS 0.974
Error	15	53768.812	3584.587		
Total	17	53963.187			

C.V.= 50.23%

NS = No significativo.

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP	MEDIA
1	6	122.574
2	6	120.265
3	6	114.743

Cuadro A. 5 Valores promedio de materia seca (grs/planta) acumulada en hoja en los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol expresado en grs./planta., var. SAN-3C. UAAAN 1998.

DDS	T1	T2	T3
31	1.32	0.73	1.01
54	16.88	13.74	19.33
65	15.68	15.03	18.97
86	15.41	19.5	9.34
106		13.66	6.51
124		9.3	4.58

DDS días después de la siembra.

Cuadro A.6. Análisis de varianza para el peso seco en hoja para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	42.970581	21.485291	0.3763	NS
					0.697
Error	15	856.46289	57.097527		
Total	17	899.43347			

C.V.= 75.25%

NS = No significativo.

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP	MEDIA
1	6	8.214999
2	6	11.93333
3	6	9.915000

Cuadro A.7 .Valores promedio de materia seca (grs/planta) acumulada en tallo mas peciolo en los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol expresado en grs./planta., var. SAN-3C. UAAAN 1998.

DDS	T1	T2	T3
31	0.68	0.41	0.49
54	18.05	19.64	25.69
65	41.91	30.88	47
86	68.1	66.95	43.58
106		75.62	70.04
124		79.44	72.82

DDS días después de la siembra.

Cuadro A.8. Análisis de varianza para el peso seco en la tallo mas peciolo para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	2116.7031	1058.3515	1.2085	NS 0.327
Error	15	13135.859	875.7239		
Total	17	15252.562			

C.V.= 80.55%

NS = No significativo.

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP	MEDIA
1	6	21.45666

2	6	45.4900
3	6	43.2700

Cuadro A.9. Valores promedio de materia seca (grs/planta) acumulada en el capitulo en los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol expresado en grs./planta., var. SAN-3C. UAAAN 1998.

DDS	T1	T2	T3
31	0	0	0
54	2.06	3.13	5.41
65	8.18	6.97	9.32
86	28.61	32.14	22.33
106		40.15	23.68
124		48.29	24.55

DDS días después de la siem

Cuadro A.10. Análisis de varianza para el peso seco en capítulo para los diferentes tratamientos evaluados durante el desarrollo fenológico del girasol, var. SAN-3C. UAAAN 1998.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	704.2844	352.1422	1.5551	NS 0.243
Error	15	3396.7172	226.4478		
Total	17	4101.0017			

C.V.= 106.26%

NS = No significativo.

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP	MEDIA
--------------	------------	--------------

1	6	6.4750
---	---	--------

2	6	21.7966
---	---	---------

3	6	14.2149
---	---	---------
