

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**Estudio de Caracteres Morfológicos de Producción y Calidad de
4 Variedades de Girasol (*Helianthus annuus L*) en el Sureste de
Coahuila**

Por:

VALENTÍN RODRIGUEZ MEZA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER ÉL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCION

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre del 2004.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Estudio de Caracteres Morfológicos de Producción y Calidad de
4 Variedades de Girasol (*Helianthus annuus L*) en el Sureste de
Coahuila**

T E S I S

PRESENTADA POR:

VALENTÍN RODRIGUEZ MEZA

Que se somete a consideración del H. jurado Examinador como

Requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

PRESIDENTE

**Dra. . Diana Jasso Cantú.
ASESOR PRINCIPAL**

**Dr. RAUL RODRÍGUEZ GARCIA.
Asesor**

**Ing. CARLOS ROJAS PEÑA
Asesor**

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

M.C. Arnoldo Oyervides García.

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre del 2004**

DEDICATORIA

MI PADRE:

Sr. RAFAEL RODRIGUEZ RAMOS

Por su ejemplo de lucha, apoyo y superación en cada momento para salir adelante en cualquier situación para lograr lo que uno desea, por su confianza y amor.

MI MADRE:

Sra. ROSA MEZA DE RODRÍGUEZ

Por el amor, confianza que siempre me ha brindado sin esperar nada a cambio, su constante dedicación de seguir adelante y por darme la vida que es el más grande regalo.

A MIS HERMANOS:

A todos mis hermanos que de alguna forma u otra me han apoyado y que sin darse cuenta han sido un motivo tan grande para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por con la cual quedo en deuda por darme la oportunidad de forjarme profesionalmente.

A LA Dra. DIANA JASSO CANTU

Por su apoyo recibido y la confianza depositada en mi, por su amistad y consejos brindados para la realización de este trabajo.

AL Dr. RAUL RODRIGUEZ GARCIA

Por su asesoramiento, aportaciones y consejos para hacer posible la realización de este trabajo.

AL Ing. CARLOS ROJAS PEÑA

Por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A LAS TECNICAS ACADEMICAS

Olga Leticia Solís Hernández, Edith E. Chairez Colunga y Maria Leticia. Rodríguez González, Maria Guadalupe Moreno Esquivel por la determinación de peso seco de las muestras de girasol llevadas a cabo durante las diferentes etapas de desarrollo además en el análisis de contenido de aceite y proteína. Y a los trabajadores de campo José Cabrera A., Apolinar Rangel G. y Jaime Alvarado V. por su apoyo brindado en la realización de este trabajo.

A LA GENERACION XCVII

Por su amistad brindada durante nuestra estancia en la universidad y a los amigos por sus sugerencias y apoyo brindados en la realización de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
I.- INTRODUCCIÓN -----	1
1.1 Objetivos -----	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA -----	4
2.1 Aspectos Generales -----	4
2.2 Clasificación Botánica -----	4
2.3 Descripción Morfológica -----	5
2.4 Materia Seca -----	7
2.5 Rendimiento -----	9
2.6 Aceite -----	10
2.7 Proteína -----	14
2.8 Área Foliar -----	16
2.9 Producción Comercial -----	17
III.- MATERIALES Y MÉTODOS -----	20
3.1 Localización del Área de Estudio -----	20
3.2 Material Genético Utilizado -----	20
3.3 Diseño Experimental Utilizado -----	20
3.4 Labores Culturales -----	21
3.5 Muestreos -----	21
3.6 Variables de Estudio -----	21
3.7 Análisis de Datos -----	26

3.8 Modelo Para el Análisis -----	26
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	28
4.1 Condiciones Climáticas -----	28
4.2 Unidades Calor Acumuladas -----	28
4.3 Variables Evaluadas -----	29
4.3.1 Materia seca -----	29
4.3.2 Área foliar -----	30
4.3.3 Índice de Área Foliar -----	30
4.3.4 Altura de planta -----	30
4.3.5 Diámetro de tallo -----	31
4.3.6 Diámetro de capítulo -----	31
4.3.7 Rendimiento de grano -----	31
4.3.8 Semilla vana (%). -----	32
4.3.9 Peso de semilla vana -----	32
4.3.10 Peso de mil semillas -----	32
4.3.11 Contenido de aceite (%). -----	32
4.3.12 Contenido de proteína (%) -----	33
V.- CONCLUSIONES -----	46
VI.- RESUMEN -----	47
VII.- BIBLIOGRAFÍA -----	49
VIII.- APÉNDICE -----	53

INDICE DE FIGURAS

	Página
4.1 Materia Seca ($t\ ha^{-1}$) total y por cada órgano de la planta de la variedad Primavera 1 evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo -----	33
4.2 Materia Seca ($t\ ha^{-1}$) total y por cada órgano de la planta de la variedad Primavera Z evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo -----	34
4.3 Materia Seca ($t\ ha^{-1}$) total y por cada órgano de la planta de la variedad Blend oil evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo -----	34
4.4 Materia Seca ($t\ ha^{-1}$) total y por cada órgano de la planta de la variedad Compuesto 1 evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo -----	35
4.5 Área Foliar cm^2 / pta de las cuatro variedades de girasol evaluadas en los diferentes estadios de desarrollo -----	35
4.6 Índice de Área Foliar de las cuatro variedades de girasol evaluadas en los diferentes estadios de desarrollo -----	36
4.7 Altura de Planta de las cuatro variedades en los diferentes estadios de desarrollo -----	36
4.8 Diámetro de tallo de las cuatro variedades alcanzado en los diferentes estadios de desarrollo -----	37
4.9 Diámetro de capítulo de las cuatro variedades alcanzado en los diferentes estadios de desarrollo -----	37
4.10 Rendimiento de grano de las variedades en madurez fisiológica y en cosecha -----	38
4.11 Porcentaje de semilla vana de las variedades -----	38
4.12 Peso de semilla vana de las cuatro variedades -----	39
4.13 Peso de mil semillas de las cuatro variedades -----	39
4.14 Contenido de aceite de las cuatro variedades -----	39
4.15 Contenido de proteína de las cuatro variedades-----	40

INDICE DE CUADROS

	Página
2.1 Producción Mundial de semilla de girasol -----	18
2.2 Producción Nacional de semilla de girasol -----	19
2.3 Forma del Análisis de Varianza Utilizado	
Para cada una de las Variables estudiadas -----	27
4.1 Temperatura y Precipitación Presentada Durante	
el Desarrollo del cultivo -----	28
4.2 Unidades Calor Acumuladas Durante el	
Desarrollo Fenológico del cultivo -----	29
4.3 Cuadrados Medios y Significancia Estadística	
Para Cada una de las Variables Estudiadas -----	41
4.4 Valores Medios de Cada una de las Variables	
Estudiadas en Cada estadio del Cultivo -----	43

I. INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es un cultivo oleaginoso originario del continente Americano concretamente del norte de México y el Oeste de Estados Unidos.

Es un cultivo cuya producción de grano se destina en su totalidad a la extracción de aceite para el consumo humano, ya que posee alto porcentaje de aceite, el cual es de excelente sabor y calidad. Las bondades de la semilla de girasol y la calidad de aceite que de ellas se extrae, hicieron que los países Europeos incluyendo Rusia, incrementaran la producción de esta oleaginosa convirtiéndose en grandes productores.

El girasol posee además algunas bondades que se han aprovechado para su producción como la resistencia a sequía, y a las bajas temperaturas, contiene un alto porcentaje de aceite, alto contenido de proteína, es de fácil adaptación en terrenos rústicos. Por su gran versatilidad, el girasol puede ser empleado como grano para extracción de aceite comestible y como forraje cuando se corta en verde. Los derivados de este son utilizados en otros procesos industriales, como en la elaboración de jabones, cosméticos, detergentes e incluso en la elaboración de combustibles en algunos países.

De la semilla de girasol se obtienen dos subproductos. La harina y el aceite, la primera es utilizada en la industria de alimentos balanceados ya que su contenido de proteína esta entre 40 % y 50 % la hace atractiva para la alimentación del ganado. Por su parte el aceite de girasol está considerado como uno de los que brinda mayores beneficios en la salud del consumidor por su alto contenido de grasas poliinsaturadas. Los granos de girasol son una fuente excelente de nutrientes para muchas especies de ganado, debido a sus

altos contenidos de aceite y proteína, así como un contenido moderado en fibras. Cortado en verde y ensilado el girasol es fuente importante de la alimentación para el ganado puede producir de 15 a 25 toneladas de forraje verde por hectárea en condiciones de temporal el número de días al corte puede variar de 75 a 85 días.

En la actualidad Rusia, Argentina, la comunidad Europea y EE.UU. mantienen la supremacía en la producción mundial de girasol y son exportadores de grandes volúmenes, tanto de grano como de aceite. En México la producción de este grano oleaginoso es mínima por ello para abastecer el consumo nacional de aceite comestible de girasol. En el año 2003 se importaron 152 mil toneladas de grano y 50 mil toneladas de aceite crudo. En la actualidad existen pocas especies en México utilizadas en la rotación de cultivos como alternativas de producción, cuando el precio de los granos de los cultivos tradicionales no es favorable o en casos en que el rendimiento de estos es afectado en forma continua por precipitaciones deficientes o bajas temperaturas. En estas condiciones el girasol representa una opción viable para incorporarse al sistema de rotación de cultivos y ser considerado en los programas de reconversión productiva. En las zonas semiáridas del norte del país la precipitación es escasa y los productores requieren de cultivos alternativos adaptados a la región y que sean de importancia comercial, el girasol es una opción por sus características de buena adaptación y resistencia a la sequía. Por lo anterior en el presente estudio se evaluaron cuatro variedades proporcionadas por el INIFAP, sur de Tamaulipas con los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.- Evaluar la respuesta de 4 variedades de girasol a las condiciones de Buenavista, Saltillo, Coahuila mediante las mediciones de biomasa, diámetro de capítulo, diámetro de tallo, altura de planta, área foliar e índice de área foliar.

2.- Cuantificar el rendimiento de materia seca, rendimiento de grano, contenido de aceite y contenido de proteína a través del ciclo de desarrollo en cuatro variedades de girasol.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos Generales

El girasol (*Helianthus annuus* L) es una planta anual herbácea, con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos, la altura de los híbridos y variedades comerciales aceiteras esta comprendida entre 1.2 y 2.0 mts. Se desarrolla normalmente en condiciones agro-ecológicas muy variadas, pues se puede cultivar desde área cercana al nivel del mar hasta poco más de 2500 msnm, ya sea bajo condiciones de riego, humedad residual o temporal, se adapta a temperaturas de 25°C a 30° C como a menores de 13°C a 17°C (Ortegón, 2004).

2.2 Clasificación Botánica.

Según Robles (1985), la clasificación botánica es la siguiente.

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub – División	Pteropsida
Clase	Angiospermas
Sub – clase	Dicotiledoneas
Orden	Synandrae
Familia	Compositae
Sub – Familia	Tubiflorae
Tribu	Haliantheae
Genero	Helianthus
Especie	annuus
Nombre Científico	<i>Helianthus annuus</i> L.

2.3 Descripción Morfológica de la Planta.

La descripción de las características morfológicas del girasol presentada por Ortegón (1993) y Robles (1985) es la siguiente.

Raíz

La raíz del girasol es pivotante, en el estado cotiledonar tiene de 4 a 8 cm de largo. Cuando tiene de 4 a 5 pares de hojas alcanza una profundidad de 50 a 70 cm. Su máximo crecimiento ocurre en la floración. Se forma un eje principal dominante y abundantes raíces secundarias

La raíz principal crece con mayor rapidez que la parte aérea al iniciarse el desarrollo de la planta (puede llegar a sobrepasar la altura del tallo). La profundidad a la que se encuentra la humedad en el suelo influye en el enraizamiento ya que las raíces buscan el agua.

Tallo

El tallo es erecto, vigoroso, cilíndrico y semileñoso y puede alcanzar una altura de 0.6 a 2.5 m y un diámetro entre los 2 y 6 cm. Dependiendo de la variedad. Al llegar a la madurez, se inclina en la parte terminal a consecuencia del peso de la inflorescencia. La superficie exterior es rugosa y vellosa, en el interior es maciza.

Hojas

Son grandes, acorazonadas con bordes dentados y con un pecíolo largo, con vellosidad áspera en el haz y envés. En el tallo la posición de los tres primeros pares de hojas es opuesta y la de las demás hojas es alterna. El número de hojas por planta varía de 12 a 40, el color puede variar de verde oscuro a verde amarillo.

Inflorescencia

Es un capítulo o cabeza formada por numerosas flores, el conjunto toma forma de un disco que constituye el receptáculo. El receptáculo es un disco plano, cóncavo o convexo el cual tiene insertadas las flores en la cara superior y las brácteas en el borde, aquí hay dos tipos de flores; liguladas y tubuladas. El diámetro del receptáculo puede variar de 10 a 40 centímetros.

Las flores liguladas o radiadas, son asexuales, se componen de un ovario rudimentario, un cáliz y una corola transformada, semejante a un pétalo. Estas suman de 30 a 70 dispuestas radialmente en una o dos filas tienen una longitud de 6 a 10 cm y de 2 a 3 cm de ancho, son de color amarillo – dorado, amarillo – claro y amarillo – anaranjado.

Las flores tubuladas o de discos, son hermafroditas o fértiles, llevan los órganos de reproducción, cada una se compone de cáliz, corola, androceo y gineceo, están dispuestas en arcos espirales que van del exterior hacia el centro del disco.

Fruto y Grano

En botánica el fruto del girasol se llama aquenio, el cual es seco, indehiscente y se compone por el pericarpio y la semilla. La semilla es de forma alargada, angosta en su base y comprimida. Las semillas de las variedades aceiteras suelen ser negras, otros colores que pueden presentar son blancos, marrón o a menudo oscuros con bandas blancas y tienen aproximadamente un 25 % de cáscara. El aquenio mide alrededor de 4 a 6 mm de ancho por 8 a 12 mm de largo. El contenido de aceite oscila entre 40 y 50 %, según la variedad y los efectos del ambiente donde se desarrolle.

2. 4 Materia Seca

Díaz, et al. (2003) describen que la producción de biomasa del cultivo depende de la cantidad de energía lumínica que interceptan sus hojas determinada por su índice de área foliar y de la eficiencia de su uso. La temperatura afecta la magnitud del IAF aumentando las tasas de aparición y expansión de las hojas y la duración de las fases fenológicas del cultivo (con altas temperaturas se anticipa la floración y se reduce la máxima formación y expansión de hojas). Cultivos con altas densidades y distancias estrechas entre hileras presentan ventajas a la intercepción de luz, pero aumentan el riesgo de quebrado durante el llenado del grano.

Díaz (2000), menciona que cuando la fertilización nitrogenada se realiza en etapas de desarrollo temprano del cultivo (entre la siembra y el inicio de floración), se puede estimular el desarrollo exuberante en biomasa.

Hernán (2003), señala que el girasol es una especie de ciclo estival que sin limitaciones hídricas y de nutrientes, acumula igual cantidad de materia seca y de nitrógeno que el maíz entre los 25 y 70 DDE. Los rendimientos de materia seca total acumulada por el cultivo puede llegar a los 15 Mg ha⁻¹ y el rendimiento en grano a 4.4 Mg ha⁻¹, lo que implica un índice de cosecha (IC) del 30 %. De esta forma en condiciones potenciales, puede acumular en todo su ciclo alrededor de 200 Kg N ha⁻¹ (Andrade et al. 1999).

Escalante (1999), reportó que en girasol cultivado en clima mediterráneo y en condiciones de humedad residual, se incrementa la materia seca en el tallo y capítulo, al elevar la densidad de población de 2.5 a 10 Ptas m⁻². Lo mismo ocurre en condiciones de temporal al elevar la densidad de 5.7 a 11.4 Ptas m⁻² en climas semiáridos y cálidos.

Sarmah et al. (1994), describen que al elevar la densidad de población de 4 a 11 ptas m⁻², el peso de 100 semillas, el número de semillas por capítulo y el área de capítulo disminuye.

Olalde et al. (2000), mencionan que una disminución en la acumulación de materia seca en las hojas y un incremento en capítulo, tienen mayor asignación de biomasa al incrementar la densidad de población. La distribución de materia seca en los órganos de la planta, particularmente en el grano (índice de cosecha) es un factor de importancia a considerar para lograr un mayor rendimiento.

Escalante (1999), describe que las plantas con densidad altas muestran tasas de acumulación de materia seca bajas, debido a la mayor interferencia por luz, agua y nutrientes.

Aguilar et al. (2002), en una investigación realizada señalaron que al elevar la densidad de población, se reduce la biomasa, el área de capítulo, las semillas por capítulo y el rendimiento por planta, sin embargo la producción de biomasa y el rendimiento de semilla y aceite por unidad de superficie son más altos, la asignación de materia seca se modifica al incrementar la densidad de población, siendo el tallo el órgano de mayor asignación.

Barón (1992), realizó un estudio con ocho variedades de girasol en el Estado de Tamaulipas en 1990. Las variedades fueron sometidas a condiciones de sequía en la etapa vegetativa y llenado de grano. El autor sugiere que el desarrollo de los girasoles con más alto rendimiento bajo el estrés de agua, se debe basar en un rápido desarrollo fenológico, esto podría ser llevado a cabo por la producción de una biomasa pesada en maduración y una planta alta.

Tollenaar and Bruselma (1988), señalan que la producción de materia seca en un cultivo, en ausencia de otros factores limitantes es determinada por la absorción de la radiación fotosintética activa (PAR) por el cultivo y la eficiencia en la cual el PAR es absorbido y convertido en materia seca.

2.5 RENDIMIENTO

Díaz et al. (2003), mencionan que el número de granos por unidad de superficie es el principal determinante del rendimiento en girasol y el período crítico para esta definición es más amplio que en otros cultivos y se extiende desde unos 30 días antes hasta unos 20 días después de floración. En altas temperaturas se reduce el peso final del grano al disminuir la duración del periodo de llenado. Los máximos pesos se logran en un rango de temperaturas medias diarias relativamente bajas (12°C a 22 ° C). Una mayor intercepción de radiación durante el llenado del grano tiene un efecto positivo como para mejorar la tasa de acumulación del peso en el grano. El cultivo de girasol acumula unos cinco kg de fósforo en toda su parte aérea, por cada tonelada de grano que produce. Los requerimientos de este elemento son máximo a 40 días después de emergencia de las plántulas.

Sarmah et al. (1994), señalaron que la selección de variedades, la nutrición mineral, en particular el nitrógeno y el fósforo y una población óptima de plantas, así como la humedad disponible en el suelo especialmente durante la etapa reproductiva, deben considerarse para lograr un máximo crecimiento y rendimiento del girasol.

Ferri et al. (1992), realizaron un análisis de las correlaciones entre parámetros productivos y biométricos y la composición bioquímica de los akenios de girasol, usando el método de coeficiente de senderos.

Los datos de seis cultivares de girasol sembrados en tres fechas en ensayos de campo en Foggia Italia en 1982 – 1984 fueron analizados. El análisis de senderos fue utilizado para evaluar los efectos directos e indirectos del rendimiento y diámetro total de la parte fértil del capítulo, altura de planta y peso de 100 semillas, sobre el aceite de semilla, proteína, fibra, ceniza y contenido de extracto etéreo. Los resultados se presentaron por cultivar. En general el rendimiento estuvo positivamente relacionado hacia el contenido de aceite y la altura de planta estuvo positivamente relacionado con el contenido de proteína de la semilla.

Robles (1980), menciona que en regiones que presentan una precipitación pluvial de más de 300 mm distribuidos durante el ciclo vegetativo del girasol, es factible obtener buenos rendimientos tanto de grano como de forraje verde.

Fernández y Rincón (1991), citan que los problemas principales detectados para obtener un buen rendimiento en girasol son la selección y preparación del suelo, uso de siembras tardías y la siembra de híbridos que no se adapten a las condiciones prevalecientes.

Sheriff et al . (1986), encontraron que la altura de la planta, diámetro de capítulo y número de semillas por capítulo mostraron correlaciones fenotípicas y genotípicas positivas con el carácter rendimiento de semilla.

2.6 ACEITE

Ortegón (2004), menciona que los aceites vegetales están constituidos por ácidos grasos, los cuales dan la calidad para el consumo humano; en el caso de girasol los principales son: oléico, linoléico, palmítico y

esteárico. En la cantidad total del aceite de girasol, los dos primeros constituyen el 90 % y son los que le dan la alta calidad. Los otros dos ácidos ocupan entre el 8 y 9 %, mientras que el restante de 1 a 2 % está constituido por otros ácidos grasos de menor importancia. Uno de los factores mas importantes que modifican el contenido de los ácidos oléicos y linoléicos es la temperatura; si durante el llenado del grano las condiciones son cálidas se incrementa el ácido oléico y bajo temperaturas tempranas predomina el linoleico.

Gómez et al. (2002), mencionan que el girasol es uno de los principales cultivos oleaginosos en el mundo superado solo por la soya y la canola. Su uso se ha incrementado en la alimentación humana y animal por su alto contenido de aceite, adecuada proporción de ácidos grasos y contenido de proteína, por su gran versatilidad, puede ser empleado como grano comestible, como forraje cuando se corta en verde. Además el grano de girasol es un alimento muy nutritivo para el ganado.

Díaz et al. (2003), señalan que el aceite de girasol es considerado de alta calidad por presentar un bajo porcentaje de ácidos grasos y un alto porcentaje de ácidos poliinsaturados. La concentración de aceite en el grano varía entre 48 y 54 %. La variación entre cultivares se atribuye a diferencias en la proporción de pericarpio (cáscara) y en la concentración de aceite en la semilla. En general, los cultivares con granos de pericarpio negro presentan una mayor concentración de aceite que los estriados. Al acortarse la duración del período de llenado de granos, se reduce la concentración de aceite. La producción de aceite surge de la combinación entre el número de granos, su peso por grano y su concentración de materia grasa. Estos componentes se determinan durante las fases fenológicas del cultivo.

Valencia (1992), realizó una investigación bajo condiciones de temporal en tres localidades diferentes Tepetitlan, Ozuma, Chapingo estado de México, en el ciclo p-v la caracterización de 20 genotipos de girasol por su rendimiento, contenido y calidad de aceite; para ello se evaluaron la altura de planta, diámetro de capítulo, número de hojas por planta, área foliar, rendimiento de aquenio, peso hectolitro, contenido de aceite, ácido linoléico, oléico, esteárico y palmítico.

Alba (1990), señala que el contenido de aceite en los aquenios de girasol está relacionado con el porcentaje de la cáscara y el porcentaje de aceite en la semilla. Estos componentes se heredan de forma distinta, el porcentaje de cáscara esta controlado por genes de efecto aditivo y el aceite en la semilla esta controlado por un sistema poligénico en efectos de dominancia.

Cristóbal (1997), realizó un estudio de 5 variedades de girasol en Buenavista Coahuila donde fueron analizados los contenidos de aceite y proteína en dos ambientes. Los rendimientos de aceite fueron de 1358 y de 1187 kg ha⁻¹ para los ambientes 1 y 2 respectivamente, de proteína se obtuvo de 797.3 kg ha⁻¹ en el primer ambiente y en el segundo 615 kg ha⁻¹.

Jinxian and Kirkham (1993), en un estudio realizado de cuatro niveles de fertilización de nitrógeno (0 a 180 kg ha⁻¹) y fósforo (0 a 60 kg ha⁻¹) aplicados en tres temporadas, concluyeron que al aplicar mayor cantidad de nitrógeno se eleva el nivel de proteína y que la aplicación de un exceso de fósforo disminuye el nivel de proteína.

Robles (1980), indica que el aceite se forma a partir de los hidratos de carbono en los tejidos de reserva de la semilla. El comienzo del proceso de formación de aceite se observa por el incremento en el coeficiente de respiración. Explicándose este fenómeno debido al hecho de que los azúcares son muy ricos en oxígeno, mientras que los ácidos grasos no lo son, menciona además que en el proceso de formación de aceites participa una gran cantidad de agua, la formación de glicerina y de los ácidos grasos tienen lugar en un ambiente rico en este compuesto, por lo que el suministro de agua durante el periodo de formación y llenado de semilla es de gran importancia.

Montese y Medán (1998), han estudiado variedades comerciales de girasol que poseen a la madurez del grano 30 %, 45 % y 58 % de aceite. En las tres variedades, en etapas tempranas del desarrollo (de 0 a 10 días después de la antesis, d.d.a.) la mayor parte del peso del fruto es atribuible al pericarpio, pero después (de 13 a 30 d.d.a) el crecimiento del embrión es el proceso dominante. En las tres variedades los oleosomas comienzan a formarse entre los 9 a 10 d.d.a., y de ahí en adelante su número aumenta proporcionalmente con el porcentaje de aceite del grano. El aceite se acumula rápidamente entre los 10 a 12 y los 20 a 25 d.d.a, tras lo cual su nivel se estabiliza. En la etapa de acumulación rápida, el ritmo es mas intenso en las variedades de 45 % y 58%. Además, en la variedad de 30 % los cuerpos protéicos ocupan una fracción proporcionalmente mayor que en las otras variedades. Pero las diferencias en el contenido final responden sólo en parte a las diversas tasas de síntesis de oleosomas, ya que el porcentaje de lípidos en el embrión oscila entre el 60 % y 68% solamente. Es el mayor espesor del pericarpio en la variedad de 45 % y, sobre todo, en la de 30 %, lo que reduce significativamente el porcentaje de aceite en el grano al “diluir” el embrión en una cubierta protectora comparativamente gruesa.

2.7 PROTEÍNA

Gómez et al. (2002), mencionan que un kilogramo de ensilaje del girasol contiene de 115 a 125 gramos de proteína cruda, 71 a 107 gramos de grasa cruda, 310 a 335 gramos de fibra cruda y de 390 a 420 gramos de fibra ácido – detergente. El ensilaje de girasol tiene un contenido de grasa tres veces mas que el ensilaje del maíz, además un contenido mayor de fibra y un poco mas de proteína.

Sosa et al. (1994), mencionan que cuando la disponibilidad de nitrógeno del girasol aumenta y particularmente en estadíos avanzados del cultivo, se incrementa el contenido de proteínas, disminuyendo la concentración de aceite, cambios en el contenido de proteína de los granos afectará significativamente la cantidad de N acumulada en los granos y en la parte aérea o sea los requerimientos de N del cultivo.

Gallegos (1979), menciona que el valor nutritivo del girasol es su alto contenido de proteína y aceite por lo cual es catalogado como un cultivo industrial.

Duffus y Slaughter (1980), señalan que las semillas oleaginosas tienen un alto contenido de proteína así como un alto porcentaje de aceite, en general a mayor contenido de aceite menor contenido de proteína y viceversa.

Martínez (1987), cita que desde el fin de floración hasta madurez fisiológica la acumulación de materia seca decrece. En la semilla, la biosíntesis es muy activa produciendo aceite desde la asimilación tardía y causando síntesis de proteínas desde la traslocación.

Merrien et al. (1988), realizaron una investigación para conocer y seguir la proteogénesis y lipidogénesis, e identificar claramente los factores agro climáticos que influyen en la acumulación de proteínas, apreciar la variabilidad de contenido de proteínas en el girasol, y probar la predominancia de factores edáficos aparentes dentro de la explicación de la variabilidad profundidad de suelo, tasa de maleza orgánica y disponibilidad de agua. Estos parámetros influyen directamente sobre la cantidad total de nitrógeno disponible y sobre su absorción. El grado de alimentación en agua de la planta puede actuar sobre la asimilación tardía y por lo tanto incrementa la intensidad de la lipidogénesis. En caso de sequía, se observa una aceleración de la senescencia de las hojas. La redistribución de nitrógeno foliar está en estrecha relación con la cantidad de proteínas del grano. Los resultados confirmaron que el 68 % del nitrógeno del grano en madurez proviene de las hojas. Dentro de esas hojas, la cantidad de proteínas tales como la Rubisco y su contenido de enzimas cloroplásticas bajó rápidamente provocando los fenómenos de senescencia.

Tocagni (1980) , establece que en materia grasa y aceites comestibles en general se tienen en cuenta básicamente tres aspectos o características para determinar la calidad o bondad de los mismos a saber: el nutricional, el de su grado de estabilidad y el organoléptico (sabor, olor, color, etc). Los aceites vegetales están constituidos en su mayor parte por ácidos grasos no saturados, entre los que se encuentran el ácido linoléico que es indispensable en el organismo, ya que éste no lo sintetiza y es imprescindible para su funcionamiento.

2. 8 AREA FOLIAR

Stanley and Lascano (1995), mencionan que el área foliar es importante para los cultivos, ya que mediante ésta se intercepta la luz necesaria para una mejor realización del proceso de fotosíntesis. En el caso del girasol se ha demostrado una buena relación entre el área foliar y la disponibilidad del agua. El área foliar se encuentra correlacionada con el rendimiento además de contribuir a que el girasol pueda desarrollarse en condiciones de sequía. El número de hojas es controlado en los estadios tempranos de desarrollo, durante iniciación del periodo. Los factores climáticos que modifican su número y afectan el área foliar son. La precipitación y el fotoperiodo. A mayor déficit de agua menor es el número de hojas. La máxima área foliar en la planta es obtenida antes de la antesis.

Hernández y Orioli (1994), citan que existe una estrecha relación entre los parámetros de rendimiento biológico y económico con el índice de área foliar, este aumenta con la densidad de plantas en el cultivo. Un valor máximo de 4 se obtiene a densidades entre 5 a 15 Pts m⁻². La disminución del índice de área foliar comienza por la senescencia y posterior abscisión de las hojas inferiores.

Rodríguez et al. (1998), señalan que cuando hay reducciones en el área foliar y el crecimiento de las plantas de girasol, se deben a las limitaciones de fósforo, que han sido atribuidas al efecto directo de las deficiencias de fósforo sobre la tasa de expansión foliar y la reducción de asimilados para el crecimiento.

Merrien (1986), cita que el girasol es una especie de tipo C₃ y que presenta en comparación con algunas otras especies pertenecientes a este grupo una alta actividad fotosintética que es limitada en tiempo, presentándose solo en hojas jóvenes y disminuyendo rápidamente en hojas mas pequeñas. Después de la floración completan su nivel de área foliar.

Sandras and Villalobos (1992), establecieron un método no destructivo para determinar la iniciación floral, basándose en la asociación entre el número de hojas en la iniciación floral y el número final de hojas, el cual se llevó a cabo en genotipos bajo rangos de medios ambientes diferentes. Los resultados fueron: el rango de fotoperíodo a la emergencia fue de 11.5 a 15.9 hrs, el rango de temperatura media diaria para el tiempo de emergencia a la iniciación floral fue de 13.6 a 27.6 ° C y la media de radiaciones de onda corta fue de 4.7 a 28.9 MJ m⁻² d⁻¹.

2.9.- Producción Comercial Internacional Y Nacional de Girasol

Producción Internacional.

Actualmente los principales productores de semilla de girasol son: la ex URSS. Argentina, la unión Europea y EE.UU. quienes en conjunto producen poco más del 65% del total mundial (cuadro 2.1), fuente Ortega y Ochoa (2003).

Cuadro 2.1 Producción Mundial de semilla de girasol (millones de toneladas)

	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03*
Ex – URSS	5.5	7.3	7.7	5.3	7.3
Argentina	7.1	6.0	3.1	3.8	3.7
U E	3.4	3.2	3.3	3.0	2.8
EE.UU.	2.4	2.0	1.6	1.6	1.1
Otros	8.2	8.8	7.5	7.7	8.8
Mundial	26.6	27.2	23.2	21.4	23.7

Producción Nacional

En México la producción de semilla de girasol ha ido perdiendo fuerza, a tal grado que en algunos años no se ha registrado superficie cultivada en alguno de los estados tradicionalmente importantes (cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Producción de semilla de girasol en México (toneladas)

	1997	1998	1999	2000	2001
Tamaulipas	1626.0	597.0	1162.4	12.0	0.0
Campeche	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sonora	498.0	0.0	32.0	18.0	0.0
Coahuila	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Otros	340.0	18.0	190.0	40.5	672.5
Nacional	2464.0	615.0	1384.0	70.5	672.5

III.- MATERIALES Y MÉTODOS.

3. 1.- Localización del Área de Estudio.

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la UAAAN, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el kilómetro 07 de la carretera Saltillo – Concepción del oro Zacatecas cuyas coordenadas geográficas son 25° 23' latitud norte, 101° longitud oeste y a una altitud de 1743 msnm. El experimento se desarrolló durante los meses de Julio a Noviembre del 2003.

3.2.- Material Genético Utilizado.

Para el establecimiento de la presente investigación se sembraron cuatro variedades que fueron proporcionados por el INIFAP estación experimental sur de Tamaulipas las cuales fueron: V1= Primavera 1. V2= Primavera Z. V3 = Blend oil. V4 = Compuesto 1.

3.3.- Diseño Experimental Utilizado.

El experimento se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos (variedades) y cinco repeticiones. La siembra se efectuó el 22 de julio del 2003, las parcelas fueron de tres surcos de 6 metros de longitud y 0.8 m entre surcos, con una distancia entre plantas de 0.25 m. Para obtener una densidad de población de 50,000 plantas ha⁻¹.

3. 4.-Labores Culturales.

Se inicio con la preparación del terreno en el cual se efectuó un barbecho y el paso de rastra y previo a la siembra se aplicaron 80 kg de N ha⁻¹ y 60 kg de P ha⁻¹.

Aclareo.

Se realizó un aclareo posterior a la emergencia de las plantas, una vez que alcanzaron una altura de 25 a 30 cm, dejando solo una planta la más vigorosa con la finalidad de evitar competencia.

Control de malezas.

Durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo se mantuvo libre de malezas utilizando el método manual.

Cubrimiento de capítulos.

Se realizó cuando el 50% o mas del total de los capítulos llegaron a la etapa de madurez fisiológica, fueron cubiertos con bolsas de papel esto con la finalidad de evitar daños ocasionados por pájaros.

3. 5.- Muestreos.

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo se realizó la toma de datos en cuatro etapas del cultivo las cuales son: botón floral (BF), floración (FL), madurez fisiológica (MF) y cosecha (COS) en donde se evaluaron diferentes variables.

3.6.- Las Variables de Estudio.

- 1.- Materia Seca (por órganos y total).
- 2.- Área foliar.
- 3.- índice de área foliar (IAF)

- 4.- Altura de planta.
- 5.- Diámetro de Tallo.
- 6.- Diámetro de Capítulo.
- 7.- Rendimiento de grano.
- 8.- Peso de 1000 semillas.
- 9.- Por ciento de semilla vana.
- 10.- Peso de semilla vana.
- 11.- Contenido de aceite (%).
- 12.- Contenido de proteína.

Además se monitorearon los datos de clima: temperatura, precipitación y evapotranspiración. También se calcularon las unidades calor acumuladas para alcanzar cada uno de los estadíos observados de acuerdo con Jaffar et al. (1993). CETIOM – AFNOR, (1986).

Área Foliar.

El área foliar fue estimada por un método no destructivo durante los diferentes estadíos de desarrollo del girasol, se seleccionaron dos plantas representativas por parcela esto se realizó cuando el 50 % de las parcelas se encontraban en cada estadio. Para la obtención del área foliar se utilizó la siguiente formula, de acuerdo con Bustamante (1987).

$$SF = N_i / 2 \times [S_1 + S_2] + N_s / 2 \times [S_1 + S_3]$$

Donde:

SF = Superficie foliar (cm²).

N_i = Número de hojas verdes por debajo de la más grande.

N_s = Número de hojas verdes por arriba incluyendo la más grande.

S₁ = Superficie de la hoja más grande.

S₂ = Superficie de hoja verde más baja.

S₃ = Superficie de la hoja más pequeña.

La superficie de las hojas (S_1, S_2, S_3) se estimó midiendo el largo y ancho de cada hoja, el producto de estas dos medidas se multiplicó por el coeficiente 0.7.

Índice de área foliar (IAF).

Para obtener el índice de área foliar se divide el área foliar por planta entre la superficie que esta ocupa en el terreno y la fórmula que se utilizó es la siguiente.

$$IAF = (AF) / (At) = (AF) / (D_s \times D_p)$$

Donde:

IAF = índice de área foliar.

AF = Área foliar por planta en cm^2 .

At = Área total ocupada por la planta en el terreno (cm^2).

D_s = distancia entre surcos en cm.

D_p = Distancia entre plantas en cm.

Materia seca (por órganos y total).

Se evaluó durante los diferentes estadios fenológicos del cultivo. De cada una de las parcelas se tomaron cuatro plantas en cada uno de los estadios y se llevaron al laboratorio, en donde se separaron en sus diferentes órganos y se colocaron en bolsas de papel y enseguida se metieron en una estufa de secado a 70°C durante 72 horas hasta llegar a peso seco, posteriormente se pesaron en una balanza semianalítica para así obtener el peso seco.

Altura.

En cada parcela se tomaron las medidas de cuatro plantas desde la base del tallo hasta la parte apical en cada uno de los estadíos del cultivo.

Diámetro de capítulo.

Esta medición se realizó a partir de la formación del botón floral. Se realizaron 2 mediciones opuestas con un vernier en cada una de las cuatro plantas seleccionadas de cada parcela, el resultado final fué el promedio de ambas mediciones.

Diámetro de tallo.

Esta medición se efectuó desde la base del suelo en cada una de las cuatro plantas de cada parcela del experimento.

Rendimiento de grano.

Se realizaron dos muestreos uno en la etapa de madurez fisiológica y el otro en la cosecha, en donde se muestrearon las plantas de 0.6 m², las cuales se transportaron al laboratorio en donde se separaron sus diferentes órganos, y los capítulos se desgranaron, a la semilla se le determinó la humedad de campo. Se tomaron 15 gr por duplicado colocándose en la estufa a 103° por 16 horas con esta humedad se ajustó el rendimiento de grano en base a la siguiente formula.

$$RA = (Rto P. E) (100 - \% H) / 100 - \% H \text{ estándar } (8\%)$$

Donde:

RA = Rendimiento ajustado.

Rto P.E = Rendimiento de la parcela experimental en gr.

% H = Humedad del grano en por ciento

Peso de 1000 semillas.

Para obtener el peso de 1000 semillas se juntaron las 3 plantas por parcela, se homogenizaron, se realizó el conteo y se pesaron en una balanza.

Porcentaje de semilla vana.

De la muestra de grano se separó la semilla vana de la llena y en base al total del peso de la muestra se obtuvo el porcentaje de semilla vana.

Peso de semilla vana.

Para obtener el peso de la semilla vana, esta se separó de la llena y se pesó en forma separada.

Contenido de aceite.

Los granos se molieron en madurez fisiológica y cosecha, se homogenizaron y se pesaron 5 gr de grano por duplicado y se colocaron en el extractor soxhlet utilizando hexano como disolvente de extracción de grasas, con los resultados obtenidos se calcula el contenido de aceite (%).

Contenido de proteína.

Del grano cosechado se tomó 1 gr por duplicado, este se molió y se le agregó ácido sulfúrico y mezcla reactiva de selenio, la reacción se efectuó en un aparato digestor – destilador kjeldahl en donde se realizó la digestión de la muestra en seguida la muestra se destiló utilizando ácido bórico al 4% y finalmente se realizó la titulación del Nitrógeno mediante ácido clorhídrico 0.1 normal. Con los resultados obtenidos se calculó el contenido de nitrógeno (%). Este resultado multiplicado por el factor de 6.25 proporciona el contenido de proteína cruda (%) de la muestra.

Calculo de Unidades calor Acumuladas.

Para calcular las unidades calor en cada uno de las diferentes estadios del cultivo se utilizo la siguiente formula.

$$UC = [\sum T^{\circ} C \text{ Max} + T^{\circ} C \text{ Min}] - 7.2^{\circ} C / 2$$

Donde:

7.2°C = es la temperatura critica o base para el girasol.

3. 7.- Análisis de Datos.

Los datos se analizaron por análisis de varianza utilizando el paquete de diseños experimentales de la UANL, al igual que para los análisis de comparación de medias.

3.8.- Modelo Para el Analisis.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observación del efecto de la i – ésima variedad en la j – ésima repetición.

μ = Media general.

α_i = efecto de la i- esima variedad.

β_j = efecto de la j- esima repetición.

ϵ_{ij} = efecto del error experimental.

i = 1,2,3,..... variedad.

j = 1,2,3, ----- repetición.

Cuadro 3.1 Forma del análisis de varianza utilizado para cada carácter estudiado.

FV	GL	CM	Σ CM
Bloques	$(r - 1)$		
Variedad	$(t - 1)$	M2	$\delta^2 e + \delta^2 V$
Error	$(r - 1)(t - 1)$	M1	$\delta^2 e$
Total	$T r - 1$		

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.- Condiciones Climáticas.

Las condiciones climáticas que se presentaron durante el ciclo del cultivo para los meses de julio a noviembre del 2003 fueron las que se describen en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Temperatura y precipitación presentada durante los meses de desarrollo del experimento de girasol.

Mes	Temperatura °C			Precipitación (mm)
	Máx.	Min.	Media	
Julio	29.0	12.0	20.2	51.4
Agosto	31.0	12.0	20.4	51.3
Septiembre	27.0	10.0	18.5	47.2
Octubre	27.0	3.0	15.7	45.0
Noviembre	27.0	- 2.0	15.4	3.2

4.2.- Unidades Calor Acumuladas.

Las unidades calor acumuladas durante el ciclo del cultivo son las que se presentan en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Unidades calor acumuladas, precipitación y evaporación presentadas durante los estadios de desarrollo del girasol.

Estadio	UCA (°C)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)
Botón Floral	428.6	117.5	228.98
Floración	1113.1	166.3	319.00
Madurez Fisiológica	1865.5	108.2	152.93
Cosecha	3530.7	3.2	102.62
Total	3530.7	395.2	663.51

4.3.- VARIABLES EVALUADAS.

Los análisis de varianza de las diferentes variables evaluadas se resumen en el cuadro 4.3 y la prueba de medias en el cuadro 4.4 respectivamente (figuras en las paginas 33 a 40).

4.3.1 Materia seca (MS)

El ANVA para esta variable en el estadio de botón floral mostró que existe una diferencia significativa entre variedades ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 16.3 % el cual es aceptable para las pruebas de campo. La prueba de DMS al 0.05 demostró que la variedad Blend oil (Fig. 4.3) presentó el más alto rendimiento con 422.4 kg ha^{-1} , la variedad Primavera Z (Fig. 4.2) fue estadísticamente similar a ésta con 371.4 kg ha^{-1} . Las variedades Primavera 1 (Fig. 4.1) y compuesto 1 (Fig. 4.4) fueron similares entre sí, pero inferiores a los otros dos materiales, reportando 318.4 kg ha^{-1} y 301.1 kg ha^{-1} respectivamente. Para los demás estadios que son floración, madurez fisiológica y cosecha no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos. A la cosecha los rendimientos fluctuaron entre 13.1 y 16.1 ton ha^{-1} .

4.3.2 Área foliar (AF).

El ANVA demostró que no hay una diferencia significativa $p \leq 0.05$ entre las variedades en los tres estadíos evaluados, pero los valores promedios mostraron que la variedad Blend oil sobresalió en el estadio de madurez fisiológica con una AF de $6983.87\text{cm}^2 / \text{pta}$ (Fig. 4.5) seguidas de las variedades Primavera 1, Compuesto 1 y por último Primavera Z con una AF de $4998.48\text{cm}^2/\text{pta}$, $4825.97\text{cm}^2/\text{pta}$, $3463.16\text{cm}^2 / \text{pta}$ respectivamente.

4.3.3 Índice de Área Foliar (IAF).

Al igual para esta variable no existen diferencias significativas entre los tratamientos sobresaliendo la variedad Blend oil en el estadio de madurez fisiológica con un IAF de 3.43 (Fig.4.6), seguidas de las variedades primavera 1, compuesto 1 y por ultimo lugar la Primavera Z con 2.49, 2.41 y 1.73 respectivamente. Para los estadíos de BF, FLO. Las variables son estadísticamente similares por lo que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

4.3.4 Altura de planta (AP).

Para la variable altura de planta el ANVA demostró que no existen diferencias significativas entre variedades en los cuatro estadíos evaluados. A la madurez fisiológica las plantas alcanzaron una altura que fluctuó entre 239 cm y 242 cm (Fig 4.7).

4.3.5 Diámetro de tallo (D.T.)

El ANVA demostró que en el estadio de botón floral existe una diferencia altamente significativa $p \leq 0.01$ entre variedades con un coeficiente de variación de 6.84, la prueba de medias (DMS 0.05) demostró que la variedad Blend oil fue la que presentó el mayor diámetro de tallo con 1.15 cm

(Fig. 4.8) estadísticamente similar a la variedad Primavera Z con 1.13 cm y las variedades inferiores fueron Primavera 1 y Compuesto 1 con 1.02 y 0.98 cm respectivamente. En los demás estadios floración, madurez fisiológica y cosecha no existen diferencias significativas entre variedades.

4.3.6 Diámetro de capítulo (D.C).

Para esta variable no existen diferencias significativas, excepto en el estadio de madurez fisiológica $p \leq 0.05$. La prueba de medias demostró que la variedad que obtuvo mayor diámetro de capítulo fue la variedad Compuesto 1 con 22 cm (Fig 4.9) seguida de las variedades Blend oil con 20.65 cm, Primavera Z con 20.34 cm y Primavera 1 con 19 cm.

4.3.7 Rendimiento de grano (Rto G).

El ANVA demostró que no existen diferencias significativas entre las variedades, pero los valores promedio muestran que la variedad Compuesto 1 presentó el rendimiento más alto (Fig 4.10) en el estadio de madurez fisiológica con $4.315 \text{ ton ha}^{-1}$, seguida de las variedades Primavera Z, Blend oil y Primavera 1 con $4.219 \text{ ton ha}^{-1}$, $4.054 \text{ ton ha}^{-1}$ y $3.118 \text{ ton ha}^{-1}$ respectivamente. En Cosecha el ANVA tampoco demostró diferencias significativas y los valores promedio fluctuaron entre la que obtuvo el mayor rendimiento de grano que fue la variedad Blend oil con 3.95 ton ha^{-1} , seguida de las variedades Primavera 1 con 3.96 ton ha^{-1} , Compuesto 1 con 3.75 ton ha^{-1} y en último lugar fue la variedad Primavera Z con 3.72 ton ha^{-1} , respectivamente.

4.3.8 Porcentaje de semilla vana (%).

Para esta variable el ANVA demostró que no hay una diferencia significativa entre las variedades. Los valores a la cosecha fluctuaron entre 2.72 % y 4.06 % (Fig. 4.11) los cuales indican que en estos materiales hubo buen llenado de grano.

4.3.9 Peso de semilla vana (PSV).

Para esta variable el ANVA demostró que no hay una diferencia significativa entre las variedades, ya que estadísticamente son similares en la prueba de medias. Aunque en la prueba de medias la que obtuvo el mayor peso de semilla vana fue la variedad Primavera Z (Fig. 4.12), con 175 g. en cosecha.

4.3.10 peso de mil semillas (PMS).

Para esta variable el ANVA demostró que no hay una diferencia significativa entre las variedades, ya que estadísticamente son similares en la prueba de medias. Los valores medios de esta variable evaluada fueron de 58.77 gr. a 61.5 gr. se pueden considerar altos (Fig. 4.13) en cosecha.

4.3. 11 Contenido de aceite (%).

El ANVA demostró que sí hay diferencias significativas $p \leq 0.05$ entre las variedades, sobresaliendo en la prueba de medias la variedad Blend oil con un 40.53 % de aceite en cosecha, (Fig. 4.14) seguida de las variedades Primavera 1 y Primavera Z con 39.17 % y 35.95 % respectivamente y la que ocupó el último lugar fue la variedad Compuesto 1 con 25.77 % de aceite.

4.3.12 Contenido de proteína (%).

En esta variable el ANVA no presentó una diferencia significativa entre variedades. Pero los valores promedios fluctuaron entre 25.34 % a 18.8 % respectivamente, mostrando que la variedad Blend oil presentó el promedio más alto (Fig 4.15).

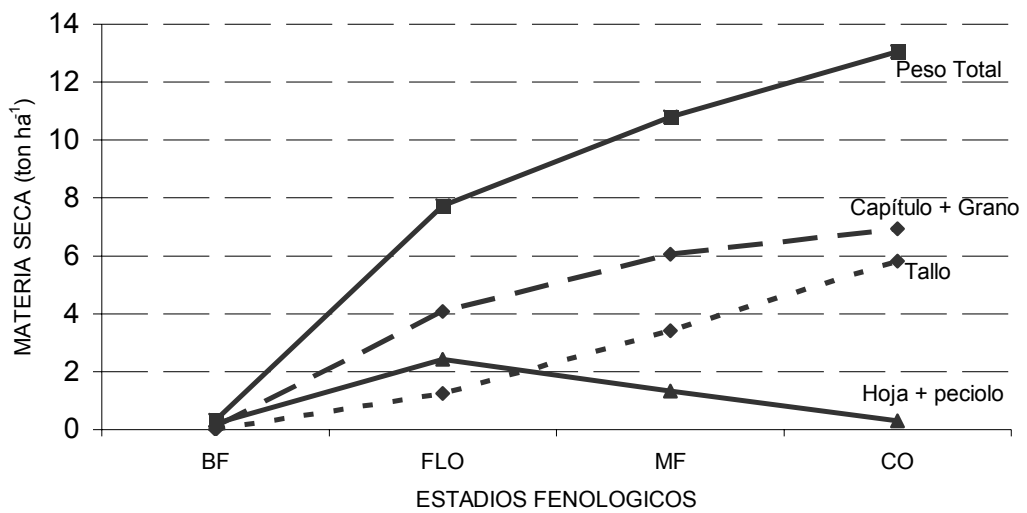


Figura 4.1 Materia seca (ton ha⁻¹) total y por órgano de la planta de la variedad Primavera 1 evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo.

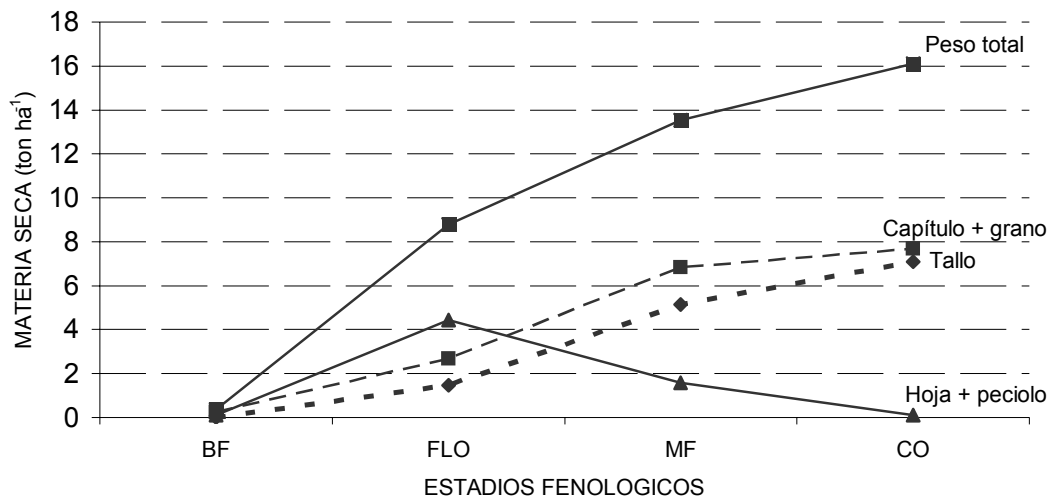


Figura 4.2 Materia seca (ton ha⁻¹) total y por órgano de la planta de la variedad Primavera Z evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo.

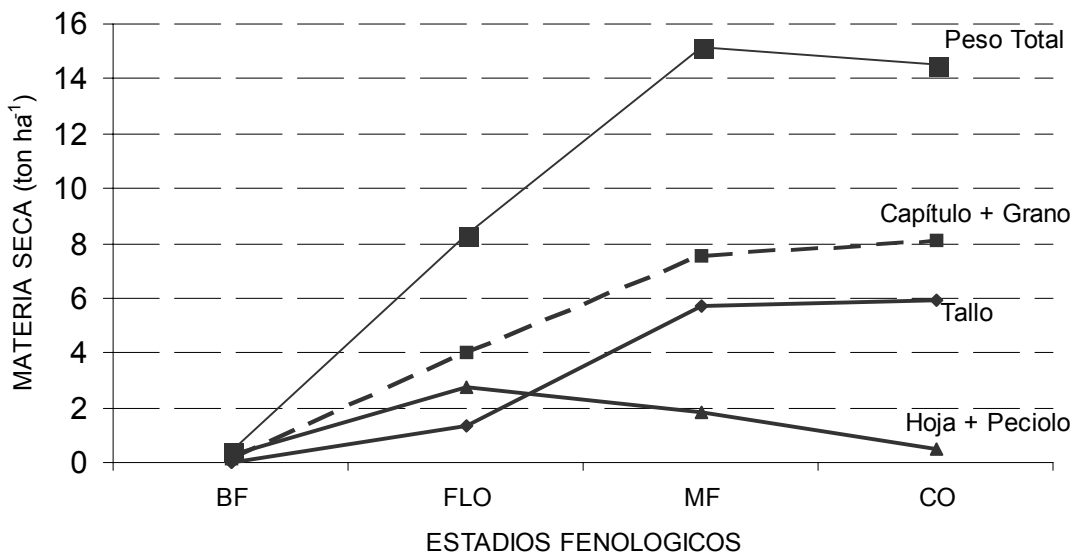


Figura 4.3 Materia seca (ton ha⁻¹) total y por órgano de la planta de la variedad Blend oil, evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo.

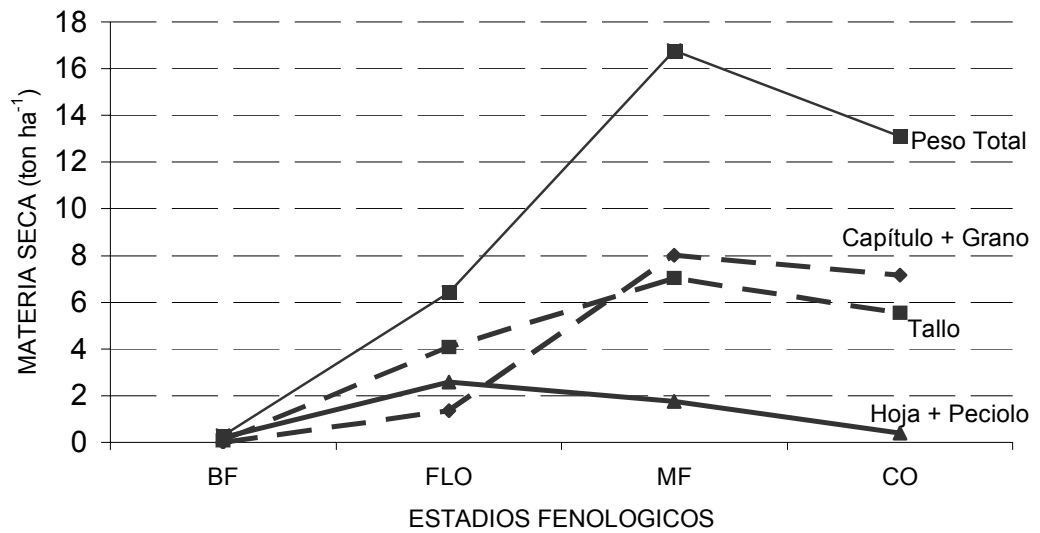


Figura 4.4 Materia seca (ton ha^{-1}) total y por órgano de la planta de la variedad Compuesto 1, evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo.

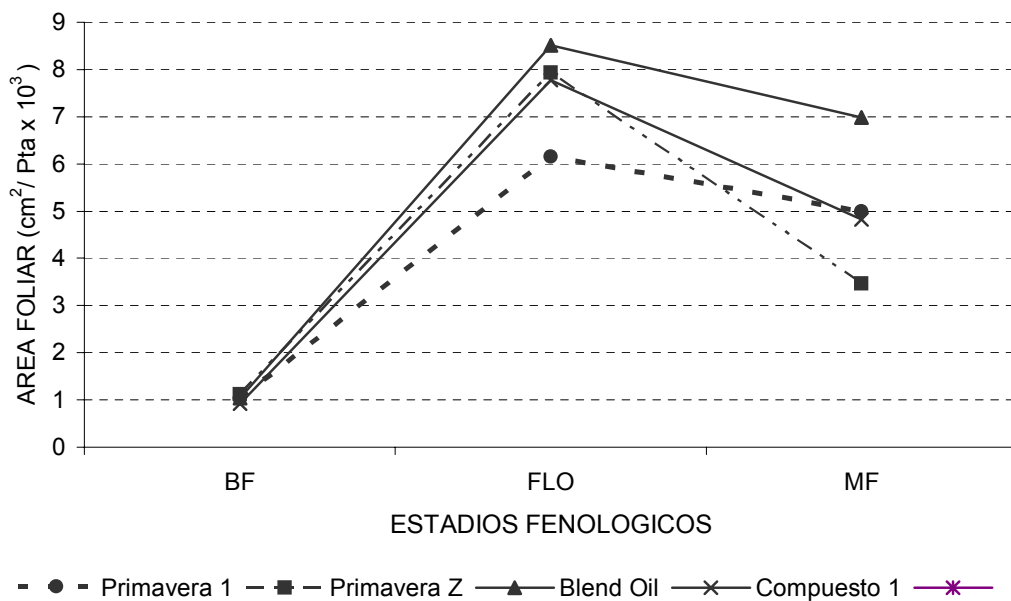


Figura No. 4.5 Área foliar (cm^2) / pta, evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo de las cuatro variedades de girasol.

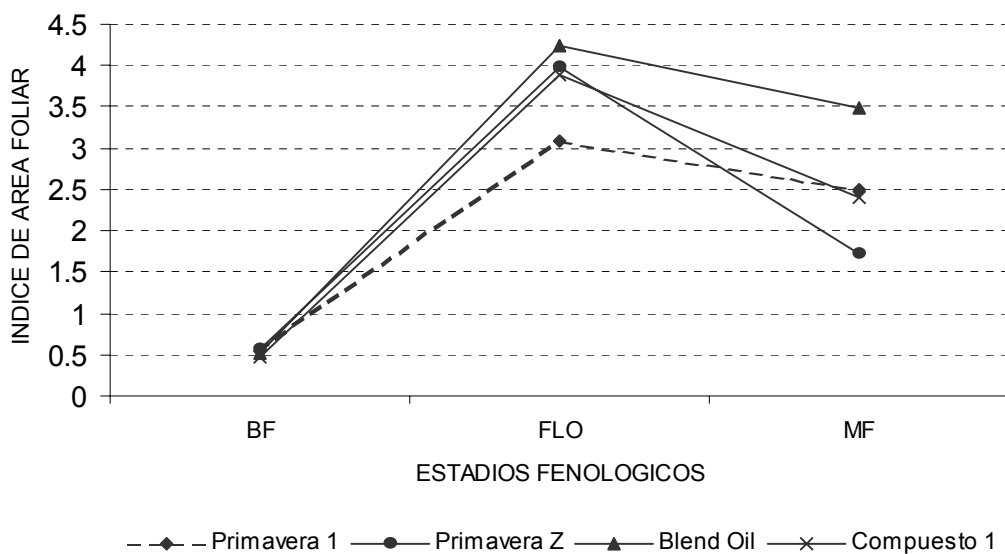


Figura 4.6 I. A .F de las cuatro variedades de girasol evaluada en diferentes estadios fenológicos del cultivo.

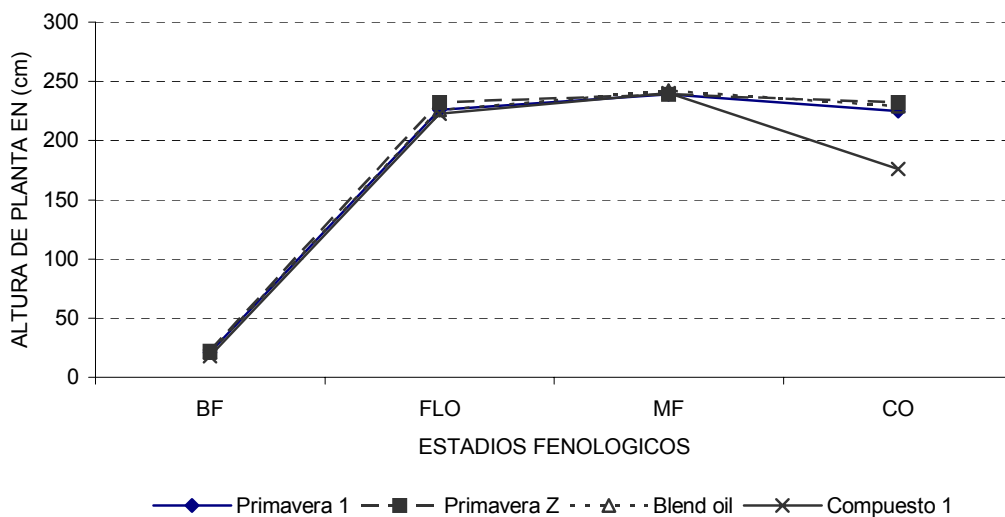


Figura 4.7 Altura de planta (cm) en las cuatro variedades de girasol evaluadas en los diferentes estadios fenológicos del cultivo.

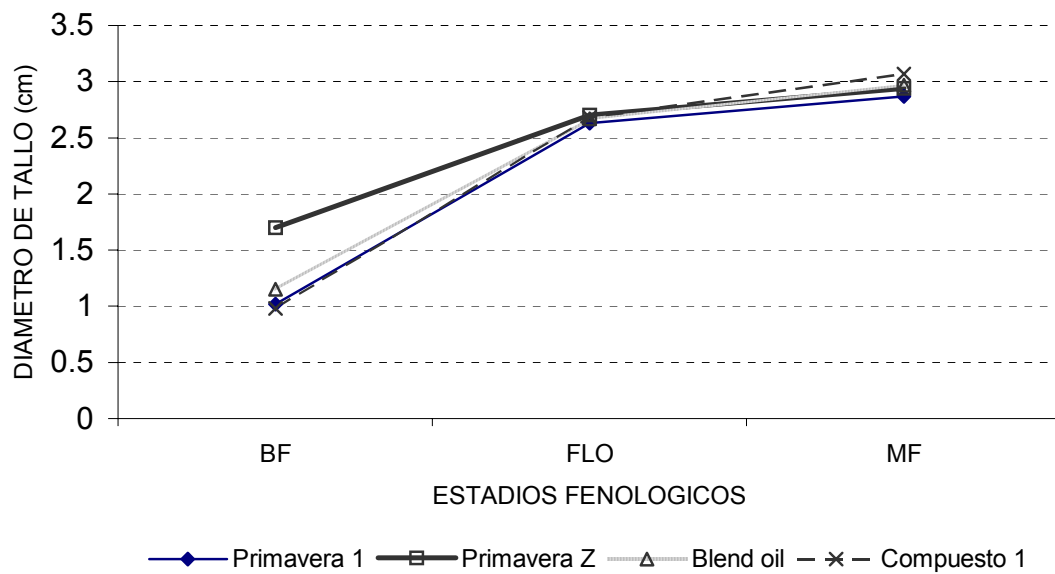


Figura 4.8. Diámetro de tallo (cm) en las cuatro variedades de girasol evaluadas en los diferentes estadios fenológicos del cultivo.

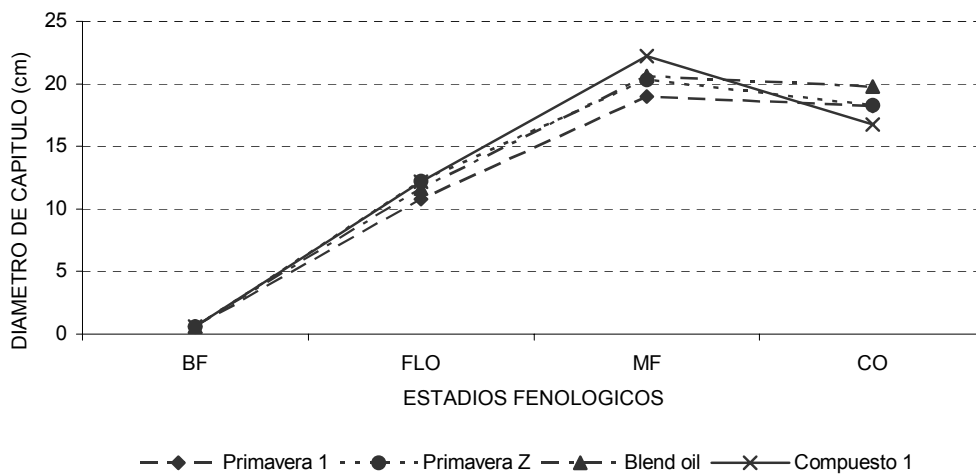


Figura 4.9. Diámetro de capítulo (cm) en las cuatro variedades de girasol evaluadas en los diferentes estadios fenológicos del cultivo.

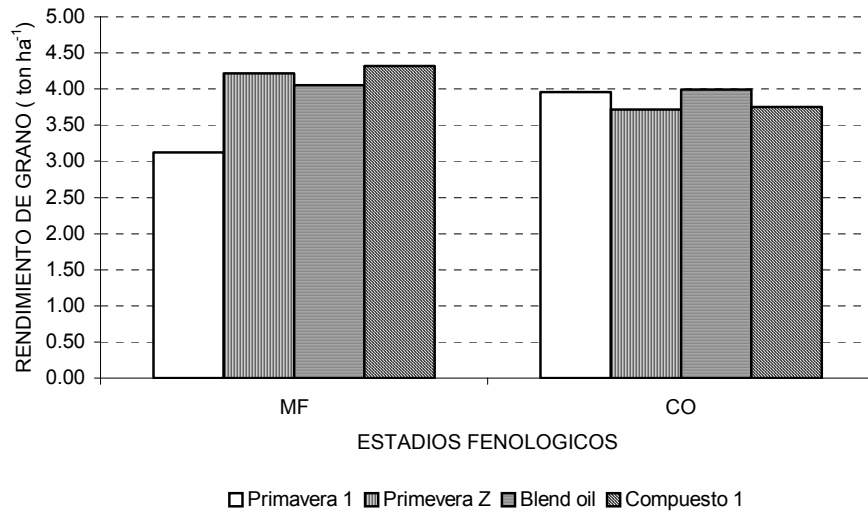


Figura 4.10. Rendimiento de grano (ton ha⁻¹) en madurez fisiológica y en cosecha para las cuatro variedades de girasol.

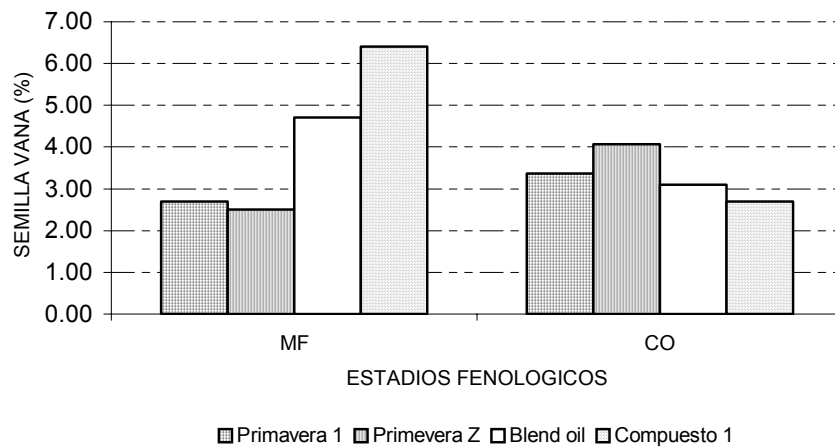


Figura 4.11 Por ciento (%) de semilla vana de las cuatro variedades evaluadas.

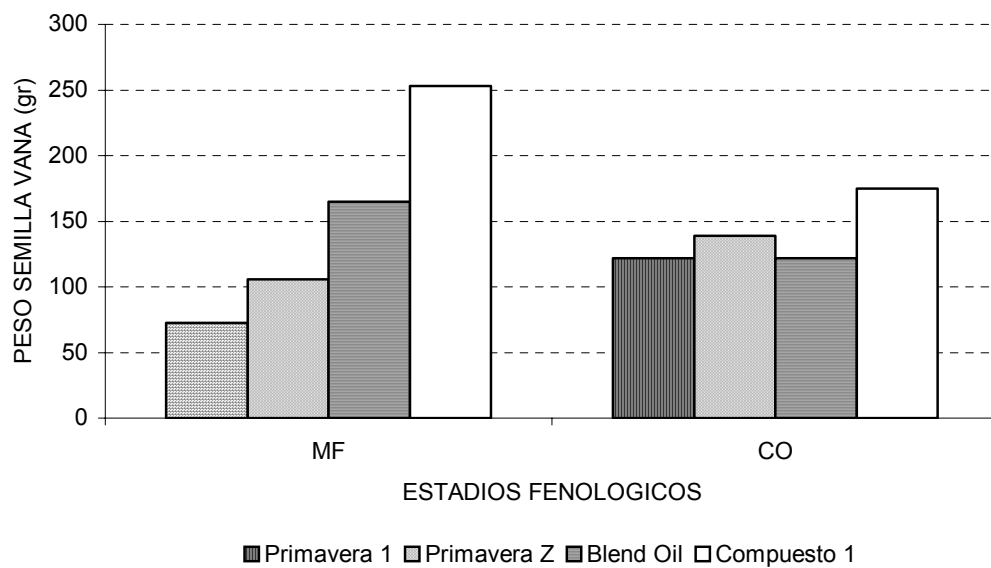


Figura 4.12 Peso de semilla vana de las cuatro variedades evaluadas.

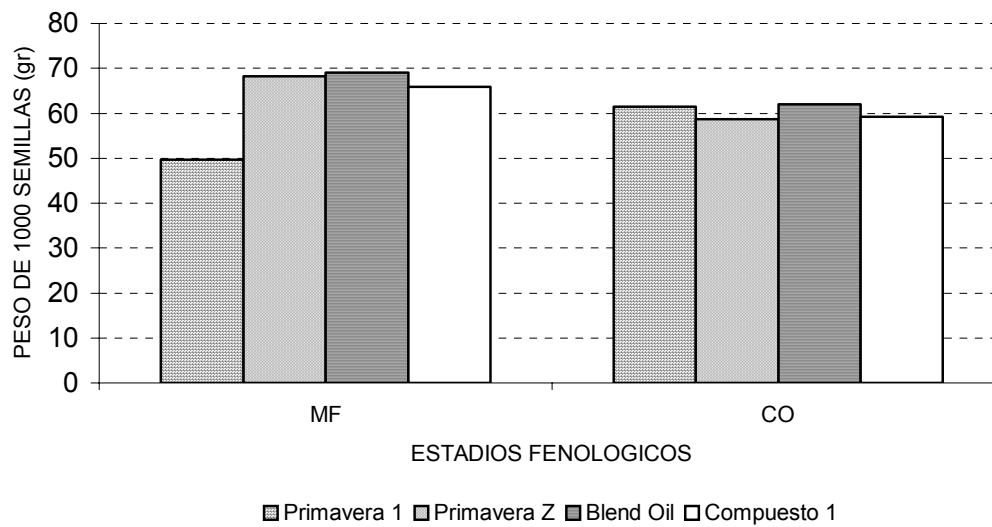


Figura No. 4.13 peso de mil semillas de las cuatro variedades evaluadas.

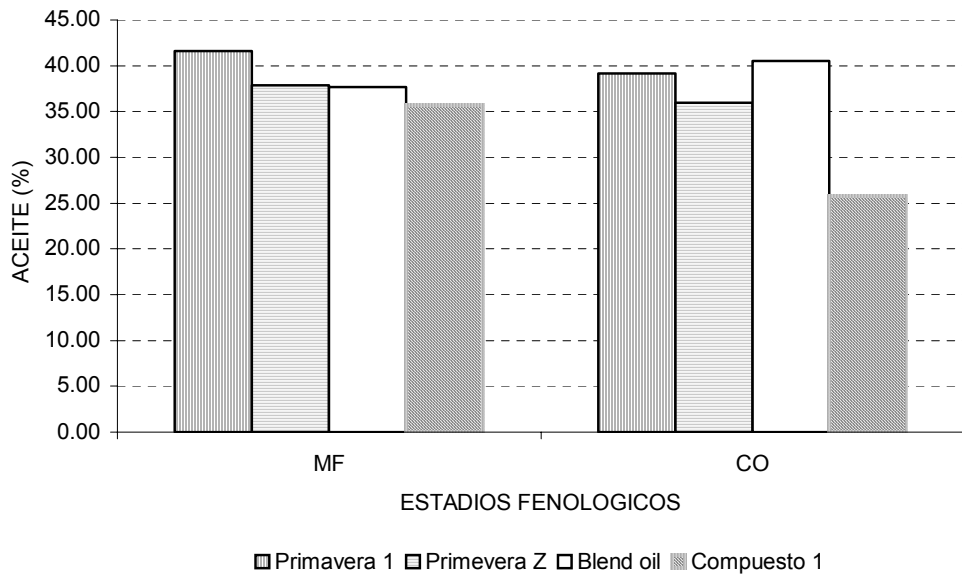


Figura 4.14 Contenido de aceite (%) de las cuatro variedades evaluadas en madurez fisiológica y cosecha.

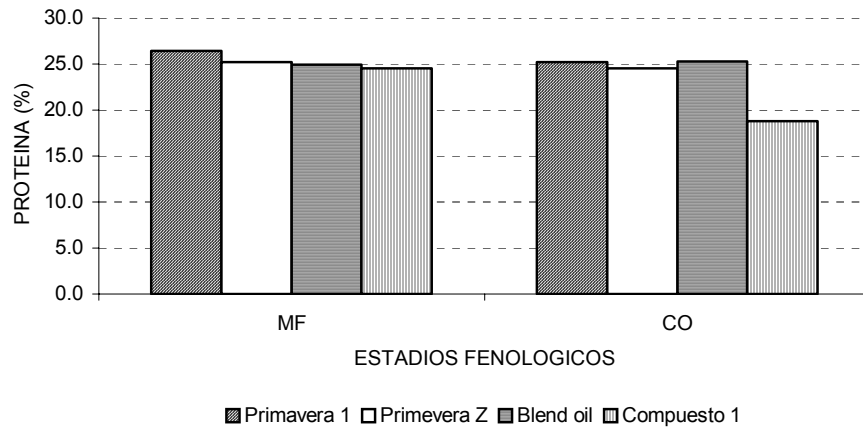


Figura 4.15 Contenido de proteína (%) de las cuatro variedades evaluadas en madurez fisiológica y cosecha.

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancia estadística para las variables en estudio en los distintos estadíos fenológicos del cultivo de girasol.

BOTON FLORAL.

FV	G L	PBF	PH	Pp	Pt	MST	AF	IAF	D.C	D.t	AP
TRA T	3	5.47 NS	3290 *	1221 NS	1544.2 8 *	15072. 28 *	32232.6 6 NS	0.007 NS	0.0007 NS	0.033 **	13.409 NS
BLO Q	4	6.00 NS	2285. 75*	766.26 NS	11436. 54 *	78431 * *	317347 **	0.079 **	0.002 **	0.062 **	1452.2 3 **
ERR OR	1 2	6.69 NS	713.3 1 *	480.98 NS	406.30 *	3247.6 8 *	50893.3 3 NS	0.012 *	0.003 **	0.005 **	4.597 NS
C.V (%)	5	91.7 5	13.1	55.42	18.83	16.13	21.94	21.72	9.7	6.84	10.52

FLORACION.

FV	GL	PCG	PH	Pp	Pt	MST	AF	IAF	D.C	D.t	AP
TRAT	3	53169NS	52666.7 NS	5986 NS	157312 NS	5283413 NS	5147690 NS	1.27 NS	2.29 NS	0.004 NS	0.008 NS
BLOQ	4	137367 NS	191782 NS	43233 NS	151432 NS	2759232 NS	1950880 NS	0.47 NS	2.34 NS	0.026 NS	0.007 NS
ERROR	12	91902 NS	117683 NS	55106 NS	32557 NS	40511882 NS	2065333.4 NS	0.51 NS	1.06 NS	0.049 NS	0.005 NS
C.V (%)		22.57	17.95	33.70	13.72	25.77	18.92	18.90	8.79	8.27	3.40

MADUREZ FISIOLÓGICA

FV	G L	PCG	PH	Pp	Pt	MST	AF	IAF	D.C	D.t	AP
TR	3	17961	16690	7504	10258	326019	63094	1.5	8.6	0.03	0.000

AT		024 *	NS	7.8 *	77 NS	42 NS	82NS	7 NS	3 *	NS	9 NS
BL OQ	4	65027 36 NS	15802 4 NS	9920 0 **	25585 92 NS	222492 80 NS	25915 68 NS	0.6 4 NS	4.6 9 NS	0.10 NS	0.034 NS
ER RO R	1 2	39802 34 NS	18448 3 NS	2210 3 *	27773 17 NS	114898 35 NS	20871 68 NS	0.5 2 NS	2.3 1 NS	0.07 NS	0.026 NS
C.V (%)		35.7	35.04	33.4 4	24.8	24.10	28.5	28. 5	7.4 1	9.28	6.83

FV	GL	PSV	%SV	PMS	RG	%A	%P
TRAT	3	31395.52 NS	17.17 NS	413.73 NS	1510709 NS	29.9 *	3.25 NS
BLOQ	4	11335.42 NS	8.17 NS	81.95 NS	599920 NS	1.40 NS	4.45 NS
ERROR	12	11063.16 NS	8.65 NS	178.56 NS	663914.68 NS	8.84 NS	2.08 NS
C.V (%)		70.58	71.98	21.14	20.75	7.77	5.72

Continuación.

COSECHA.

FV	GL	PCG	PH	Pt	MST	D.C	AP	PSV	%SV
TRAT	3	270597 NS	56052.9 NS	6497685NS	10395136NS	7.67 NS	0.35 NS	377.34 NS	1.58 NS
BLOQ	4	10604864 NS	249969 NS	9855072 NS	51028416 NS	44.75 NS	0.12 NS	8689 * NS	3.81 NS
ERROR	12	8571610 NS	45002.9 NS	11562048 NS	37164224 NS	20.49 NS	0.30 NS	2544.75 NS	2.00 NS
C.V (%)		66	49	48	43	24.80	25.81	39.85	42.70

FV	GL	PMS	RG	%A	%P
TRAT	3	12.75 NS	0.099 NS	222.6 *	48 NS
BLOQ	4	480 NS	2.165 NS	67.46 NS	28.81 NS
ERROR	12	579 NS	1.959 NS	56.15 NS	29.62 NS
C.V (%)		39.84	36.24	21.19	23.22

*, **, NS; significativo al 0.05, 0.01, respectivamente y no significativo.

F.V = fuente de variación; G.L = grados de libertad; C.V = coeficiente de variación;

PBF = peso de botón floral; PHP = peso de hoja y pecíolo; Pt = peso de tallo;

PT = Materia seca total; AF = área foliar; IAF = índice de área foliar;

D.C = diámetro de capitulo; D.t = diámetro de tallo; AP = altura de planta;

PCG = peso de capitulo + grano; PSV = peso de semilla vana; %

SV = porcentaje de semilla vana; PMS = peso de mil semillas;

= rendimiento de grano; %A = porcentaje de aceite; %P = porcentaje

de proteína.

Cuadro 4.4 Valores medios de las características evaluadas durante el desarrollo fenológico del cultivo de las cuatro variedades de girasol.

BOTON FLORAL.

Variedad	PBF kg ha ⁻¹	PHp kg ha ⁻¹	Pt kg ha ⁻¹	PT kg ha ⁻¹	AF cm ²	IAF	D.C cm	D.t cm	AP cm
Primavera 1	2.23 a	211.6 b	104.2 a	318.42 ab	1034.5 8 a	0.55 a	0.62 a	1.02 a	20.79 a
Primavera Z	1.88 a	250.1 ab	119.5 a	371.48 ab	1116.1 6 a	0.55 a	0.61 a	1.70 a	21.88 a
Blend oil	2.92 a	298.4 a	121.0 a	422.42 a	1040.5 8 a	0.51 a	0.59 a	1.15 a	20.76 a
Compuesto 1	4.25 a	213.7 b	83.2 a	301.14 b	921.33 a	0.46 a	0.59 a	0.98 a	18.04 a

FLORACION.

Variedad	PBF kg ha ⁻¹	PHp kg ha ⁻¹	Pt kg ha ⁻¹	PT kg ha ⁻¹	AF cm ²	IAF	D.C cm	D.t cm	AP cm
Primavera 1	1237.0 9 a	2425. 29 a	4075 a	7737.4 a	6149.4 7 a	3.08 b	10.79 b	2.63 a	226 a

Primavera	1482.0	2693.	4423	8776.7	7938.6	3.97	12.24	2.70 a	232 a
Z	0 a	68 a	a	a	8 a	ab	a		
Blend oil	1306.3	2727.	4052	8323.6	8516.1	4.25	11.61	2.67 a	226 a
	0 a	59 a	a	a	8 a	a	ab		
Compuest	1347.3	2586.	4079	6407.7	7774.7	3.88	12.20	2.68 a	223 a
o 1	0 a	09 a	a	a	9 a	ab	ab		

Continuación.

MADUREZ FISIOLÓGICA.

Variedad	PCG kg ha ⁻¹	PHp kg ha ⁻¹	Pt kg ha ⁻¹	PT kg ha ⁻¹	AF cm ²	IAF	D.C cm	D.t cm	AP cm	PSV	SV %
Primavera 1	3420. 7 b	1207 a	6049 .5 a	10790 .5 b	4998. 5 ab	2.49 ab	19.00 b	2.87 a	23 9 a	72.5 b	2.7 a
Primavera Z	5133. 5 b	1161 .5a	6831 .5 a	13541 ab	3463. 2 b	1.73 b	20.34 ab	2.94 a	23 9 a	105.5 b	2.5 a
Blend oil	5741. 1 ab	1235 .5a	7563 .5 a	15143 ab	6983. 9 a	3.49 a	20.65 ab	2.97 a	24 2 a	165.0 ab	4.7 a
Computo 1	8006. 5 a	1299 .5 a	7027 a	16785 a	4825. 9 ab	2.41 ab	22.20 a	3.07 a	24 0 a	253.0 a	6.4 a

PMS gr.	RG ton ha ⁻¹	A %	P %
49.71 b	3118 b	41.6 a	26.4 a
68.22 a	4219 ab	37.9 ab	25.2 a
69.03 a	4054 ab	37.7 ab	24.9 a
65.90 ab	4315 a	35.7 b	24.5 a

Continuación.....

COSECHA.

Variedad	PCG kg ha ⁻¹	PH kg ha ⁻¹	Pt kg ha ⁻¹	MST kg ha ⁻¹	D.C cm	AP cm	PS V gr	SV %	PM S gr	RG ton ha ⁻¹	A %	P %
Primavera 1	5822. 3 a	292. 3 a	694 3 a	130 58 a	18.24 a	22 5 a	12 2 a	3.37 a	61.5 0 a	3.96 a	39.17 a	25.2 a
Primavera Z	7092. 3 a	511. 5 a	767 3 a	161 04 a	18.28 a	23 2 a	13 9 a	4.06 a	58.7 7 a	3.72 a	35.95 ab	24.5 a
Blend oil	5891. 4 a	517. 5 a	813 8 a	145 47 a	19.76 a	22 9 a	12 2 a	3.10 a	62.0 2 a	3.99 a	40.53 a	25.3 a
Compu esto 1	7172. 3 a	409. 6 a	552 8 a	131 10 a	16.73 a	17 9 a	17 5 a	2.72 a	59.3 2 a	3.75 a	25.77 b	18.8 b

Medias en una columna con la misma literal son estadísticamente similares a la prueba de medias (DMS 0.05).

PBF = peso seco de botón floral; PHp = peso seco de hoja y pecíolo;

Pt = peso seco de tallo; PT = Materia seca total; AF = área foliar;

IAF = índice de área foliar; D.C = diámetro de capítulo; D.t =

diámetro de tallo; AP = altura de planta; PCG = peso de capítulo + grano;

PSV = peso de semilla vana; %SV = por ciento de semilla vana;

PMS = peso de mil semillas; RG = rendimiento de grano;
%A = por ciento de aceite; %P = por ciento de proteína.

V.- CONCLUSIONES

1. – Los cuatro materiales evaluados en las etapas de floración, madurez fisiológica y cosecha tuvieron resultados similares en producción de materia seca por órganos y total también en el Índice de Área Foliar, porcentaje de semilla vana, rendimiento de grano, contenido de aceite y contenido de proteína.
2. – El rendimiento de grano alcanzado por estos materiales superaron por más de una tonelada a los materiales evaluados en años anteriores en la UAAAN, por lo cual es importante continuar con evaluaciones de estos materiales en años futuros para probar si se mantienen con los mismos rendimientos.
3. – Los porcentajes de aceite y de proteína se mostraron elevados lo cual indica que estas variedades tienen una buena adaptación y potencial para su comercialización.

VI.- RESUMEN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta anual herbácea con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos. Es un cultivo cuya producción de grano se destina en su casi totalidad a la extracción de aceite y proteína, para el consumo humano, debido a la excelente calidad del aceite que se extrae de su semilla y de la demanda que se tiene de esta.

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la UAAAN unidad Saltillo, ubicado en Buenavista municipio de Saltillo Coahuila, los objetivos de esta investigación fueron: Evaluar la respuesta de cuatro variedades de girasol a las condiciones de Buenavista, mediante las mediciones de biomasa, diámetro de capítulo, diámetro de tallo, altura de planta, área foliar e índice de área foliar y cuantificar el rendimiento de materia seca, rendimiento de grano, contenido de aceite y contenido de proteína a través del ciclo de desarrollo en las cuatro variedades de girasol proporcionadas por el INIFAP del campo experimental sur de Tamaulipas. Por lo anterior con el propósito de lograr mejores conocimientos sobre las características de estas variedades se llevo a cabo diferentes tomas de datos durante el ciclo de desarrollo del cultivo, en donde se sembraron las cuatro variedades de girasol las cuales son: Primavera 1, Primavera Z, Blend oil y Compuesto 1, el experimento se llevó a cabo durante los meses de Julio a Noviembre del 2003, la siembra se efectuó bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos (variedades) y cinco repeticiones por tratamiento, se consideraron 12 variables en el estudio las que se mencionaron anteriormente, además se monitoreó la precipitación, la temperatura y la evaporación durante la fonología del cultivo para determinar unidades calor acumuladas en cada fase de desarrollo del cultivo.

Los resultados muestran que las variables estudiadas son diferentes en los primeros periodos de desarrollo del cultivo a medida que el ciclo fenológico cambia, las características morfológicas de la planta se empiezan a mantenerse similares en las cuatro variedades ya que los cuatro materiales evaluados en las etapas de floración, madurez fisiológica y cosecha tuvieron resultados similares de materia seca, rendimiento de grano. Índice de Área Foliar, porcentaje de semilla vana, contenido de aceite y contenido de proteína.

El mayor rendimiento de materia seca se presenta en el estadio de madurez fisiológica, al igual para rendimiento de grano, contenido de aceite, contenido de proteína sobresaliendo la variedad Blend oil en la mayoría de las variables estudiadas para la región de Buenavista Saltillo Coahuila, fue la Blend oil. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en este experimento son ensayos de materiales que se sembraron en un solo ciclo por lo que es necesario repetir el trabajo para observar como se comportan estas variedades en la región sur de Coahuila con el fin de que sean aprovechados y explotados como alternativa para aquellos agricultores que estén interesados en el cultivo del girasol.

VII.- BIBLIOGRAFÍA

- Alba, O.A. 1990. El girasol en México. Ediciones Mundiprensa. Madrid.
- Aguilar, L. G., Escalante, A. E., Rodríguez, M.T.G, Fucikousky, L. Z. 2002. Materia seca, rendimiento y corriente geofitoelectrica en girasol. Terra 20:277 - 284.
- Andrade, F. Sadras, V. 2000. Bases para el manejo del maíz girasol y soya. INTA. Balcarce FCA – UNMdP.
- Barón, J. E. 1992. A factor analysis of plant variables related to yield in sunflower water stress conditions. In Proceedings of the 13th International Sunflower Conference. Pisa Italy. 7 – 11 September. Pp. 531 – 538.
- Bustamante, E. 1997. Tesis de doctorado. Universidad Paul . Sabatier de Toulouse, Francia.
- CETIOM – AFNOR. 1986. L´analyse des granes oleagineuses. Ed. CETIOM. Paris, Francia.
- Cristóbal C. F. 1997. Estudio fisiológico de producción y calidad en dos ambientes de variedades de girasol de la UAAAN e INIFAP. Tesis Profesional ,UAAAN.
- Díaz, Z. M., Duarte, G.A., Plante, E. 2003. El cultivo de girasol. Gaceta Agrícola. Duarte y asociados. Asociación Argentina de girasol (ASAGIR).
- Díaz, Z. M. 2000. Manejando la nutrición mineral. Revista agromercado. Asociación Argentina de girasol (ASAGIR). Pp. 5
- Duffus, C. Y. Shaugter C.1980. Seeds and their Uses. Ed, John Willey and Sons. Chichester, England. first. Ed. pp. 154.

Escalante, J. A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del Girasol de humedad residual en función del Nitrógeno. *Terra* 17: 149 – 157.

Fernández, P. G., and Rincón, C. A. 1991. Potentialities and limitation of sunflower (*Helianthus annuus* L) in Venezuela. In proceedings of the 13th International Sunflower Conference. Pisa Italy, 7 – 11 September, pp 146 – 152.

Ferri, O., De Giorgio, O., Maiorama, R. 1992. Tournesol. Conditionnement et transformation des produits. CETIOM. Paris, Francia.

Gallegos, B.C.C. 1979. El cultivo de girasol en México. *Gaceta Agrícola*. Año 22, No. 637.

Gómez, S. D, Baldini, M, Turi, M., Espinoza, Z.C., González, A.A., Medina, S. O., González, E.D, 2002. FAO. *Crop. Res. Net. On sunflowers*, Report, Udini Italy. pp 131.141.

Hernán, E. E. 2003. Nutrición y Diagnostico de Nitrógeno en Girasol. INTA Balcarce FCA UNMdP.

Hernández, L. F y Orioli. G.A 1994. El idiotipo del girasol (*Helianthus annuus* L) *Agrociencia* 11: 87 – 98. Argentina.

Jaafar, M.N., L.R. Stone and D.E. Goodrum. 1993. Rooting depth and dry matter development of Sunflower. *Agronomy Journal* 85: 281 – 286.

Jinxian, Z. and Kirkham, M.B. 1993. Sap flow in a dicotyledon (sunflower) and monocotyledon (sorghum) by the heat – balance method. *Crop Science*. Pp 1106 – 1113.

Martinez, B.A. 1987. Photosynthesis et production de quelques especes cultives. Influence des diferentes conditions culturales. Thèse de Doctorat. Université Paul Subatier de Toulouse. Toulouse, Francia.

Merrien, A. 1986. *Cahier Technique Tournesol: Physiologie*. Ed. CETIOM, pp 47.

Merrien, A., Quinsac A, y Maisonnevus L. 1988. Variabilité de la teneur en proteines des graines de tournesol en relation avec L, etat protéique foliare. proc. 12th Inter. Sunf. Conf. Novi – Sad. Yugoslavia. pp. 158 – 159.

Montese A, Medan D. 1988. Base estructural y dinámica de la acumulación de lípidos en girasoles (*Helianthus annuus* L.) con granos de diferentes rendimientos. Dpto. de Ecología. Facultad de Agronomía.

Ortega, R. C. Ochoa, B. R. 2003. El girasol Mexicano. Revista claridades Agropecuarias. Numero 120. Agosto 2003 .p 6.

Ortegón, M. A. S. 1993. El girasol. Editorial Trillas, México. Págs. 15 – 54.

Ortegón, M. A. S. 2004. Guía para la producción de girasol en el norte de Tamaulipas. Folleto para productores No. 15. Centro de investigación regional del noreste. pp. 15.

Olalde, G.V.M, Escalante J.A. Estrada, P, Sánchez, G.L, Tijerina, Ch. Engleman C, y Mastache, A.A. 2000. Eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno, y rendimiento del girasol, en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. Terra 18: 51 – 59.

Robles, S.R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Ed. Limusa. México. Págs. 434 – 437.

Robles, S.R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. Segunda edición. Editorial Limusa. México. Págs. 431 – 498.

Rodríguez, D.M.M, Zubillaga, E.L, Plaschuk, W.G, Keltjens, J. Gordian and R.S. Lavado. 1998. Leaf area expansion an assimilate production in sunflowers (*Helianthus annuus* L) growing under low phosphorus conditions. Plant and Soils. 202: 133 – 147.

Sandras, V.D. and Villalobos, F.J. 1992. A non-destructive method to determine floral initiation in sunflower. In proceedings of the 13th International Sunflower Conference. Pisa Italy. 7 – 11 September. Pp. 635-639.

Sarmah, P.C, Katyal S.K, y Faroda A.S. 1994. Response of Sunflowers (*Helianthus annuus* L) cultivars to fertility level and plant population. Indian J. Agron. 39: 76 – 78.

Sheriff, N.M., Appaudari, R., Rangasamy, M. 1986. Parent of spring relation ship in sunflower (*Helianthus annuus* L). Pantnagar Journal of research. 2:147 – 149.

Sosa, L.J; H. Echeverría y L. Agirrezabal. 1994. evaluación de la Nutrición nitrogenada de girasol cultivado en Balcarce Buenos Aires Argentina. Ciencia del suelo 17: 20 – 26.

Stanley, K.H. and Lascano, J.R. 1995. Estimation of Leaf Area for Cotton Canopies Using the LI-COR LAI-2000 Plant Canopy Analyzer. Agronomy Journal. Pp. 458 – 463.

Tocagni, H. 1980. El Girasol. Ed. Albatros Buenos Aires Argentina.

Tollenar, M. and Bruselma T.W. 1988. Efficiency of maize dry matter production during of complete leaf area expansion. Agronomy Journal. Vol. 80. pp. 580 – 585.

Valencia, S.F.R. 1992. Caracterización de 20 genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L) por su rendimiento, contenido y calidad de aceite, bajo tres condiciones ambientales, Revista Chapingo. UACH. Chapingo México. Pp 44 – 47.

APENDICE

Cuadro 1 A. Análisis de varianza para la variable Peso de hoja en el estadio de botón floral.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	9870.12	3290.04	4.6123	0.023 *
Bloques	4	91415.00	22853.75	32.0387	0.000
Error	12	8559.81	713.31		
Total	19	109844.93			

C.V. = 13.10%, * Significativo con $p \leq 0.05$ nivel de probabilidad.

Cuadro 2 A. Prueba de medias DMS 0.05 para la variable Peso de hoja en el estadio de botón floral.

Tratamientos	Media
Blend oil	236.0000 A
Primavera Z	213.1000 AB
Compuesto 1	184.1999 B
Primavera 1	182.1999 B

Cuadro 3 A. Análisis de varianza para la variable peso de tallo en el estadio de botón floral.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	4632.843750	1544.281250	3.8008	0.039*
Bloques	4	45746.187500	11436.546875	28.1477	0.000
Error	12	4875.656250	406.304688		
Total	19	55254.687500			

C.V. = 18.83%, * Significativo con $p \leq 0.05$ nivel de probabilidad.

Cuadro 4 A. Prueba de medias DMS 0.05 para la variable peso de tallo en el estadio de botón floral.

Tratamiento	Media
Blend oil	121.0400 A
Primavera Z	119.5000 A
Primavera 1	104.4000 AB
Compuesto 1	83.1900 B

Cuadro 5 A. Análisis de varianza para la variable peso total de la planta en el estadio de botón floral.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	45217.75	15072.58	4.6410	0.022*
Bloques	4	313724.00	78431.00	24.1498	0.000
Error	12	38972.25	3247.68		
Total	19	397914.00			

C.V. = 16.13%, * Significativo con $p \leq 0.05$ nivel de probabilidad.

Cuadro 6 A. Prueba de medias DMS 0.05 para la variable peso total de la planta en el estadio de botón floral.

Tratamientos	Media
Blend oil	422.4200 A
Primavera Z	371.4800 AB
Primavera 1	318.4290 B
Compuesto 1	301.1490 B

Cuadro 7 A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en el estadio de botón floral.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.100698	0.033566	6.2304	0.009**
Bloques	4	0.249472	0.062368	11.5765	0.001
Error	12	0.064650	0.005387		
Total	19	0.414820			

C.V. = 6.84%, * Significativo con $p \leq 0.05$ nivel de probabilidad

Cuadro 8 A. Prueba de medias DMS 0.05 para la variable diámetro de tallo en el estadio de botón floral.

Tratamiento	Media
Blend oil	1.1500 A
Primavera Z	1.1340 A
Primavera 1	1.0260 B
Compuesto 1	0.9820 B

Cuadro 9 A. Análisis de varianza para la variable diámetro de capitulo en el estadio de madurez fisiológica.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	25.894531	8.631511	3.7240	0.042*
Bloques	4	18.773438	4.693359	2.0249	0.154
Error	12	27.813477	2.317790		
Total	19	72.481445			

C.V. = 7.41%, * Significativo con $p \leq 0.05$ nivel de probabilidad

Cuadro 10 A. Prueba de medias DMS 0.05 para la variable diámetro de capitulo en el estadio de madurez fisiológica.

Tratamientos	Medias
Compuesto 1	22.2000 A
Blend oil	20.6500 AB
Primavera Z	20.3400 AB
Primavera 1	19.0000 B

Cuadro 11 A. Análisis de varianza para la variable peso de capitulo + grano en el estadio de madurez fisiológica.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	53883072	17961024	4.5126	0.024*
Bloques	4	26010944	6502736	1.6338	0.229
Error	12	47762816	3980234		
Total	19	127656832			

C.V. = 35.78% * Significativo con $p \leq 0.05$ nivel de probabilidad

Cuadro 12 A. Prueba de Medias DMS 0.05 para la variable peso de capitulo + grano en el estadio de madurez fisiológica.

Tratamiento	Media
Compuesto 1	8006.50 A
Blend oil	5741.10 AB
Primavera Z	5133.50 B
Primavera 1	3420.70 B

Cuadro 13 A. Análisis de varianza para la variable % de Aceite en cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	667.775391	222.591797	3.9637	0.035*
Bloques	4	269.847656	67.461914	1.2013	0.360
Error	12	673.892578	56.157715		
Total	19	1611.515625			

C.V. = 21.19%

Cuadro 14 A. Prueba de medias DMS 0.05 para la variable % de Aceite en cosecha

Tratamiento	Media
Blend oil	40.5290 A
Primavera 1	39.1740 A
Primavera Z	35.9520 AB
Compuesto 1	25.7710 B