

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**Evaluación de Diferentes Criterios de Fertirriego en Girasol Ornamental (*Helianthus annuus* L.) para Flor de Corte.**

POR:

*MARIO ALBERTO MORENO RAYA*

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Mayo del 2000.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Evaluación de Diferentes Criterios de Fertirriego en Girasol  
Ornamental (*Helianthus annuus* L.) para Flor de Corte.**

POR:

***MARIO ALBERTO MORENO RAYA***

TESIS

QUE SOMETE ACONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:

---

**M.C. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA  
PRESIDENTE**

---

**BIOL. MARIA EUGENIA DEMESA E.**  
VOCAL

**DR. ALONSO REYES LOPEZ**  
VOCAL

---

**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO**  
**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA.**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2000.

### AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por permitirme dar un paso más en mi camino, por dejarme ver cada nuevo amanecer, con ilusión, cariño y entereza, por mantener en mí la fe y brindarme una vida llena de oportunidades.

A mí **Mamá**, por darme el más grande cariño y amor en la vida, por la confianza y esperanza que siempre ha puesto en mí, por que mis tristezas y alegrías siempre serán tuyas, por esperarme siempre en casa con los brazos abiertos, por siempre hacerme sentir especial, por darme tu comprensión y por regalarme la vida!

A mí **Padre**, por regalarme a cada momento de mi vida gratos recuerdos, por darme tu comprensión y confianza en todos los pasos que he dado para mí formación y como persona, por servirme de ejemplo, por regalarme la vida!

A mis **hermanos**, por compartir muchos momentos en la vida, por regalarme esas sonrisas que me alientan siempre en seguir adelante, por compartir sus alegrías, por estar siempre en los grandes momentos de la vida junto a mí, en donde quiera que me encuentre.

A mí **sobrino**, por tu cariño, por tus pequeños detalles de persona grande, por la ternura que regalas, por tu pequeña sonrisa, por ser tú, futura ilusión.

A la familia **Raya González**, por ser ejemplo, por alentarme en mi formación, por brindarme su cariño y por compartir siempre tan gratos momentos.

A mí **Alma Terra Mater**, por haberme formado en sus aulas y la cual siempre considerare mi casa, por haberme dado abrigo en sus dormitorios.

Al M. C. **Leobardo Bañuelos Herrera**; por ser maestro y amigo, por compartir sus conocimientos, observaciones y sugerencias en la revisión de este trabajo.

A la Biol. Ma. **Eugenia Demesa Echeverría**; por sus observaciones y sugerencias durante la revisión de l presente trabajo.

Al Dr. **Alfonso Reyes López**; por sus observaciones y sugerencias durante la revisión de l presente trabajo.

Al Ing. **Luis Edmundo Torres Ramos**, con respeto por su amistad durante mi estancia en la Universidad.

A mis **amigos**, Blanca, Lupita R. Quirino, J. Luz, Jorge Z, Lupita E, Karina S, Omar G, Omar A, Carlos P, Alfredo N, Edilberto, Edgardo, Osvaldo V, Feliciano, Antonio, Raúl, Alberto S, Juan C, Ricardo H, Octavio H, Octavio C, Bruno, Francisco R, Abel, Abelino, Fabián, Cesar O, Miguel C, Jesús R, Francisco C, Pedro M, Hugo A, Orik, Víctor D, Erika V, Rosy A, Juan José, Alfredo, Hector, Martha, Vicente, Saúl P, Rodolfo, Alfredo E, Sirarturo, Edgar, Gabriela T, José S, Juan G, los hermanos Jiménez. A la gente con que viví, durante mi estancia en la Universidad, y a toda la gente con quien conviví, durante mí formación como profesionista.

A **Don Rodolfo y Don Pablo**, por la ayuda prestada para la realización en este trabajo.

## ***DEDICATORIAS***

Dedicado a mis padres

**Susana Raya González.**

**Mario Moreno Maya.**

A mis hermanos

**Maria Arisbeth Moreno Raya.**

**Indara Nelly Moreno Raya.**

**Manuel Alejandro Moreno Raya.**

A mi sobrino

**Cristian Emmanuel Moreno Raya.**

A toda la familia

**Raya González.**

**A todos mis tíos y primos.**

A mis abuelos

**María Isabel González Alvarado.**

**José Carmen Raya Madrigal (†).**

**Consuelo Maya Morales.**

**Salvador Moreno Del Moral (†).**

Y a toda la gente, que sé a ganado mí admiración y respeto.

## INDICE DE CONTENIDO

Cap.		Pag.
	AGRADECIMIENTOS.....	i
	DEDICATORIA.....	iii
	INDICE DE CUADROS.....	vii
	INDICE DE FIGURAS.....	ix
	RESUMEN.....	x
I.-	INTRODUCCION	
	1.1.- Objetivo.....	2
	1.2.- Hipótesis.....	2
II.-	REVISION DE LITERATURA	
	2.1.- Origen.....	3
	2.2.- Clasificación taxonómica.....	3
	2.3.- Generalidades del cultivo.....	4
	2.4.- Usos del girasol.....	5
	2.5.- Algunas variedades de girasol ornamental.....	6
	2.6.- Factores ambientales.....	7
	2.6.1.- Temperatura.....	7
	2.6.2.- Latitud.....	8
	2.6.3.- Altitud.....	8
	2.6.4.- Agua.....	8
	2.6.5.- Suelo.....	9
	2.7.- Características morfológicas y fisiológicas.....	9
	2.7.1.- Flores.....	11
	2.7.2.- Heliotropismo.....	12
	2.8.- Nutrición mineral.....	12
	2.8.1.- Respuesta de los cultivos a los distintos nutrientes.....	13
	2.9.- Nitrógeno (N).....	13
	2.9.1.- El comportamiento del Nitrógeno en fertirrigación.....	14
	2.10.- Fósforo (P).....	14
	2.10.1.- El comportamiento del Fósforo en fertirrigación.....	15
	2.11.- Potasio (K).....	16
	2.11.1.- El comportamiento del Potasio en fertirrigación.....	16
	2.12.- Hidroponía antecesor de la fertirrigación.....	17
	2.13.- FERTIRRIGACIÓN.....	17
	2.13.1.- Conceptos generales.....	17

2.14.- Situación actual y perspectivas en la producción y consumo de los fertilizantes.....	19
2.14.1.- Situación mundial en el consumo de fertilizantes.....	20
2.15.- Fertilizantes.....	20



2.15.1.- Urea.....	21
2.15.2.- Fosfato monoamónico (FMA).....	21
2.15.3.- Nitrato de Potasio.....	22
2.16.- Formas de expresar las cantidades de nutrientes utilizados en Fertirriego.....	22
2.17.- Niveles de concentración de algunos nutrientes en el suelo.....	23
2.18.- Análisis de suelo.....	24
2.19.- Clasificación de los suelos salinos.....	24
2.20.- Análisis del agua de riego.....	25
2.21.- Normas de muestreo para el análisis foliar.....	26
2.21.1.- Normas de análisis para algunos cultivos ornamentales.....	27
2.22.- Elementos importantes para elaborar una solución nutritiva.....	27
2.23.- Diseño de la solución nutritiva.....	29
2.24.- Grado de salinidad de la solución nutritiva.....	30
2.25.- Sistemas de aplicación de la fertirrigación.....	31
2.26.- Ventajas y desventajas del fertirriego.....	31
III.- <b>MATERIALES Y METODOS</b>	
3.1.- Lugar del experimento.....	33
3.2.- Clima del área del experimento.....	33
3.3.- Temperatura del área experimental.....	33
3.4.- Condiciones edáficas de área experimental.....	34
3.5.- Diseño experimental.....	34
3.6.- Modelo estadístico lineal.....	34
3.7.- Diseño de cada unidad experimental.....	35
3.8.- Tratamientos.....	35
3.9.- Distribución de los tratamientos.....	36
3.10.- Material vegetativo.....	36
3.11.- Materiales.....	36
Metodología.....	37
3.12.- Preparación de las soluciones.....	37
Establecimiento y manejo del experimento.....	38
3.13.- Preparación del terreno.....	38
3.13.1.- Preparación de la cama.....	39
3.14.- Siembra.....	39
3.15.- Arraleo.....	39
3.16.- Control de malezas.....	40
3.17.- Control fitosanitario.....	40
3.17.1.- Plagas.....	40

	3.17.2.- Enfermedades.....	40
	3.18.- Riego.....	41
	3.18.1.- Análisis del agua para el riego.....	41
	3.18.2.- Calendarización del riego y fertilización.....	41
	3.19.- Cosecha.....	44
	3.20.- Medición de las variables.....	45
	3.21.- Variables.....	45
	3.22.- Descripción de la forma de medición de las variables.....	45
IV.-	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
	4.1.- Altura de plata.....	47
	4.2.- Diámetro de tallo.....	49
	4.3.- Diámetro interno del capitulo.....	51
	4.4.- Diámetro externo del capitulo.....	53
	4.5.- Numero de pétalos.....	54
	4.6.- Días a cosecha y vaciado de cama.....	55
	4.6.1.- Días a cosecha.....	56
	4.6.2.- Vaciado de cama.....	57
V.-	<b>CONCLUSIONES.....</b>	58
VII.-	<b>SUGERENCIAS.....</b>	59
VII.-	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	60
VIII.-	<b>APENDICE.....</b>	63

## INDICE DE CUADROS

		Pag.
Cuadro 2.1.-	Temperaturas importantes de tomar en cuenta para el desarrollo del cultivo de girasol.....	7
Cuadro 2.2.-	Parámetros necesarios para tomar en cuenta de los nutrientes en la elaboración de soluciones nutritivas.....	18
Cuadro 2.3.-	Concentraciones de niveles nutricionales en el suelo (ppm).	23
Cuadro 2.4.-	Clasificación de suelos según su concentración de sales.....	25
Cuadro 2.5.-	Clasificación de los fertilizantes de acuerdo a su grado de solubilidad.....	28
Cuadro 2.6.-	Clasificación de los fertilizantes de acuerdo a su grado de salinidad.....	28
Cuadro 2.7.-	Clasificación de los fertilizantes por su acidez o alcalinidad.....	29
Cuadro 3.1.-	Resultados del análisis del suelo.....	34
Cuadro 3.2.-	Indican la cantidad de fertilizantes utilizados para la elaboración de las soluciones para el criterio de fertirriego en ppm.....	38
Cuadro 3.3.-	Indica la cantidad de fertilizante utilizadas para la elaboración de las soluciones de fertirriego para el criterio por fases.....	38
Cuadro 3.4.-	Indica la cantidad de fertilizantes utilizadas en el criterio de fertirriego g/m <sup>2</sup> /mes.....	38
Cuadro 3.5.-	Resultados del análisis a el agua de riego.....	41
Cuadro 3.6.-	Actividades realizadas en riego y fertilización por cada uno de los tratamientos.....	42
Cuadro 3.7.-	Actividades realizadas en riego y fertilización por cada uno de los tratamientos.....	43
Cuadro 3.8.-	Actividades realizadas en riego y fertilización por cada uno de los	

	tratamientos.....	44
Cuadro 4.1.-	Respuesta del girasol ornamental, al uso de tres criterios de fertirriego.....	56
Cuadro 7.1.-	Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm)...	64
Cuadro 7.2.-	Comparación de medias para la variable altura de planta (dms).....	64
Cuadro 7.3.-	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (mm).	64
Cuadro 7.4.-	Comparación de medias para la variable diámetro de tallo (dms).....	64
Cuadro 7.5.-	Análisis de varianza para la variable diámetro interno de capitulo (cm).....	65

Cuadro 7.6.-	Comparación de medias para la variable diámetro interno de capitulo (dms).....	65
Cuadro 7.7.-	Análisis de varianza para la variable diámetro externo de capitulo (cm).....	65
Cuadro 7.8.-	Comparación de medias para la variable diámetro externo de capitulo (dms).....	65
Cuadro 7.9.-	Análisis de varianza para la variable numero de pétalos.....	66
Cuadro 7.10.-	Medias de la variable numero de pétalos.....	66

#### INDICE DE FIGURAS

	Pa g.
Figura 4.1.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable altura de planta.....	48
Figura 4.2.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable diámetro de tallo.....	50
Figura 4.3.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable diámetro interno de capitulo.....	52
Figura 4.4.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable diámetro externo de capitulo.....	53
Figura 4.5.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable numero de pétalos.....	55

## RESUMEN

El siguiente trabajo se realizó dadas las nuevas perspectivas del agro mundial donde cada vez se hace más importante la eficiencia de los insumos utilizados, por muchos motivos, sin olvidar el papel importante del agua, y del fertilizante para aumentar la calidad y cantidad de productos agrícolas; la aplicación de los dos es conocida como fertirrigación. Se escogió al girasol ornamental para flor de corte dadas sus características decorativas y adaptativas de este cultivo, además de su creciente aumento en el gusto de los consumidores. Este trabajo se realizó con el objetivo de encontrar el mejor criterio de fertirrigación para aumentar la calidad del girasol como flor cortada.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a campo abierto, en los meses de Marzo a Junio de 1999. El material vegetativo estudiado fue el híbrido Sunbright de la casa comercial SAKATA Seed, se utilizó un diseño completamente al azar, el cual tuvo 8 tratamientos, con 5 repeticiones para cada uno. Se utilizó para cada tratamiento 1.4 metros de largo de la cama y por lo ancho de la cama (1.2 metros). Los tratamientos que se realizaron fueron: T1 que fue  $g/m^2/mes$ , T2 en este tratamiento se usó el criterio fertirriego por fase de crecimiento, T3 consistió en la aplicación de 100 ppm de fertilizante por litro una vez a la semana, T4 consistió en la aplicación de 100 ppm de fertilizante por litro dos veces a la semana, T5 consistió en la aplicación de 200 ppm de fertilizante por litro una vez a la semana, T6 consistió en la aplicación de 200 ppm de fertilizante por

litro dos veces a la semana, T7 consistió en la aplicación de 400 ppm de fertilizante por litro una vez a la semana, T8 consistió en la aplicación de 400 ppm de fertilizante por litro dos veces a la semana. Para todos los tratamientos

se utilizó un riego de 23.33 litros por tratamiento. Todos los tratamientos parten de la formula base (80-20-60) exceptuando el tratamiento T2 donde la aplicación del fertilizante se hizo por el criterio por fases de crecimiento, el cual tuvo una duración de tres semana para cada fase, en la primera fase se aplicaron 200 ppm de N y 150 ppm de K por litro de agua, en la segunda 200 ppm de N y 200 ppm K por litro de agua y en la tercera fase se aplicaron 150 ppm de N y 200 ppm de K por litro de agua, además se realizaron también aplicaciones de P de 6 ppm por kilogramo de suelo cada 15 días.

En cuanto a la preparación de las soluciones utilizamos toneles de 200 litros donde se disolvió el fertilizante de cada tratamiento, buscando no dejar residuos sin disolver los fertilizantes que se utilizaron para elaborar las soluciones fueron, Nitrato de Potasio, Fosfato monoamónico y Urea. Las variables evaluadas se analizaron estadísticamente y se utilizó una comparación de medias (dms) al 0.05, las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro interno de capitulo y diámetro externo del capitulo, numero de pétalos, días a cosecha y vaciado de cama.

Se utilizó una cama como la que se usa en la explotación comercial, con una densidad de siembra de 48 plantas por metro cuadrado, en cuanto a la fertilización se aplicó según los tratamientos, el riego se efectuó en base a el consumo por cama de 500 litros por riego.

La toma de datos se realizó cuando las flores presentaban su estado optimo de comercialización, en cuanto a la variable altura de planta los mejores tratamientos fueron, el T6, T7 y T8, en los cuales se aplicó el criterio de ppm de fertilizante en el riego a dosis de 200 ppm dos veces a la semana, 400 ppm una y dos veces por semana. En la variable diámetro de tallo los mejores



tratamientos fueron T2 y T7, los cuales son: criterio por fases de crecimiento y 400 ppm una vez a la semana. En la variable diámetro interno de capítulo el mejor tratamiento fue T3 que es 100 ppm de fertilizante por litro de agua una vez por semana. En la variable diámetro externo de capítulo el mejor tratamiento fue, T3 100 ppm de fertilizante por litro una vez por semana. En cuanto a la variable de altura no hubo diferencia significativa, en las demás variables solo se contaron el número de días y no se analizó estadísticamente, en cuanto a los días a cosecha se observó un intervalo de días 80 a 85 y en vaciado de cama de 6 a 9 días. El mejor criterio tomando todos los parámetros para medir calidad en girasol para flor de corte fue el de fases ya que se comportó bien y sostenida en cuanto a todos los parámetros tomados para calidad en este trabajo.

## I.- INTRODUCCION

**El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta de las muchas que América a aportado a el mundo entero, dado sus características y diferentes usos que se le pueden dar a esta especie. Es originaria del Norte de México y el Suroeste de los Estados Unidos, se cree que fue domesticado en el año 1000. Antiguamente, empleada primeramente con el fin alimenticio, y se le encontraron otros usos con el paso del tiempo. Se sabe que el girasol fue llevado al viejo continente por los Españoles en donde por mucho tiempo su uso fue como ornamental, dada la forma de las flores, que semejan un sol, los colores vistosos que van desde amarillos a rojos, y su adaptabilidad, tiempo más tarde fue mejorada en Rusia, de variedades llevadas de Holanda, donde se buscaron mejorar para la producción de aceite, pues este presenta muy buenas características dietéticas, principalmente como sustituto de la grasa de origen animal.**

En la actualidad es muy importante optimizar los recursos, para conseguir productos de alta calidad, sin exagerar en el uso de insumos como son: Agua, fertilizante, insecticidas, etc. ya que estos aumentan el costo de producción y perjudican el ambiente, por tal motivo es importante conocer las

cantidades necesarias que se deben de utilizar de cada uno de ellos, en especial los de empleo muy común. El consumo de estos, aumento durante la Revolución Verde provocando muchos problemas. El uso de fertilizante vía riego a dado una nueva gama de técnicas para los cultivos en general, dando como resultado el aumento de la producción, la calidad de los productos, y reducción en muchas practicas culturales, facilitando así el manejo de los cultivos.

Como es sabido se explotan diferentes especies ornamentales para flor de corte pero, cada vez se buscan especies que se puedan producir sin que presenten inversiones demasiado altas y que tengan buenas cualidades decorativas, además de una buena adaptación a las condiciones ambientales como, también al manejo de producción intensiva. El girasol cumple con mucho de esto, y sé esta tomando cada día más en cuenta. Por otra parte en lo económico, por ejemplo en Estados Unidos Americanos, se estima que el valor de ventas por concepto de cultivos florícolas (producidos en invernaderos) se aproxima a los 4,000 millones de dólares solamente considerando productores de 36 estados reportando ventas superiores a \$10,000.00 dólares por cada productor. Mientras que cultivos ornamentales de vivero (producidos a la intemperie, en campo o en maceta) sobrepasan ventas superiores a los 5,200 millones de dólares. Modelos económicos estiman que las cadenas de distribución y comercialización de éstos productos, además de servicios secundarios asociados con éstos, incrementan significativamente su impacto económico. Además hay que recordar, por lo antes mencionado que México se encuentra cerca de uno de los más importantes mercados mundiales, Estados Unidos Americanos, lo cual nos obliga mejorar nuestras técnicas de producción continuamente.

#### OBJETIVO

- **Encontrar el mejor criterio de fertilización vía riego, para aumentar la calidad en girasol ornamental (flor de corte).**

#### HIPOTESIS

- De las diferentes dosis de fertilización, el mejor es la nutrición por fases de crecimiento para la producción de girasol ornamental para flor de corte.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.- Origen.

Aunque antiguamente se creía que el girasol procedía de Perú no se encontraron nunca indicios de que fuera cierta esta aceberación. Pero hoy en día no cabe duda de que el girasol procede del Oeste de Estados Unidos y Norte de nuestro país, de donde fue introducido por los Españoles, Ingleses y Franceses a Europa (Viorel *et, al* 1977).

### 2.2.- Clasificación taxonómica.

Según Alba y Llanos 1990 la clasificación taxonómica del girasol es:

Orden.....*Synandrales*.  
 Familia.....*Compositae*.  
 Sudfamilia.....*Tubuliflorae*.  
 Tribu.....*Heliantheae*.  
 Genero.....*Helianthus*.  
 Especie.....*Annuus*.

La familia del girasol actualmente es Asteraceae (Widflowers 1999).

Aun cuando no se tiene la completa seguridad se cree que *H. annuus* proviene de la crusa de *H. debilis* con *H. lenticularis* de donde se origino de la

variedad botánica macrocorpus de donde se han formados las variedades e híbridos que actualmente se siembran comercialmente (Robles 1985).

### **2.3.- Generalidades del cultivo.**

El girasol (*Helianthus annuus* L.) recibe, esta de denominación por su característica botánica singular de girar la inflorescencia siguiendo la trayectoria del sol (etimológicamente *Helianthus annuus* deriva del Griego Helio = sol y anthus = flor, annuus = anual) (Robles 1985).

El género *Helianthus* comprende 68 especies, en las cuales se encuentra *annuus*. En el género *Helianthus* las especies cultivadas o silvestres, al encontrarse distribuidas en diferentes regiones geográficas cercanas o compartidas, han dado lugar a cruces entre ellas en forma espontánea y han dado lugar a plantas más o menos parecidas a las especies de las que provienen. Esto aumenta la dificultad a la identificación de las especies (Alba y Llanos 1990).

Las áreas ó países altamente productores de girasol se encuentran ubicados entre los 45° de latitud Norte y 35° de latitud Sur, desde luego, entre estas dos latitudes se pasa por la región ecuatorial, pero en general para esta zona del Ecuador o muy próxima a los trópicos de Cáncer y de Capricornio, por existir temperaturas más o menos altas, precipitaciones pluviales, así como la alta humedad relativa (con sus excepciones) estas regiones no son aptas para el cultivo del girasol (Robles 1985)

Entre los nombres vulgares ó comunes como se conoce el girasol en México se tienen los siguientes: maravilla, polocote, tornasol, acahual, andini, chimálatl o chimálitl, gigantón, lampote, mirasol, masol de las indias, corona de Júpiter, flor de sol, copa de Júpiter, maíz de Texas etc. (Robles 1985).

El girasol cultivado tiene un periodo de cosecha de 90 a 100 días, en ocasiones hasta 150. Generalmente sus alturas varían de 2.13 a 1.53 metros, aproximadamente las variedades altas, y las enanas de 0.92 a 1.22 metros.

Los girasoles cultivados con efectos ornamentales. Estas plantas son ramificadas (policéficas) teniendo los folíolos involucrados de 6 a 9 centímetros de ancho y las flores radicales, liguladas, de color amarillo-anaranjado o con pigmentación roja, las formas ornamentales fueron incluidas taxonómicamente antes en *H. annuus* L. De la cual difiere sobre todo por el número y color de las flores radiadas linguladas (Viorel *et al* 1977).

#### **2.4.- Usos del girasol.**

En cuanto las aplicaciones que se le dan, son muy variadas. Se usa generalmente para extracción de aceite ya que es un muy buen aceite para cocinar, dadas sus características que presenta. Su color ligero, suave sabor, nivel bajo de grasas saturadas y soportar las temperaturas de la cocina, otros usos que se le dan también son: usarse como botana, es muy utilizado para alimentar los pájaros, pues esta representa una fuente de energía muy buena. En cuanto al ganado es, que puede ser directamente consumido y producido para ensilaje, o consumirse lo que queda del grano después de la extracción del aceite la cual contiene 28 a 42 % de proteína. En cuanto a lo industrial en Estados Unidos se han hecho trabajos para utilizarlo como combustible, obteniendo un 93% de la energía produciría el diesel, usado en este país, pero es todavía muy poco factible de utilizarse, pues es muy alto el costo de producción, más que el extraer el petróleo (Missouri 1999).

Las semillas de ciertas variedades se consumen directamente (tostadas con sal) como golosina el girasol es una planta melífera, de una hectárea de cultivo pueden obtenerse de 40 a 50 kilogramos de miel de abeja de calidad superior. Los tallos secos que quedan después de la cosecha, pueden utilizarse como material combustible (Sanchez *et al* 1993).



También tiene usos medicinales, las semillas son diuréticas y expectorantes además de que se puede usar en tratamientos de laringitis bronconeumonía, resfriado y afecciones pulmonares (Botanical 1999).

## **2.5.- Algunas variedades de girasol ornamental.**

A continuación se muestran algunas variedades de girasol ornamental (Mygarden 1999), usos y sus características principales:

**Variedades altas.** (200 a 300 centímetros aproximadamente) Russian Giant, Russian Mammoth, Uniflorus Giganteus y Bismarckianus todos son de flores amarillas, presentan las flores más grandes. La Evening Sun mide 180 a 200 centímetros presenta flores en cortinas de color rojo marrón.

**Variedades semi-altas.** (100 a 180 centímetros aproximadamente) Holyday, Henry Wilde, Taiyo, Sungold (doble) Tohoku Yae (doble sin bracteas) Domino (sin bracteas) y Prado Gold, tiene flores amarillo dorado y todas son muy tradicionales, presentan el centro oscuro.

Velvet Queen, Prado Red y Red Sun, presentan flores marrones rojizas con el centro oscuro, Floristan, tiene pétalos rojos marrón inclinados con amarillo.

Sonja y Orange Sun (flores dobles) vienen en cortinas naranjas.

Italian White, Valentin y Moonshine/Luna, presentan flores de color amarillo y blanco cremoso.

Sumburst y Autumn Beauty presentan flores con cortinas rojas, con marrón bronce amarillas e incluyen bicolors.

Los híbridos criados especialmente para el comercio de la flor de corte incluyen a Sunbeam (200 centímetros) disco de color verde y no produce polen, Sunbright (170 centímetros), no presenta bracteas y no produce polen, Sunrich Lemon y Sunrich Orange (150 centímetros) no presenta bracteas, no produce

polen y se usa en producciones bajo invernadero, Eversun Golden Yellow para cultivo a cielo abierto y Golden Ball presenta flores dobles y es ramificado.

**Variedades enanas.** También usadas para la producción para maceta (de 30 a 80 centímetros de altura)

Sunspot (presenta flores largas), Big Smile y Pacino presentan flores amarillas y una altura de 30 a 60 centímetros, Teddy Bear es una variedad de flores completamente dobles y de la misma altura que las anteriores, o un poco mayor.

Music Box es una variedad alta, presenta ramificación (80 centímetros de altura) con flores de 10 centímetros, color caoba y marrón con cortinillas de color amarillo cremoso con el centro negro.

**Variedades tempranas.** Estas variedades florecen de los 50 a los 70 días y en ellas se incluyen, Big smile, Moonshine, Sunbeam, Sunbright y la serie Sunrich.

## 2.6.- Factores ambientales.

### 2.6.1-Temperatura.

Es un factor de gran importancia para el desarrollo de la planta, la temperatura optima para la siembra, en el suelo es de 8 a 10°C, por debajo de 4°C se detiene la germinación, la temperatura optima de crecimiento es de 21 a 24°C (Alba y Llanos 1990).

**Cuadro 2.1.- Temperaturas importantes de tomar en cuenta para el desarrollo del cultivo de girasol.**

<b>Germinación:</b>	<b>Tolerancia a bajas temperaturas:</b>
Temperatura mínima para algunas semillas: 4° C	Plántulas en estado de cotiledón: hasta -5°C

Temperatura conveniente para inicio de siembra: 10°C (promedio de temperaturas tomadas a 5 cm. de profundidad por 3 días a las 8 de la mañana)	Primer par de hoja (a veces con necrosis parcial) de la lámina foliar: hasta -1°C Cuarto par de hojas: hasta 0°C
--	---

**(Dekalb 1999).**

La temperatura optima para la máxima tasa fotosintética es de 27°C, aunque hay que tomar en cuenta que esta tasa puede aumentar si la temperatura aumenta, pero puede sufrir daños por estrés hídrico, si falta agua en el suelo (Dekalb 1999).

El girasol se adapta a oscilaciones de temperatura. Puede crecer normalmente a temperaturas de 25 a 30°C y más bajas de 13 a 14°C, aunque en este último caso, la floración y maduración son más demoradas (Sánchez *et al* 1984).

### **2.6.2.- Latitud.**

Influye sobre el numero de días necesarios para que se inicie la floración si más al norte se cultiva, aumentan mas los días a floracion (Alba y Llanos 1990).

### **2.6.3.- Altitud.**

Es una de las condiciones determinantes para el establecimiento de el girasol, pudiendose sembrar desde el nivel del mar, hasta 500 ó 1000 metros de altura que es donde se obtienen mayores rendimientos a nivel mundial, pero

desde luego, existen regiones en donde se puede sembrar a 2500 metros de altura (Robles 1985).

#### **2.6.4.- Agua.**

El girasol es una planta que se muestra poco eficiente en aprovechamiento del agua cuando dispone de ella en abundancia. Los estomas de sus hojas permanecen abiertos en las horas de máximo calor, transpira elevadas cantidades de agua con una producción de materia seca relativamente escasa en relación con el consumo hídrico. Se dice que el girasol presenta una recuperación muy rápida, en cuanto al estrés dado por falta de humedad (Alba y Llanos 1990).

#### **2.6.5.- Suelo.**

El girasol prospera en suelos arcillosos-arenoso, ricos en materia orgánica y permeables, con agua freática más bien superficial. El girasol es sensible a el exceso de sales, y también a una alta acidez o alcalinidad (Sánchez *et, al* 1984).

No es un cultivo muy exigente en suelo. Puede crecer en un rango de texturas que van de desde arcillosa a arenosa. Para que tengan una buena producción es esencial que el suelo tenga un buen drenaje, aunque en esto no difiere de muchos cultivos (Alba y Llanos 1990).

El girasol prefiere los suelos arcillo-arenosos, ricos en materia orgánica, permeable y con la capa freática a poca profundidad. No son aconsejables los suelos salinos y pedregosos, ni tampoco los de reacción ácida o fuertemente alcalina (Infoagro 1999).

Hablando de salinidad el girasol es un cultivo considerado como de baja tolerancia a la salinidad (2 – 4 mmhos/cm). A 25°C. En cuanto al pH el girasol se puede desarrollar sin inconveniente en pH que vallan de 5.8 hasta 8.0 (Alba y Llanos 1990).

## **2.7.- Características morfológicas y fisiológicas.**

**Raíz.** La raíz de la planta de girasol es pivotante, formada por un eje principal dominante y abundantes raíces secundarias, que nacen de este y de la zona de unión entre la raíz y el tallo. El fuerte sistema radicular que, según algunos autores puede alcanzar hasta 4 metros de profundidad. Esto da como resultado que tenga un gran poder de absorción de agua del suelo, lo que en relación con otros cultivos estivales, lo hace más resistente a sequías (Samuell 1976).

Su máximo crecimiento ocurre al tiempo de la floración, del cuello de la planta y algo más abajo se origina un gran número de raíces laterales. Algunas de ellas crecen horizontalmente, de 10 a 40 centímetros partiendo de la raíz principal (Sánchez *et, al* 1984).

**Tallo.** Es simple, único, cilíndrico, estriado a todo lo largo, hueco pero relleno de tejido acuoso y esponjoso que desaparece cuando madura. El tallo del girasol cultivado mide 1.20 a 1.50 metros de altura y de 2 a 4 centímetros de diámetro (Samuell 1976).

Es vigoroso, ondulado y de superficie vellosa, puede alcanzar una longitud de 0.60 a 2.5 metros, esto va a depender de la variedad. En algunas de ellas es recto y en otras, se inclina en su parte terminal, debajo de la cabezuela, en variedades para aceite se prefiere que tengan una sola inflorescencia (Sánchez *et, al* 1984).

**Hojas.** Las hojas están dispuestas en el tallo en forma alterna. La lamina es oval cordiforme y acuminada, pilosa, áspera en ambos lados, borde aserrado, nervaduras bien

visibles. Pueden medir de 10 a 30 centímetros. Este tamaño dependerá de la humedad, fertilidad del suelo y época de siembra (Samuell 1976).

Las hojas de los dos o tres primeros pares de la base del tallo son opuestas y las demás, alternas. Su número varía entre 12 y 40. El color puede variar de verde oscuro a verde amarillento (Robles 1985).

**Inflorescencias.** Esta se halla bordeada por bracteadas protectoras que forman el involucre. A él conjunto total se le llama capítulo, comúnmente llamado, flor, cabeza o torta. El capítulo puede medir entre 10 y 30 centímetros de diámetro, pero más común entre 15 y 20 centímetros. El tamaño puede variar según la variedad, época de siembra, fertilidad del suelo, humedad disponibles, densidad y uniformidad de siembra. Botánicamente el capítulo es una inflorescencia pluriflora, simple, racimosa y antimorfa (Samuell 1976).

Es un capítulo formado por numerosas flores sobre un receptáculo discoide, su diámetro puede variar de tamaño de 10 a 40 centímetros (Sánchez *et al* 1985).

**Pedúnculo floral.** Es la parte superior del tallo que se une al receptáculo, y que al aproximarse a este va aumentando de diámetro continuándose en él. Este es hueco y debido al aumento progresivo del peso se empieza a curvar hasta que se dobla completamente, esto sucede en la madures (Samuell 1976).

**Receptáculo.** Es un disco plano, cóncavo o convexo, que lleva insertas en la cara superior las flores, y en el borde las bracteadas (Samuell 1976).

### **2.7.1- Flores.**

**Fértiles.** También conocidas como flores tubulares o de disco, son hermafroditas y producen las semillas, estas están dispuestas en arcos espirales que se originan en el centro del disco (Sánchez *et al* 1984).

**Estériles.** También conocidas como flores liguladas o radiadas, son asexuales, de 30 a 70, dispuestas radialmente en una o dos filas. Las ligulas tienen de 6 a 10 centímetros de longitud y de 2 a 3 centímetros de ancho. Su color varia entre amarillo dorado, amarillo claro ó amarillo anaranjado (Sánchez *et, al* 1984).

**Fruto y semilla.** Una vez fecundada la flor, su ovario uniseminado se forma en fruto y su óvulo en semilla. Botánicamente el fruto del girasol es seco, indehiscente, se llama aquenio, y esta compuesto por pericarpio y semilla. Comúnmente se le denomina semilla o grano, y a la semilla verdadera se le nombra pepita. (Samuell 1976).

El fruto es un aquenio que contiene una sola semilla, con el pericarpio estrechamente pegado a ella. La semilla es de forma alargada, angosta en su base y comprimida, su color puede ser blanco, marrón, negra ó, a menudo, oscuro con bandas blancas (Sánchez *et, al* 1984).

### **2.7.2.- Heliotropismo.**

Se da este nombre al fenómeno, o facultad de orientarse y cambiar de posición siguiendo la trayectoria del sol. Un fenómeno muy conocido en el girasol. Que consiste en seguir al sol desde que amanece hasta que se pone el sol (Alba y Llanos 1990).

### **2.8.- Nutrición mineral.**

Como ya es sabido los componentes esenciales de una planta son: Carbono (C), Hidrogeno (H), Oxigeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mn), Azufre (S), Hierro (Fe), Boro (B), Cloro (Cl), Manganeso (Mg), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo), los cales son absorbidos por la planta de diferente manera, y utilizados o

requeridos en diferentes cantidades. Los más utilizados son llamados, macroelementos los cuales son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Rodríguez 1982).

### **2.8.1.- Respuesta de los cultivos a los distintos nutrientes.**

Las respuestas de un determinado cultivo a un solo nutriente, expresada en producción total de materia seca, se puede valorar mediante experiencias en macetas o en parcelas en las que se emplean dosis crecientes del nutriente en cuestión, llevando a cabo pruebas de tipo estadístico en las que se valoran los rendimientos obtenidos. Las condiciones necesarias para estas experiencias dan resultados positivos, son muy variables. Ya hemos visto que, por si solo ningún nutriente es capaz de conseguir aumentar el rendimiento de los cultivos a no ser que todos los demás nutrientes indispensables se hallen en la cantidad suficiente para que el rendimiento no disminuya, la forma más fácil de conseguir esto consiste en llevar a cabo los experimentos en macetas con medios de cultivo inertes, usando diferentes dosificaciones de nutrientes, lo cual dio a Liebing, por primera vez anunciar la Ley del Mínimo. (él crecimiento de las plantas es regulado por el nutriente existente en menor cantidad, aumentando o disminuyendo según aumente o disminuya su concentración) (Simpson 1991).

### **2.9.- Nitrógeno (N).**

Es un elemento muy móvil. El Nitrógeno mineral ( $\text{NO}_3^-$   $\text{NH}_4^+$ ), una vez en el interior de las células, pasa a constituir las bases nitrogenadas para distintas funciones fisiológicas. Ingresa en la formación de los aminoácidos luego, este entra en la síntesis de los prótidos y las proteínas del vegetal constituyendo un elemento plástico por excelencia (Rodríguez 1982).

La falta de Nitrógeno es una de las causas más comunes que limitan los rendimientos del girasol. El Nitrógeno es necesario principalmente para el crecimiento de la planta y la diferenciación y desarrollo de sus órganos, por lo cual necesita consumirlo antes de la floración. Las deficiencias de N, pueden confundirse con las deficiencias de S, la diferencia es que la clorosis es



ligeramente moteada y más acentuada en las hojas superiores. Una carencia de Nitrógeno retrasa y reduce el crecimiento de la planta. (Alba y Llanos 1990).

### **2.9.1.- El comportamiento del Nitrógeno en fertirriego.**

El Nitrógeno en forma amoniacal queda retenido por los coloides del suelos, si las dosis de aplicación no son altas consecuentemente su desplazamiento no es grande, por lo que su concentración en las proximidades del gotero suele ser muy elevada. A medida que aumenta la dosis, queda superada a la capacidad de intercambio ionico de los coloides y en consecuencia el desplazamiento es mayor (Burgueño sin fecha).

La nitrificación del amonio tiene lugar en las zonas insaturadas del terreno más alejadas de los goteros, no así en la zona saturada próxima a estos. El amonio actúa como fertilizante de acción lenta, dado que se transforma en nitratos, normalmente al cabo de dos a tres semanas, como solo una parte del amonio es retenido por los coloides superficiales del suelo, las perdidas no son muy importantes a menos que la zona humedecida en la superficie alrededor del gotero sea grande. El amonio se volatiliza si el pH del suelo es mayor a 7 y también si el agua tiene un pH superior a 7 (Burgueño sin fecha).

### **2.10.- Fósforo (P).**

El Fósforo interviene, en la formación de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Tiene una importancia vital en la división celular, la respiración. la fotosíntesis y síntesis de azúcar, grasas y proteínas, la acumulación de energía (en los componentes **ATP** y **NADP**) en los fenómenos de fosforicación, la regulación del pH de las células (Formando soluciones Buffer, que regulan el pH dentro de las soluciones celulares) etc. (Rodríguez 1982).

Las máximas necesidades de Fósforo se dan durante la floración y antes de esta, el Fósforo se acumula en los tallo y las hojas para pasar después a la semilla, después del Nitrógeno, el Fósforo es el elemento que limita la producción del girasol (Alba y Llanos 1990).

Como consecuencias el Fósforo aumenta el desarrollo radicular óptimo, aumenta la robustez de los tejidos haciéndolos menos sensibles al ataque de parásitos (Bartolini 1989).

Los síntomas de carencia de **P** no son fácilmente identificables. En una primera fase pueden identificarse por una reducción del crecimiento. También puede aparecer un oscurecimiento o necrosis de las hojas más bajas de la planta. En suelos salinos, se disminuye la absorción. Los síntomas se pueden confundir con los de las enfermedades *Alternaria helianthi* o *Septoria helianthi*. El mejor método para diagnosticar una deficiencia de **P** es un análisis de suelo (Alba y Llanos 1990).

#### **2.10.1.- El comportamiento del Fósforo en fertirriego.**

Es el elemento más difícil de aplicar, pues además de su baja solubilidad, existe el peligro de reaccionar con el Calcio que pueda contener el agua de riego, y no solo en aguas con contenido de Calcio sino también en suelos cálcicos, pues el agua queda retenida por la superficie y no es utilizada por la planta. El fósforo no se desplaza en el suelo más allá de 20 a 30 centímetros. No obstante sea comprobado que aplicarlo con riego por goteo su desplazamiento en el suelo es mayor que con cualquier otro sistema, tanto vertical como horizontal, lo cual nos permite del cultivo mantener una buena concentración de el Fósforo cerca de las raíces (Burgueño sin fecha).

#### **2.11.- Potasio (K).**

Participa en la formación de las proteínas. La acción del Nitrógeno y del Potasio son paralelos: el efecto de los dos elementos asociados es superior a la suma de los productos

obtenidos por separado de cada uno. Reduce la transpiración bajando las necesidades de agua de los vegetales y aumenta la resistencia a la sequía asegurando una mayor eficiencia de los riegos. Permite una mayor resistencia a él frío y a las enfermedades (Bartolini 1989).

El 75% del Potasio total es absorbido por la planta antes de la floración, el girasol consume grandes cantidades de Potasio, actúa como regulador de la asimilación, transformación y el equilibrio interno (potencial osmótico y transpiración) y de otros principios nutritivos en la planta (Alba y Llanos 1990).

Los síntomas de carencia de **K**, en plantas jóvenes las hojas mas bajas presentan un color amarillo con manchas necróticas. En plantas maduras aparece primero como una clorosis en el borde de las hojas y las hojas viejas entre la región intervenosa. los síntomas de clorosis intervenal se pueden confundir con los síntomas de carencia de Mg (Alba y Llanos 1990).

### **2.11.1.- El comportamiento del Potasio en fertirriego.**

Como se sabe el Fósforo y el Potasio se mueve muy limitadamente en el suelo. El Potasio suministrado es absorbido en el complejo de cambio del suelo. No obstante, las investigaciones han demostrado que el Potasio puede moverse en el suelo distancias de 60 a 90 centímetros en un ciclo, cuando se aplico vía riego. La adsorción depende en gran medida de la humedad del suelo (Burgueño sin fecha).

### **2.12.- Hidroponía antecesor de la fertirrigación.**

La idea básica para el estudio de la fertirrigación en diferentes sustratos parte de la hidroponía. Para conseguir que la planta tome los nutrientes de forma optima es necesario que estos se encuentren en condiciones adecuadas

en la dilución fertilizante. De esta forma se evitan los fenómenos negativos como efectos osmóticos y antagónicos que perturben la absorción de nutrientes por la planta. Estos son los fundamentos de la hidroponía que además permiten desarrollar un cultivo sin factores limitantes de un suelo o sustrato (Cadahia 1998).

## **2.13.- FERTIRRIGACIÓN.**

### **2.13.1.- Conceptos generales.**

Desde hace más de 2000 años se conoce en la agricultura el efecto benéfico de añadir elementos minerales a los suelos para mejorar el crecimiento de las plantas. Pero no fué sino hasta el siglo XIX que se empezó a estudiar la función de cada uno de los nutrientes en el desarrollo de las plantas. En la actualidad está plenamente comprobada la participación e importancia de los elementos minerales en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. El abastecimiento y absorción de compuestos químicos necesarios para el crecimiento y el metabolismo puede ser definido como nutrición y los compuestos químicos requeridos por los organismos son llamados nutrientes (Wattsagro 1999).

El término metabolismo comprende las diversas reacciones que ocurren en las células vivas con el objeto de mantener la vida y el crecimiento. Por tanto nutrición y metabolismo van de la mano. Los nutrientes esenciales requeridos para las plantas superiores son exclusivamente de carácter inorgánico. Este requerimiento exclusivo de las plantas superiores por los nutrientes inorgánicos básicamente las distingue de muchos organismos vivos. Como son: el hombre,

los animales y un número de microorganismos, los cuales adicionalmente requieren de alimento orgánico (Wattsagro 1999).

Cuadro 2.2.- Parámetros necesarios para tomar en cuenta, de los nutrientes para elaborar soluciones nutritivas.

Elemento Químico	Símbolo Químico	Peso Atómico	Forma Iónica	Peso del Ión
Nitrógeno	N	14.0	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18.0
			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	62.0
Fósforo	P	31.0	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	97.0
Potasio	K	39.0	K <sup>+</sup>	39.0
Calcio	Ca	40.0	Ca <sup>++</sup>	40.0
Magnesio	Mg	24.0	Mg <sup>++</sup>	24.0
Azufre	S	32.0	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	96.0
Fierro	Fe	56.0	Fe <sup>++</sup>	56.0
Manganeso	Mn	55.0	Mn <sup>++</sup>	55.0
Zinc	Zn	65.5	Zn <sup>++</sup>	65.0
Boro	B	11.0	B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>=</sup>	155.0
Cobre	Cu	64.0	Cu <sup>++</sup>	64.0
Molibdeno	Mo	96.0	MoO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	160.0
Carbono	C	12.0	HCO <sub>3</sub>	61.0
			CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	60.0
Cloro	Cl	35.5	Cl <sup>-</sup>	35.5
Sodio	Na	23.0	Na <sup>+</sup>	23.0
Oxígeno	O	16.0	Está en otros iones	
Hidrógeno	H	1.0	Está en otros iones	

(Wattsagro 1999).

Todos los elementos nutritivos esenciales para las plantas son tomados o asimilados en forma de iones. Estos iones pueden ser positivos (cationes) ó negativos (aniones). En el cuadro 2.2, aparece un listado de elementos químicos en la que se muestra su símbolo, la masa atómica del elemento, la forma iónica en que es absorbido por la planta y la masa de dicho ión. En el cuadro 2.2 aparecen todos los elementos nutritivos considerados esenciales

para la planta. También se han incluido aquellos iones que aunque no se consideran vitales para las plantas, se encuentran en las aguas de riego y por lo tanto han de tomarse en cuenta en la elaboración de las soluciones nutritivas para fertirriego (Wattsagro 1999).

**Generalmente en los suelos agrícolas están presentes una serie de factores físico-químico y biológicos que afectan directamente la disponibilidad de los nutrientes. Entre estos factores podemos mencionar el pH, salinidad, textura, contenido de materia orgánica, antagonismo entre elementos, etc., los cuales ocasionan que la absorción de los nutrientes por las raíces se vea limitada con una repercusión directa en la producción. Este es un problema muy común en la mayoría de las regiones agrícolas. Además, otro de los factores importantes que requiere especial atención es el manejo del cada vez más escaso recurso, agua. La fertirrigación, que es la aplicación de nutrientes a través del sistema de riego, es una excelente alternativa para resolver los muchos de estos problemas (Wattsagro 1999).**

La fertirrigación ofrece el beneficio de la aplicación de los nutrientes al cultivo en cantidades y épocas en que los nutrientes son fuertemente requeridos por la planta. La fertirrigación inicia en el ciclo de cultivo en pequeñas cantidades de nutrientes, con la dosis de aplicación incrementándose a medida que la tasa de crecimiento se aumenta (Wattsagro 1999).

Según los cálculos de los especialistas, la superficie bajo fertirrigación se ha cuadruplicado en los últimos tres años, lo cual nos puede dar una idea de las grandes ventajas que se obtienen a través de este sistema (Wattsagro 1999).

## **2.14.- Situación actual y perspectivas en la producción y consumo de los fertilizantes.**

Es muy conveniente recordar como el empleo racional de los fertilizantes ha sido clave para el incremento de las producciones agrícolas, aunque no de forma aislada, sino en conjunto con el desarrollo de otros medios de producción como semillas, pesticidas y riegos. Hoy en día se está olvidando el papel que juegan los fertilizantes en el desarrollo de la agricultura y, en cambio, se están alzando voces que solo incitan a que se reduzcan su consumo alegando su efecto contaminante que no tiene por que producirse si se utilizan de forma adecuada. Es necesario tomar en cuenta las aportaciones de nutrientes químicos a las necesidades de la planta y a los contenidos del suelo, de forma que el balance este ajustado. Esta máxima es la que tiene que asentarse a la evolución del consumo de los fertilizantes (Cadahia *et, al* 1998).

### **2.14.1.- Situación mundial en el consumo de fertilizantes.**

El consumo mundial de nutrientes en el periodo de 1995 a 1996 rebaso ligeramente los 129 millones de Tm, de los que 77 son de N, 31 son de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 21 son de K<sub>2</sub>O. Hace 20 años el consumo total no llegaba a los 100 millones de Tm, lo que supone que el crecimiento global en dicho periodo haya sido en torno al 1 % anual acumulativo, basándose en el incremento del Nitrógeno (Cadahia *et, al* 1998).

## **2.15.- Fertilizantes.**

El tipo de fertilizantes a escoger será definido por los precios y los resultados de los análisis del agua de riego. Los productos fertilizantes que pueden ser usados están limitados a aquellos que son fácilmente solubles. La mayoría de los fertilizantes solubles comercialmente formulados. Muchas de estas formulaciones están preparadas para cultivos específicos, o combinaciones que puede ser usadas dependiendo del ciclo del cultivo. Tienen la ventaja de ser estables y altamente solubles, disolviéndose rápidamente y proporcionando un balance de nutrientes tal que se maneja en un sólo producto. Sin embargo, son generalmente más caros por unidad de nutriente que los fertilizantes estándar (Wattsagro 1999).

#### **2.15.1.- Urea.**

**Es el fertilizante sólido de mayor concentración de Nitrógeno total alcanzando un 46 por ciento de su peso. Es muy higroscópico soluble en agua, se le utiliza en fertilizaciones foliares y sólido directamente al suelo su formula es (46-00-00) (Rodríguez 1982).**

Este fertilizante es muy usado por estar muy concentrado y usualmente tiene el mejor precio por kilogramo de nutriente. Además que no se percola fácilmente y se disuelve fácilmente, convirtiéndose en carbonato de amonio (en un pH alcalino) y después a nitrato.(Burgeño sin fecha).

#### **2.15.2.- Fosfato monoamónico (FMA).**

**También se le conoce como MAP. Es una sal soluble en agua, contiene 11 % de Nitrógeno y 52 % de Fósforo, muy empleado como base**



**en formulaciones completas granuladas, de acción acidificante (Rodríguez 1982).**

La posibilidad de precipitación de los fosfatos insolubles es alta cuando se usa MAP ó fosfato diamónico (DAP) con aguas de riego de alto contenido de calcio o magnesio. Esto causará taponamientos en el sistema de riego. Si se usa MAP o DAP se debe estar consciente de que estos fertilizantes no se disuelven completamente, de manera que el tanque de mezcla necesitará facilidades para remover o limpiar los residuos no disueltos que se colectan en la base del tanque. El MAP o el DAP, si bien no son tan solubles como el ácido fosfórico, tienen la ventaja adicional de que también proporcionan nitrógeno (FYPA 1998).

### 2.15.3.- Nitrato de Potasio.

**Su riqueza en Nitrógeno total es de aproximadamente al 13 % y su contenido de Potasio es elevado, alcanzando del 44 por ciento al 45 por ciento. Es un fertilizante complejo binario, pues posee dos macroelementos, N y K, aunque no es muy usado. Sus características son similares a las de Nitrato de Sodio y de Calcio (Rodríguez 1982).**

El nitrato de Potasio es la fuente de Potasio recomendada para usar en los programas de fertirrigación debido a su solubilidad, y tiene la ventaja adicional de proveer Nitrógeno. Sin embargo, es él más caro de los fertilizantes potásicos (Burgeño sin fecha).

## 2.16.- Formas de expresar las cantidades de nutrientes utilizados en fertirriego.

Son varias las formas en que pueden expresarse o medirse las concentraciones de los iones en las aguas de riego o en las soluciones nutritivas (Wattsagro 1999). A continuación se mencionan algunos:

- a) **Mol.** Es la masa atómica, o la masa molecular o la masa iónica de una sustancia expresada en gramos.
- b) **Milimho.** Es la milésima parte del mol, ó lo que es lo mismo, la masa de una partícula elemental expresada en miligramos. Se expresa con las iniciales "mmho".
- c) **Miliequivalente.** El miliequivalente es el resultado de dividir la masa atómica de un átomo o la masa molar de un radical iónico expresado en miligramos, entre la valencia del átomo o del radical. Se expresa con las siglas "meq".
- d) **Partes por millón.** Una forma muy común de expresar concentraciones de partículas elementales, es la de las partes por millón que se expresa con las letras "ppm". En soluciones nutritivas, aunque no se especifique, las partes por millón suelen significar los miligramos de una sustancia considerada por cada litro de agua, es decir, es una relación de peso en un volumen. (1 ppm = 1 mg/litro) (Wattsagro 1999).

2.17.- Niveles de concentración de algunos nutrientes en el suelo.

Es muy importante para iniciar un programa de fertirrigación es conocer los niveles de fertilidad mínimos óptimos en el suelo. Estos valores nos indican la potencialidad del suelo. En el cuadro 2.3, se muestran los niveles manejando tres rangos. La nutrición que puede aportar al cultivo, los niveles de concentración de los nutrientes, han sido obtenidos con uso de extractantes medianamente ácidos (Wattsagro 1999).

**Cuadro 2.3.- Concentración de niveles nutricionales en el suelo en (ppm).**

<b>NUTRIENTES.</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Nitrogeno (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).	10	30	40
<b>Fosforo.</b>	10	20	30
Potasio.	100	150	250
Magnesio.	200	250	500
Calcio.	1000	1500	3000
Sulfatos.	50	80	120
Fierro.	4	6	10
Zinc.	1	2	3
Cobre.	3	6	10
Manganeso.	4	8	12
Cloro (meq/l).	3	5	10
Carbonatos (meq/l).	0.5	1	1.5
Bicarbonatos (meq/l).	2	2.5	4

**(Wattsagro 1999).**

### **2.18.- Análisis de suelo.**

El análisis de suelo, al igual que el de agua es en extremo importante porque nos permite conocer las características físicas y químicas del mismo, así como la cantidad de nutrientes disponibles para ser tomados por el cultivo durante su desarrollo y crecimiento. El análisis de fertilidad o de caracterización se hace al inicio de cada ciclo de cultivo y este nos indica los nutrientes que de manera potencial contiene el suelo. De modo orientativo, se considera adecuado un número de ocho a diez submuestras por parcela en forma de zig-zag por todo el terreno a monitorear. En el caso concreto de invernaderos es necesario evitar pasillos, ya que al análisis no sería representativo, sería erróneo (Wattsagro 1999).

El análisis del extracto de una especie de pasta (suelo saturado) se realiza durante el desarrollo del cultivo y nos indica la cantidad de nutrientes disponibles en la solución nutritiva del suelo y a su vez los nutrientes que puedan ser aprovechados por la planta al momento de tomarse la muestra. Este análisis se utiliza para realizar modificaciones en la solución nutritiva que se esté aportando al cultivo. En cultivos donde se usa la fertirrigación la muestra para analizar el extracto de pasta se tomará a 15 centímetros, en suelos arcillosos a 10 centímetros y en suelos arenosos frente al gotero emisor, tomando todo el perfil de 0 a 30 cm de profundidad (Wattsagro 1999).

### **2.19.- Clasificación de los suelos salinos.**

La salinidad del suelo se mide en términos de la conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación del suelo, y se expresa en mmhos/cm. En unidades del sistema internacional, la unidad de conductividad es el siemens (1

S = 1 mho; 1 dS/m = 1 mmhos/cm). La clasificación tradicional para los suelos salinos se basa en las concentraciones de sales solubles (CE) que se encuentran en los extractos de las soluciones del suelo y en el porcentaje de sodio intercambiable (ver cuadro 2.4).

**Cuadro 2.4., Clasificación de suelos según su concentración de sales.**

<b>Tipo de Suelo.</b>	<b>Clasificación.</b>
Suelos normales.	CE < 2 mmhos/cm PSI < 15 %
Suelos salinos.	CE > 2 mmhos/cm PSI < 15 %
Suelos sódicos.	CE < 2 mmhos/cm PSI > 15 %
Suelos salino-sódicos.	CE > 2 mmhos/cm PSI > 15 %

**(Wattsagro 1999).**

## **2.20.- Análisis del agua de riego.**

Todas las aguas de riego tienen sales en disolución y es imprescindible conocer la composición cuantitativa y cualitativa de dichas sales (Wattsagro 1999). La información proporcionada por un análisis químico del agua de riego servirá para:

- ◆ Saber que la cantidad de aquellos iones que entran a formar parte de la solución nutritiva y que por lo tanto al llevarlas el agua de riego, permiten disminuir las cantidades que se han de aportar. En ciertos casos algunos iones que se encuentran en el agua de riego en cantidades superiores a las necesarias;  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{SO}_4^-$  suelen ser iones comúnmente encontrados en muchas aguas de riego.
- ◆ Saber de otras sales que no son necesarias pero se encuentran normalmente en las aguas de riego. Estas sales, que suelen ser  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  y

algún microelemento, las cuales generalmente nos producen dos tipos de problemas. Por un lado, pueden encontrarse en concentraciones que resulten fitotóxicas. Y el otro problema que acarrear es que con su presencia contribuyen al aumento de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva. Este aumento puede ser benéfico económicamente si no se sobrepasan ciertos límites, pues permitirá elegir una solución nutritiva de más baja conductividad y por lo tanto más barata. En general, aguas con conductividad superiores a 2.5 mmhos/cm nos crean problemas.

- ◆ Conocer el contenido de carbonato y bicarbonato, para realizar los cálculos de la corrección del pH de ser necesario.

**En México hay lugares en que los niveles de Nitrógeno nítrico en el agua son de consideración y funcionarían como una adición de fertilizante nitrogenado. Así por ejemplo, un agua con 10 ppm de N-NO<sup>3</sup> estaría suministrando al cultivo una cantidad de 45 kg de nitrógeno en caso de aplicar una lámina total de riego de 50 cm. Bajo condiciones convencionales, el contenido de N-NO<sup>3</sup> en el agua de riego varía de menos de 1 a 3 ppm. aunque se han detectado áreas en las que estos niveles pueden llegar en condiciones excepcionales hasta más de 200 ppm, por lo que un análisis completo del agua de riego es necesario para tomar en cuenta los nutrientes que ésta contienen.**

### **2.21.- Normas de muestreo para el análisis foliar.**

Para realización del análisis foliar se ha de tomar primero la muestra a analizar. La muestra obtenida debe ser “parte del total cuya composición mineral sea representativa de la actividad biológica de la planta completa”. Para que el muestreo se realice adecuadamente hay que definir varios puntos críticos como son: (Cadahia *et, al* 1998).

- Momento fenológico (floración, fructificación, etc.) ya que la composición mineral de la planta varía durante el ciclo del cultivo.
- Clima y exposición al sol o a la sombra, que van a influir en efectos de dilución o concentración de los nutrientes.
- Desarrollo del órgano: por ejemplo la composición de hojas viejas difiere considerablemente de las hojas jóvenes.
- Proximidad a órganos consumidores o productores: por ejemplo la composición de hojas en ramas con frutos será, diferente a las de ramas sin frutos.
- Presencia de enfermedades o plagas.

#### **2.21.1.- Normas de análisis foliar para algunos cultivos ornamentales.**

Se indican a continuación las normas para el análisis foliar para algunas ornamentales (Cadaña y López 1982).

**Rosal** (*Rosa centifolia* L.). En la parte superior de los tallos se tomarán las dos primeras hojas completas que tengan 5 foliolos, contados a partir de la flor. Se muestrearán desde que la flor comienza a colorear. En invernadero se seleccionan las plantas recorriendo el cultivo en zig-zag. Si alguna planta aislada presenta alteraciones visuales se ignora y si son varias se muestran aparte. A campo abierto se toma una muestra por cada unidad de muestreo establecida.

**Clavel** (*Dianthus caryophyllus* L.). Cuarta y quinta hoja a contar desde la punta de un ahijado sin botón floral, durante la floración.

**Crisantemo** (*Chrysanthemum morifolium* R.). Hoja más joven totalmente madura.

## Gerbera (*Gerbera jamesonii*). Hoja más joven totalmente madura.

### 2.22.- Elementos importantes para elaborar una solución nutritiva.

Wattsagro 1999. Existen cuatro fundamentos que deben considerarse a la hora de elaborar una solución nutritiva:

- Compatibilidad de los fertilizantes.
- Solubilidad.
- Acidez.
- Índice de salinidad.

**A continuación se muestran algunos fertilizantes y sus características (ver cuadro 2.5, 2.6 y 2.7).**

**Cuadro 2.5.- Clasificación de los fertilizantes de acuerdo a su grado de solubilidad.**

Material	Partes en 100 partes de agua	
	a 0°C	a 100°C
<i>Amonia</i>	89.9	7.4
Nitrato de amonio	118.3	871.0
Sulfato de amonio	70.6	103.8
Bórax	2.0	170.0
Nitrato de calcio	121.0 (18°C)	376.0
Sulfato de calcio	0.241	0.222
Sulfato de cobre	31.6	203.3
Fosfato diamónico	57.5 (10°C)	106.0 (70°C)
Sulfato de magnesio	71.0 (20°C)	91.0 (40°C)
Sulfato de manganeso	105.3	111.2
Fosfato monoamónico	22.7	173.2
Cloruro de potasio	34.7 (20°C)	56.7
Nitrato de potasio	13.3	247.0



Sulfato de potasio	12.0 (25°C)	24.1
Nitrato de sodio	92.1 (25°C)	180.0
Urea	78.0 (5°C)	753.0
Sulfato de zinc	96.5 (20°C)	663.6

(Wattsagro 1999).

**Cuadro 2.6.- Clasificación de los fertilizantes de acuerdo a su grado de salinidad.**

<p><b>Más salino.</b>  <b>Cloruro de potasio.</b>  <b>Nitrato de amonio.</b>  <b>Nitrato de sodio.</b>  <b>Tiosulfato de amonio.</b>  <b>Urea.</b>  <b>Sulfato de potasio.</b>  <b>Nitrato de calcio.</b>  <b>Sulfato de magnesio.</b>  <b>Nitrato de calcio.</b>  <b>Sulfato de magnesio</b>  <b>Sulfato de potasio.</b>  <b>Fosfato diamónico.</b>  <b>Fosfato monoamónico.</b>  <b>Menos salino.</b></p>
---

(Wattsagro 1999).

**Cuadro 2.7.- Clasificación de los fertilizantes por su acidez o alcalinidad.**

<b>Reacción ácida:</b>	<b>Reacción alcalina:</b>
Amoniaco anhidro.	Nitrato de calcio.
Fosfato diamónico.	Nitrato de potasio
Aquamonia.	
Urea.	
Nitrato de amonio	
Acido fosfórico.	
Fosfato de amonio.	
Acido sulfúrico.	

Sulfato de amonio. Acido nítrico.	
--------------------------------------	--

(Wattsagro 1999).

## 2.23.- Diseño de la solución nutritiva.

Se puede decir que en la fertirrigación se emplean dos formas de aplicar la básicamente (Wattsagro 1999). A continuación se mencionan:

- **Fertilización combinada.** En este sistema, el agua de riego está continuamente fertilizando con una misma proporción de nutrientes, aunque pueda variarse la concentración total, tal y como se practica en los cultivos hidroponicos donde se utilizan fórmulas ampliamente conocidas como Hoagland, Meier-Swarz, Ellis-Swaney, etc., muy recomendadas en determinados cultivos.
- **Fertilización fraccionada.** Suele ser lo más frecuente en fertirrigación y en cuya práctica no se utiliza una concentración constante de cada fertilizante a lo largo de todo el ciclo.

Conviene dejar muy en claro, desde un principio que no existe en la actualidad información suficiente para determinar soluciones nutritivas estandarizadas por especies, variedades, estados de desarrollo, condiciones climáticas o métodos de cultivo. Porque en definitiva la variabilidad de los factores de producción es muy amplia, esto con lleva que las soluciones nutritivas optimizadas podrían ser infinitas. Sin embargo, para llevar a cabo con éxito un determinado programa es necesario disponer de una serie de datos y prever un amplio abanico de posibilidades. Al margen del tipo de suelo y del agua, resulta primordial conocer las extracciones concretas del cultivo y de ser posible la variación en la absorción de cada uno de los elementos a lo largo del

ciclo para relacionar la solución nutritiva con las propias exigencias de la planta (Wattsagro 1999).

Existen numerosos factores que pueden modificar notablemente los valores de las extracciones de los diversos cultivos como la variedad, el sistema de cultivo (en campo abierto o invernadero), las labores de cultivo y por supuesto las condiciones básicas del medio físico. El conocimiento de las extracciones a través de fuentes bibliográficas sólo proporciona una idea apropiada, por lo que es necesario considerar los factores anteriormente mencionados. El conocimiento de la composición química y física del suelo o sustrato, los análisis foliares y de savia son asimismo herramientas básicas en el manejo de la fertirrigación (Wattsagro 1999).

#### 2.24.- Grado de salinidad de la solución nutritiva.

Un punto de suma importancia es la concentración de sales a la que debe establecerse la dilución final de la solución nutritiva, aspecto que está en función de la época en que transcurre el cultivo, la fase concreta del mismo y sobre todo de la susceptibilidad del cultivo a la salinidad. Al establecer la dilución final en el riego, se recomienda no rebasar en ningún caso la concentración de 1 a 2 gramos de sales por litro de agua. En especies sensibles a la salinidad se establece como máximo 1 gramo por litro (Wattsagro 1999).

La calidad del agua de riego (en cuanto a concentración salina) debe ser considerada a la hora de efectuar un programa de fertirrigación, teniendo en cuenta que, de forma aproximada toda agua con una C.E. (conductividad

eléctrica) de 1 mmhos/cm equivale a una concentración de 0.64 g/litro de sales totales (Wattsagro 1999).

En fertirrigación pueden utilizarse sin problemas aguas de riego con una conductividad eléctrica de hasta 1.4 mmhos/cm en los cultivos más resistentes a la salinidad y en terrenos enarenados, puede llegarse después de aportar los fertilizantes hasta una conductividad eléctrica 5 mmhos/cm mientras que en suelo normal, el límite máximo es de 3.5 mmhos/cm (Wattsagro 1999).

### **2.25.- Sistemas de aplicación de la fertirrigación.**

Existen cuatro diferentes sistemas de aplicar la fertirrigación (Wattsagro 1999). A continuación se mencionan:

**Aplicación continua.** El fertilizante es aplicado a una tasa constante desde el inicio hasta la finalización del riego. La cantidad total es inyectada sin importar la tasa de descarga de agua.

**Aplicación en tres etapas.** El riego comienza sin fertilizantes. La inyección comienza cuando el suelo está húmedo. La inyección se interrumpe antes de que se complete el ciclo de riego. La última parte del ciclo de riego permite enjuagar el fertilizante del sistema.

**Aplicación proporcional.** La tasa de inyección es proporcional a la tasa de descarga de agua; por ejemplo, un litro de solución en 1,000 litros de agua de riego. Este método tiene la ventaja de ser extremadamente simple y permite incrementar la fertirrigación durante períodos de alta demanda de agua, que es cuando más nutrientes se requieren.

**Aplicación cuantitativa.** La solución de nutrientes es aplicada en una cantidad calculada a cada bloque de riego; por ejemplo, 20 litros al bloque A, 40

litros al bloque B. Este método es adecuado para la automatización y permite controlar con precisión la colocación de los nutrientes.

## 2.26.- Ventajas y desventajas del fertirriego.

Según (Cadahia *et, al* 1998). En el fertirriego las ventajas y las desventajas se mencionan a continuación.

### Ventajas.

- **Dosificación racional de fertilizantes.**
  - **Ahorro considerable de agua.**
  - **Utilización de aguas de riego de baja calidad.**
- **Nutrición optimizada del cultivo y por lo tanto aumento de rendimiento y calidad de los frutos (productos de alta calidad).**
- **Control de la contaminación.**
- **Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.**
- **Alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples y complejos cristalinos y disoluciones concentradas.**
- **Elaboración “a la carta” de fertilizantes concentrados adaptados a un cultivo sustrato, agua de riego y condiciones climáticas durante todos y cada uno de los días del ciclo de cultivo.**
- **Automatización de la fertilización.**

### Desventajas.

- **Costo inicial de infraestructura.**
- **Taponéo de goteros.**
- **Manejo por personal especializado o con cierto conocimiento.**

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1.- Lugar del experimento.**

**El trabajo se realizó en los campos experimentales de la UAAAN, entre los invernaderos 3 y 4 de Fitomejoramiento, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, la cual se localiza en el kilometro 7 de la carretera Saltillo-Zacatecas, en los 25° 23' de latitud Norte y 101° 00' de longitud Oeste del meridiano de Greenwinch. Siendo su altitud promedio de 1743 mns. El experimento se desarrollo en los meses de Marzo a Julio de 1999.**

#### **3.2.- Clima del área de experimento.**

La descripción del clima de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (1975), el clima del área es:

$B_{soK}(x)(e)$

Donde:

En general la época de lluvias se presenta en verano y parte de invierno, siendo el mes más lluvioso junio, la precipitación media anual es de 345 milímetros.

### **3.3.- Temperatura del área experimental.**

**La temperatura media anual es de 19.88 °C. Los meses más caluroso son los meses de junio, julio y agosto alcanzando temperaturas de 37°, y los**

**mese más fríos son el meses de diciembre y enero alcanzando temperaturas de  $-10^{\circ}\text{C}$ .**

### 3.4.- Condiciones edáficas del área experimental.

Se realizo un análisis (ver cuadro 3.1) al suelo de la cama donde se llevo a cabo el experimento el cual se efectuó en el departamento de riego y drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el laboratorio de calidad de agua.

**Cuadro 3.1.- Resultados del análisis del suelo.**

Ph 7.17	<b>7.17</b>	Neutro
C. E. dS/m.	<b>0.932</b>	No salino
Materia Orgánica.	<b>6.28 %</b>	Extremadamente rico
Nitrógeno Total.	<b>0.31 %</b>	Rico
Fósforo Kg/ha.	<b>112</b>	Extremadamente rico
Potasio Kg/ha.	<b>585.0</b>	Extremadamente rico
Carbonatos Totales.	<b>37.26 %</b>	Alto
Arcilla.	<b>24.4 %</b>	
Limo.	<b>40.0 %</b>	
Arena	<b>35.6 %</b>	
Textura.	<b>Franco.</b>	
D. A. g/cc		

### 3.5.- Diseño experimental.

Para este trabajo se utilizó un diseño completamente al azar, el cual se constituyo de 8 tratamientos y 5 repeticiones para cada uno de ellos.

### 3.6.- Modelo estadístico lineal.



El modelo utilizado fue:

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

Donde:

$I = 1, 2, 3, \dots, t$  (numero igual de tratamientos).

$J = 1, 2, 3, \dots, r$  (numero igual de repeticiones).

$\mu$  = media general.

$T_i$  = es el efecto verdadero del  $i$ ésimo.

$\epsilon_{ij}$  = es el efecto verdadero del  $j$ otaiésimo.

### **3.7.- Diseño de cada unidad experimental.**

Se utilizaron 1.4 metros de largo de la cama, por 1.2 metros de ancho de la cama para cada tratamiento, teniendo en cada tratamiento la densidad de 48 plantas por metro cuadrado aproximadamente.

### **3.8.- Tratamientos.**

Los tratamientos sometidos a estudio fueron los siguientes:

T1 = Consistió en aplicar el fertilizante semanalmente en forma directa al suelo usando el criterio de  $g/m^2/mes$  (8-2-6  $g/m^2/mes$ ). Tomando como base la formula 80-20-60.

T2 = Consistió en aplicar el criterio de fases, cada fase tuvo una duración de tres semanas. Las fases se aplicaron de la siguiente manera, la primera fase fue la vegetativa y consistió en aplicar 200 ppm de N y 150 ppm de K por litro de agua. La segunda fase fue de crecimiento y consistió en aplicar 200 ppm de N y 200 ppm de K por litro de agua. La tercera fase fue la reproductiva y consistió en aplicar 150 ppm de N y 200 ppm de K por litro de agua. Además de aplicar al suelo 6 ppm de P, con una frecuencia de 15 días.

T3 = Consistió en aplicar 100 ppm de fertilizantes de la formula (80-20-40) una vez por semana vía riego.

T4 = Consistió en aplicar 100 ppm de fertilizantes de la formula (80-20-40) dos veces por semana vía riego.

T5 = Consistió en aplicar 200 ppm de fertilizantes de la formula (80-20-40) una vez por semana vía riego.

T6 = Consistió en aplicar 200 ppm de fertilizantes de la formula (80-20-40) dos veces por semana vía riego.

T7 = Consistió en aplicar 400 ppm de fertilizantes de la formula (80-20-40) una vez por semana vía riego.

T8 = Consistió en aplicar 400 ppm de fertilizantes de la formula (80-20-40) dos veces por semana vía riego.

### **3.9.- Distribución de los tratamientos.**

Esta se hizo al azar sorteando los lugares, en el área experimental.

### **3.10.- Material vegetativo.**

El material vegetativo que se utilizó fue semilla de él híbrido (Sunbright) de la casa comercial, SAKATA Seed.

### **3.11.- Materiales.**

- ◆ Pala.
- ◆ Pico.
- ◆ Azadón.

- ◆ Metro flexible.
- ◆ Regla.
- ◆ Balanza.
- ◆ Pie de rey (vernier).
- ◆ Alambre.
- ◆ Rafia.
- ◆ Botes de 20 litros.
- ◆ Toneles de 200 litros.
- ◆ Regadera de 11 litros.
- ◆ Estacas.
- ◆ Tijeras de podar.
- ◆ Separadores (maderas de 2 por 2 centímetros de ancho y 125 centímetros de largo).  
Con perforaciones cada 15 centímetros, en los separadores.
- ◆ Ridomil Bravo.
- ◆ Mancozeb.
- ◆ Pounce.
- ◆ Confidor.
- Fertilizantes usados.
- ◆ Urea (46-00-00).
- ◆ Fosfato monoamónico, (FMA) (11-52-00).
- ◆ Nitrato de potasio (13.5-00-45).

### **Metodología.**

#### **3.12.- Preparación de las soluciones.**

En los cuadros (3.2, 3.3 y 3.4) se indican las cantidades que se utilizaron en las soluciones de cada fertirriego. Después de llenar los botes con el agua, con volúmenes de 200 litros, para los tratamientos de ppm y 100 litros para el criterio de fase. Se pesaron los fertilizantes y luego se pusieron dentro de los toneles para disolverlos, se movieron las soluciones hasta que quedaran los fertilizantes completamente disueltos.

#### **Cuadro 3.2.- Indica la cantidad de fertilizantes utilizadas para**

**la elaboración de las soluciones para el criterio de fertirriego en ppm.**

Fertilizante, utilizado en 200 litros de agua.	Para 100 ppm de fertilizante.	Para 200 ppm de fertilizante.	Para 400 ppm de fertilizante.
Urea.	10.42 gramos.	20.85 gramos.	41.70 gramos.
Nitrato de Potasio.	6.68 gramos.	13.73 gramos.	26.74 gramos.
FMA.	2.89 gramos.	5.78 gramos.	11.57 gramos.

**Cuadro 3.3.- Indica la cantidad de fertilizantes utilizadas para la elaboración de las soluciones de fertirriego para el criterio por fase.**

Fertilizante, utilizado en 100 litros de agua.	Primera fase (vegetativa) (200 ppm/N y 150 ppm/K por litro, vía riego).	Segunda fase (crecimiento) (200 ppm/N y 200 ppm/K por litro vía riego).	Tercera fase (reproductiva) (150 ppm/N y 200 ppm/K por litro vía riego).
Urea.	33.70 gramos.	30.43 gramos.	19.57 gramos.
Nitrato de Potasio.	33.33 gramos.	44.44 gramos.	44.44 gramos.
FMA.	7.27gramos. *	7.27gramos. *	7.27gramos. *

\* = aplicación de fertilizante sólido al suelo, 6 ppm de Fósforo por kilo de suelo. Cada 15 días, calculado con una densidad de 1.25 g/cc y una profundidad de 30 centímetros.

**Cuadro 3.4.- Indica la cantidad de fertilizantes utilizadas en el criterio de fertirriego g/m<sup>2</sup>/mes.**

Fertilizante, aplicado al suelo directamente.	Aplicación de fertilizante por semana.
Urea.	5.83 gramos.
Nitrato de Potasio.	3.73 gramos.
FMA.	1.62 gramos.

**Establecimiento y manejo del experimento.**

**3.13.- Preparación del terreno.**

Se preparó el terreno con las mismas técnicas que se utilizan en la explotación comercial de girasol ornamental para flor de corte, para darle las condiciones idóneas para un buen desarrollo del experimento.

**3.13.1.- Preparación de la cama.**

Primero se procedió aflojar el suelo, y se trato de dejar que las capas inferiores quedaran expuestas a la intemperie, utilizando un pico y azadón, después se desterronó, para

mas tardé levantar la cama. Todos los trabajos se realizaron con el mayor cuidado, con el fin de dejar una muy buena uniformidad en el terreno usado para el experimento.

Se midieron las dimensiones de la cama 1.20 metros de ancho por 30 metros de largo. Se colocaron los postes y las estacas, de las cuales se amarraron los hilos, para luego limitar bien la cama. Se procedió a nivelar la cama. Después se elaboró una malla con una cuadrícula de 14 centímetros por 15 centímetros; para poder tener una densidad de planta de 48 plantas por metro cuadrado. La malla evita que las plantas se acamen cuando crezcan. Se colocaron los alambres y los separadores, amarándose de los postes, se hizo la malla haciendo los nudos del centro hacia fuera, tratando de que estuvieran tensos, se reforzaron los postes amarándose de unas estacas.

#### **3.14.- Siembra.**

Se realizo el 14 de Marzo de 1999, colocando 2 semilla por golpe a una profundidad de 1 centímetro aproximadamente, dejando de preferencia las semillas en el centro de la cuadrícula, se sembró en seco, luego se procedió a regar, se dejo la malla casi al ras. Después se observo en general una muy buena germinación de las semillas.

#### **3.15.- Arraleo.**

Este se procedió hacer cuando las plantas presentaban una altura de 5 a 7 centímetros. Se dejo una sola planta, para evitar la competencia entre ellas y para obtener la población requerida para el experimento, dejando de preferencia las plantas más vigorosas, en cada cuadro, o también eliminando las que se encontraron, no muy en el centro la cuadrícula de la malla.

#### **3.16.- Control de malezas.**

El control de las malezas se hizo manualmente, dado que ellas compiten por los nutrientes con el cultivo por agua, luz, espacio y el manejo de densidad de siembra, se realizaron 2 deshierbes.

El primero se realizo, cuando el cultivo tenia unos 10 centímetros de altura y la maleza era manejable. El segundo deshierbe se efectúo cuando el cultivo media 15 centímetros de altura, después no se realizaron más los deshierbes ya que el cultivo, no dejo que se desarrollara la maleza porque la densidad de siembra del cultivo no dejó entrar la luz.

### **Control fitosanitario.**

#### **3.17.1.- Plagas.**

Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron chapulines (*Melanoplus spp*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), diabrotica (*Diabrotica sp*), gusano de alambre (*Ischirodotus spp, Megaperitos spp y Pyrophorus spp*), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*) y pulgones (*Myzus persicae*). Los cuales fueron controlados con Confidor (0.25 a 0.20 mililitros por litro) y Pounce (0.5 mililitros por litro) los cuales se aplicaron con regularidad mas o menos cada 10 días.

#### **3.17.2.- Enfermedades.**

Las enfermedades que se presentaron durante el experimento fueron el tizón (*Alternari helianthi*) y (*Xanthomonas ssp*). Las cuales fueron controladas con Ridomil Bravo (1.4 mililitros por 3 litros) y Mancozeb (0.5 gramos por litro). Estas aplicaciones se realizaron al principio del experimento dadas las condiciones climáticas.

#### **3.18.- Riego.**

Se realizo un riego según, el estadio de la planta, los primero días se regó diario luego cada tercer día tomando como referencia de consumo de agua 500 litros por cama o sea 500 litros por 36 metros cuadrados, pero algunos días que fue muy alta la temperatura se dieron riegos de auxilio.

#### **3.18.1.- Análisis del agua para el riego.**

El agua que se utilizó para regar fue tomada del invernadero 4 de Fitomejoramiento, de la pared húmeda. El análisis se realizó en el departamento de riego y drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el laboratorio de Calidad de aguas (ver cuadro 3.4).

**Cuadro 3.5.- Resultados del análisis a el agua de riego.**

Ph	6.62
C. E. dS.	0.561
Carbonatos meq/l.	0.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/l.	3.8
Ca <sup>++</sup> meq/l.	4.56
Mg <sup>++</sup> meq/l.	6.84
Cl <sup>-</sup> meq/l	0.98
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> meq/l.	1.19
Na <sup>+</sup> meq/l.	1.0
K <sup>+</sup> meq/l.	----

### 3.18.2.- Calendarización del riegos y fertilización.

En cuanto a la fertilización que se hizo vía riego, se dieron diferencias de aplicación entre todos los tratamientos, según el criterio utilizado (ver cuadros 3.6, 3.7 y 3.8) pero en cuanto la cantidad de agua utilizada por tratamientos fue la misma para todos estos.

**Cuadro 3.6.- Actividades realizadas en riego y fertilización por cada uno de los tratamientos.**

Trat.	Actividades.			
	14 de Marzo a el 20 Marzo.	21 de Marzo a el 27 de Marzo.	28 de Marzo a el 3 Abril .	4 de Abril a el 10 de Abril.
T1	Riego 225 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 153.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T2	Riego 225 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante (Primera fase).	Riego 153.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante (Primera fase).
T3	Riego 225 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 153.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T4	Riego 225	Riego 129.99	Riego 69.99	Riego 153.32

	/tratamiento. No se fertilizo.	/tratamiento. No se fertilizo.	/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T5	Riego 225 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 153.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T6	Riego 225 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 153.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T7	Riego 225 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 153.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T8	Riego 225 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 129.99 /tratamiento. No se fertilizo.	Riego 69.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 153.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.

**Cuadro 3.7.- Actividades realizadas en riego y fertilización por cada uno de los tratamientos.**

Actividades.					
Trat.	11 de Abril a el 17 de Abril.	18 de Abril a el 24 de Abril.	25 de Abril a el 1 Mayo.	2 de Mayo a el 8 de Mayo.	9 de Mayo a el 15 de Mayo.
T1	Riego 89.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T2	Riego 89.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante (Primera fase).	Riego 133.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante (Segunda fase).	Riego 116.65 /tratamiento. Aplicación de fertilizante (Segunda fase).	Riego 139.98 /tratamiento. Aplicación de fertilizante (Segunda fase).	Riego 163.1 /tratamiento. Aplicación de fertilizante (Tercera fase).
T3	Riego 89.99 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 /tratamiento. Aplicación de fertilizante.



T4	Riego 89.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T5	Riego 89.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T6	Riego 89.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T7	Riego 89.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.
T8	Riego 89.99 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 133.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 116.65 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.

**Cuadro 3.8.- Actividades realizadas en riego y fertilización por cada uno de los tratamientos.**

Actividades.					
Trat.	16 de Mayo a el 22 Mayo.	23 de Mayo a el 29 de Mayo.	30 de Mayo a el 5 Junio.	6 de Junio a el 12 de Junio.	13 de Junio a el 19 de Junio.
T1	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.
T2	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante (Tercera fase).	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante (Tercera fase).	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.
T3	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.

	fertilizante.	fertilizante.			
T4	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.
T5	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.
T6	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.
T7	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.
T8	Riego 139.98 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 93.32 l/tratamiento. Aplicación de fertilizante.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 163.1 l/tratamiento. No se fertilizo.	Riego 93.2 l/tratamiento. No se fertilizo.

### 3.19.- Cosecha.

Se cosecharon las flores, cortándola casi al ras del suelo, cuando las flores hermafroditas en la inflorescencia presentaban un anillo de más o menos un centímetro de flores abiertas.

### 3.20.- Medición de las variables.

Se tomaron los datos cuando las inflorescencias estaban en su estadio comercial de cosecha.

### 3.21.- Variables.

- ◆ Altura de planta.
- ◆ Diámetro de tallo.
- ◆ Diámetro interno del capitulo.
- ◆ Diámetro externo del capitulo.

- ◆ Numero de pétalos.
- ◆ Días a cosecha.
- ◆ Vaciado de cama.

### **3.22.- Descripción de la forma de medición de las variables.**

**Altura de planta.** Se tomo la altura de la planta con una cinta, de la base del suelo hasta la base del capitulo.

**Diámetro del tallo.** Se tomo la medida con un vernier, exactamente a la mitad del mismo.

**Diámetro interno del capitulo.** Se tomo la medida con una regla, midiendo dos diámetros en forma cruzada, ya que los capítulos no son totalmente redondos de las flores hermafroditas y el dato a manejar, fue una media por inflorescencia.

**Diámetro externo del capitulo.** Se tomo la medida con una regla, midiendo en cruz, tomando de cada inflorescencia 2 medidas y llevando a evaluación, una media por inflorescencia. La medición del diámetro se hizo de punta a punta de las ligulas.

**Numero de pétalos.** Se contaron las ligulas como los pétalos de cada inflorescencia.

Cabe mencionar que todas las variables antes mencionadas, se midieron cuando los girasoles presentaban un estado de desarrollo, optimo para la comercialización.

**Días a cosecha.** Se tomo él numero de días desde que se sembró hasta que se cosecho la primera flor.

**Vaciado de cama.** Se considero el numero de días desde que se empezó a cosechar las inflorescencias hasta que se termino de cosechar los capítulos.

## **IV.- RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados que a continuación se presentan y se discuten, corresponden al objetivo planteado en el presente trabajo. Una explicación específica acerca del comportamiento de cada una de las variables evaluadas durante el desarrollo del trabajo, se abordaran en forma sistemática y ordenada.

### **4.1.- Altura de planta.**

**Esta variable es de suma importancia ya que juega un papel decisivo en cuanto a la calidad del producto dado que un tallo de más o menos un metro de altura es considerado por toda la gente que interviene en la producción, distribución y consumo de esta flor, como un producto de alta calidad además que es una característica que se toma en cuenta en muchas ornamentales para definir en que mercado se comercializará, nacional o de exportación.**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza (ver cuadro 7.1 del apéndice) calculado para la variable altura de planta, existe diferencia altamente significativa usando una comparación de medias al 0.05 de significancia (ver cuadro 7.2 del apéndice), usando la dms.

Se observo que los tratamientos que se comportaron mejor en cuanto a la variable altura de planta fueron los tratamientos T6 que fue la aplicación de 200 ppm de fertilizante por litro de agua dos veces a la semana con una altura de 148.74 cm, T7 y T8 que consistió en aplicar 400 ppm de fertilizante por litro una y dos veces por semana los cuales obtuvieron una altura de 147.53 cm y 142.53 cm respectivamente (ver figura 4.1) muy parecido, pero un poco disminuido se comporto el tratamiento T2 en el cual se aplicó el

criterio de fertirriego por fases el cual tuvo una altura 140.47 cm. Los tratamientos que se comportaron en forma menos notable fueron: T1 en el cual se manejo el criterio de fertirriego  $g/m^2/mes$  el cual obtuvo una altura de 113.77 cm y T5 que es 200 ppm de fertilizante una vez por semana y alcanzo una altura de 120.73 cm, los demás tratamientos se comportaron intermedicamente (ver cuadro 7.2 del apéndice).

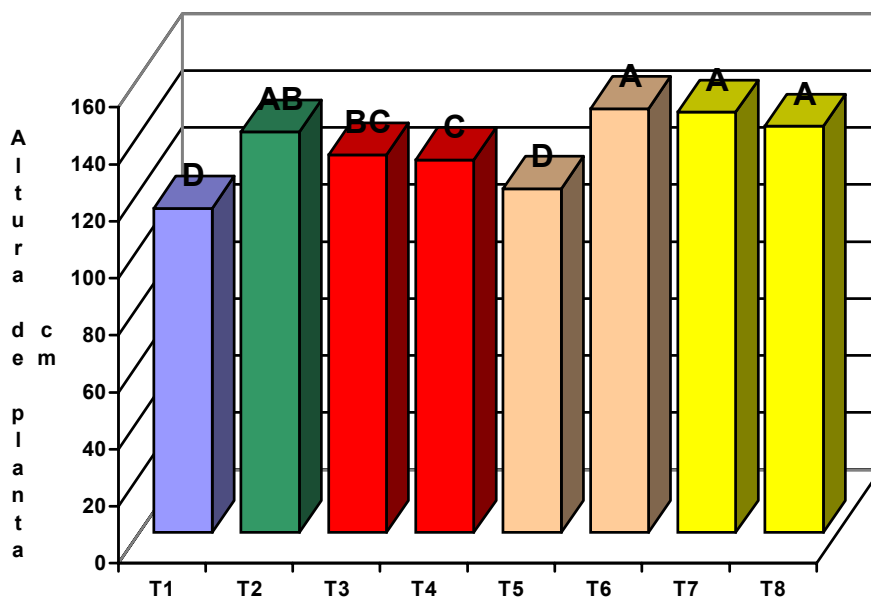


Figura 4.1.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable altura de planta.

En los resultados obtenidos de los promedios de los tratamientos, en cuanto a los diferentes criterios de fertirriego;  $g/m^2/mes$ , por fases de crecimiento y ppm de fertilizante, en cuanto a la variable altura de planta, el mejor criterio fue, el criterio por fases 140.47 cm de altura. En las diferentes dosificaciones dentro del criterio ppm 100, 200 y 400. Se comportaron mejor los tratamientos de 400 ppm pues obtuvieron 144.93 cm de altura y dentro de las aplicaciones por semana, una y dos aplicaciones la mejor fue la de los tratamientos de dos veces por semana con 140.69 cm de altura (ver cuadro 4.1).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los de Hernández (1999). Donde obtuvo mejores resultados en clavel en cuanto a longitud de tallo,

utilizando una dosis de 800 ppm aplicado una vez por semana. Y no aumenta el tamaño de este, entre más fertilizante se le aplique, pues no aumentó la longitud utilizando 1600 ppm aplicado una vez por semana, lo que da una idea de que el cultivo tiene un óptimo de nutrición

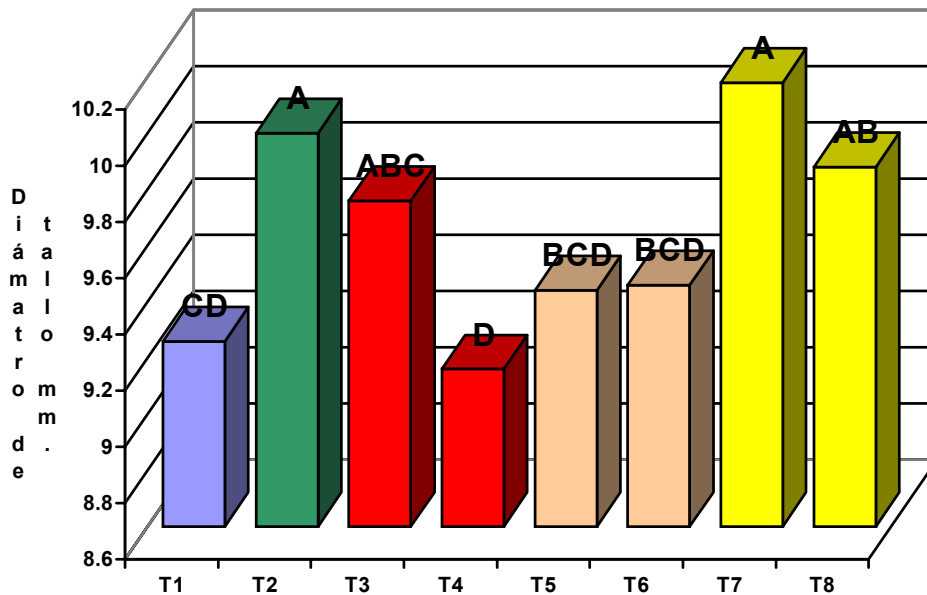
**Los resultados obtenidos por Ramírez (1993), realizados en crisantemo utilizando los mismo criterios de fertirriego, no concuerdan con los obtenidos en este trabajo, pues obtuvo mejor respuesta para la altura de planta aplicando 100 ppm de fertilizante en el riego, pero no obtuvo mejores resultados en dosis altas, tal vez por partir de una base muy alta de fertilización, o porque las exigencias nutricionales del crisantemo son mayores.**

#### **4.2.- Diámetro de tallo.**

**Es importante esta variable por lo que es tomada como un parámetro de calidad debido a que un tallo delgado es sinónimo de que el cultivo careció de buenos cuidados durante su ciclo de producción. Es preferido que casi alcance el centímetro de diámetro, además de que facilita el manejo del cultivo, es una característica que indica la calidad del producto y en que mercado se comercializará. Esto se da en muchas ornamentales.**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza (ver cuadro 7.3 del apéndice) calculado para la variable diámetro de tallo, donde se encontró diferencia altamente significativa usando una comparación de medias al 0.05 de significancia (ver cuadro 7.4 del apéndice), usando la prueba de medias dms.

Se observó que los tratamientos que tuvieron un mejor comportamiento en cuanto a la variable diámetro de tallo, fueron los tratamientos donde se aplicaron 400 ppm de fertilizante por litro una vez por semana T7, obteniendo un diámetro de 10.18 mm y el tratamiento T2 que es el del criterio por fases el cual obtuvo un diámetro de 10.00 mm (ver figura 4.2). En segundo plano un poco abajo pero muy cerca de los mejores tratamientos, T8 que es 400 ppm fertilizante dos veces por semana el cual tuvo un diámetro de 9.88 mm y un poco menor T1 que es 100 ppm de fertilizante una vez por semana y presentó un diámetro de 9.76 mm. El tratamiento que se comportó menos sobresaliente fue T4 el de 100



ppm de fertilizante dos veces por semana 9.16 mm y muy parecido, pero con una tendencia un poco mayor fue el tratamiento T1 donde se aplicó el criterio g/m<sup>2</sup>/mes con un diámetro de 9.26 mm (ver cuadro 7.4 del apéndice).



Figura 4.2.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable diámetro de tallo.

En los resultados obtenidos por las medias, de los diferentes criterio (ver cuadro 4.1), en cuanto a la variable diámetro de tallo, el mejor criterio fue, por fases con un diámetro de 10.00 mm. En las diferentes dosificaciones dentro del criterio ppm de fertilizante en el riego se comportaron mejor los tratamientos donde se emplearon de 400 ppm de fertiolizante con un diametro de 10.03 mm y dentro de las aplicaciones por semana, la mejor fue, la de los tratamientos de una vez por semana con 9.79 mm, que donde se aplicaron 2 veces por semana con 9.50 mm.

Los resultados obtenidos son parecidos a los obtenidos por Hernández (1999), en un trabajo en crisantemo utilizando fertirriego en ppm, donde los mejores resultados los obtuvo aplicando 800 ppm para aumentar el diámetro de los tallos.

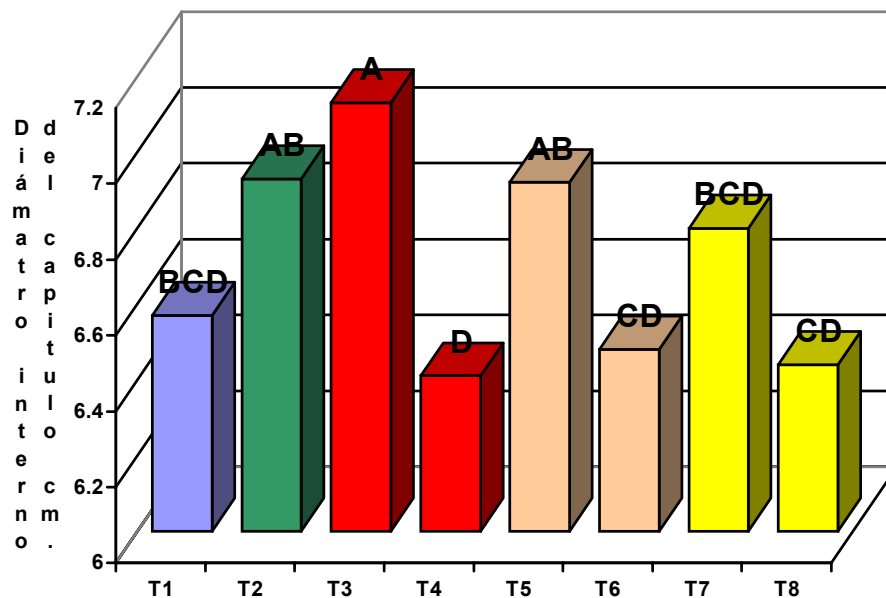
**Los datos obtenidos por Paredes (1999), en crisantemo utilizando el criterio de fases con diferente numero de aplicaciones por semana, no concuerdan, pues el obtuvo mejores resultados aplicando tres veces por semana, y este tratamiento no rebaso al testigo.**

#### **4.3.- Diámetro interno del capitulo.**

Este es un buen parámetro para tomar en cuenta como calidad en la flor del girasol, pero depende su tamaño de él cultivar que se use.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza (ver cuadro 7.5 del apéndice) calculada para la variable diámetro interior del capitulo. Si se encontró diferencia altamente significativa, usando una comparación de medias al 0.05 de significancia (ver cuadro 7.6 del apéndice) usando la prueba para comparación de medias dms.

Se observó que el comportamiento en cuanto a la variable diámetro interno de capitulo, que el más sobresaliente fue el tratamiento T3 donde se aplicaron 100 ppm fertilizante de la formula (80-20-60) una vez por semana el cual alcanzo un diámetro interno de capitulo de 7.13 cm (ver figura 4.3), seguido muy de cerca por los tratamientos, T2 criterio por fases con 6.93 cm y T5 donde se aplicaron 200 ppm de fertilizante de la formula (80-20-40) una vez por semana con un diámetro de 6.92 cm. El tratamiento que menos sobresalió fue T4 donde se aplicaron 100 ppm de fertilizante dos veces por semana con un diámetro de 6.41 cm, con un comportamiento mejor pero muy parecido fueron los tratamientos T6 donde se aplicaron 400 ppm de fertilizante dos veces por semana con 6.48 cm y T8 donde se aplico 400 ppm de



fertilizante dos veces por semana obteniendo un diámetro interno de capitulo de 6.44 cm.

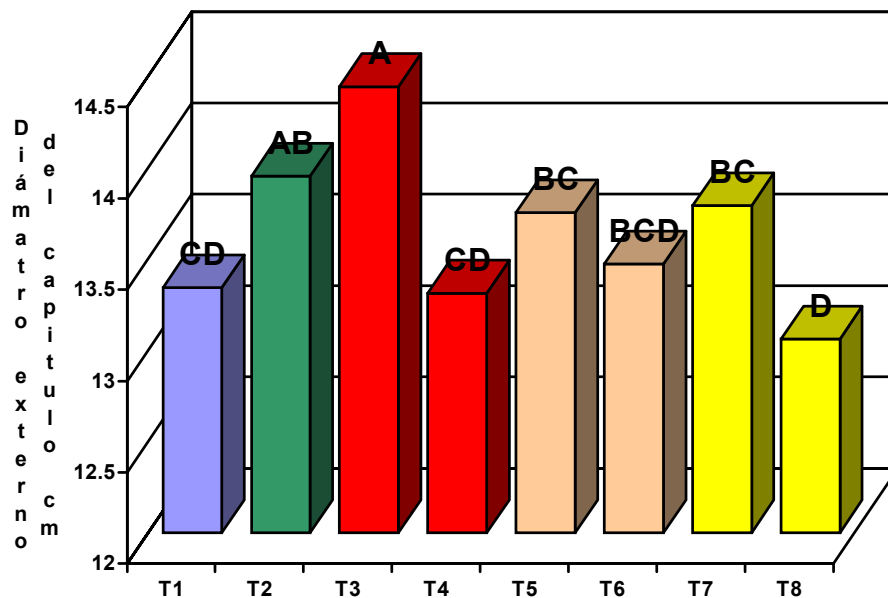
**Figura 4.3.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable diámetro interno del capitulo.**

En los resultados obtenidos por las medias, de los diferentes criterios (ver cuadro 4.1), en cuanto a la variable diámetro interno del capitulo, el mejor criterio fue, el criterio por fases con in diámetro de 6.93 cm. En las diferentes dosificaciones dentro del criterio ppm, se comportaron mejor los tratamientos de 100 ppm de fertilizante que reportaron un diámetro de 6.77 cm y dentro de las aplicaciones por semana,

la mejor fue, la de los tratamientos de una vez por semana los cuales obtuvieron un diámetro promedio de 6.95 cm.

#### 4.4.- Diámetro externo del capitulo.

Este es un factor para tomar en cuenta a la hora de hacer la presentación final al consumidor, ya que se tiene la creencia de que el girasol presenta un tamaño



considerable de capitulo, pero este va hacer del tamaño del cultivar de que se trate.

Figura 4.4.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable diámetro externo del capitulo.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza (ver cuadro 7.6 del apéndice) calculado para la variable diámetro exterior de capitulo, hay una diferencia altamente significativa, usando una comparación de medias al 0.05 de significancia (ver cuadro 7.7 del apéndice) usando una prueba para las medias dms.

Se observo que el comportamiento en cuanto a la variable diámetro exterior de capitulo que, el tratamiento de manera más sobresaliente fue T3 en el cual se aplicaron 100 ppm de fertilizante una vez por semana con un diámetro externo de capitulo 14.40 cm, también se comporto de manera parecida, pero un poco disminuida fue el tratamiento T2 el cual es del criterio por fases 13.95 cm (ver figura 4.4).

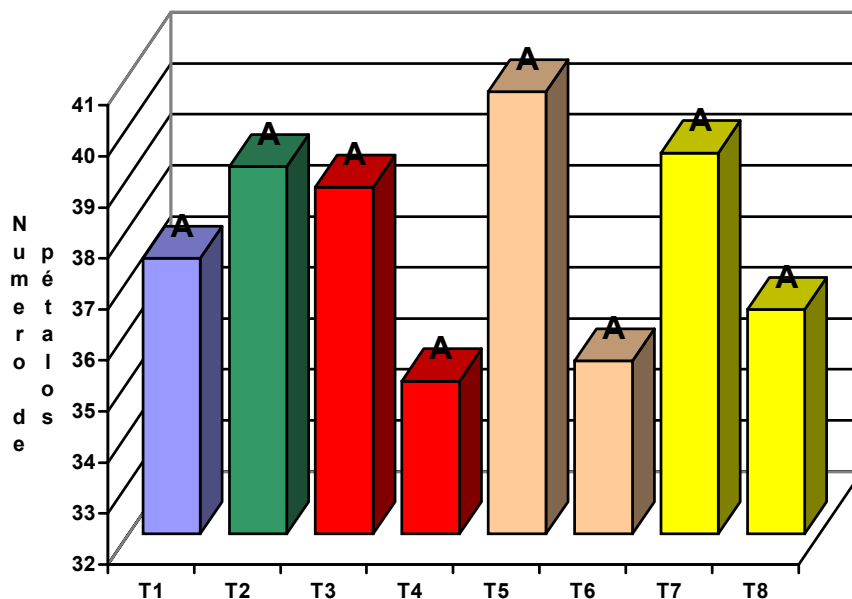
El tratamiento menos sobresaliente fue T8 donde se aplicaron 400 ppm de fertilizante alcanzando un diámetro de 13.09 cm comportándose de manera similar pero con una pequeña tendencia mayor de tamaño fue T4 donde se aplico 200 ppm de fertilizante dos veces por semana al alcanzar un diámetro de 13.31 cm, los demás tratamientos se encuentran intermedios entre los tratamientos anteriormente mencionados (ver cuadro 7.7 del apéndice).

En los resultados obtenidos por las medias, de los diferentes criterio, en cuanto a la variable diámetro externo del capitulo, el mejor criterio fue, el de por fases con un diámetro de 13.95 cm. En las diferentes dosificaciones dentro del criterio ppm de fertilizante se comportaron mejor los tratamientos de 100 ppm con un diámetro de 13.88 cm y dentro de las aplicaciones por semana, la mejor fue, de los tratamiento de una vez por semana con 14.00 cm de diámetro (ver cuadro 4.1).

#### **4.5.- Numero de pétalos.**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza (ver cuadro 7.9 del apéndice) calculado para la variable de numero de pétalos. No se presento diferencia significativa, por lo cual no se realizo comparación de medias. Por lo que se observaron solo las tendencias (ver cuadro 7.10 del apéndice).

Se observo que el tratamiento que presento una mayor tendencia en cuanto al numero de pétalos fue el T5 donde se aplico 200 ppm de fertilizante una vez a la semana con 40.67 pétalos. Seguido por los tratamientos T7 en el cual se aplico 400 ppm de fertilizante una vez por semana teniendo 39.47 pétalos y el T2 en el cual se aplico el criterio por fases con 39.20 pétalos. El tratamiento que tuvo el comportamiento más pobre fue T4 donde se fertilizo con 100 ppm de fertilizante dos veces por semana reportando 35.00 pétalos y teniendo un comportamiento muy parecido pero un poco



mejor es el tratamiento T6 donde se aplicaron 200 ppm de fertilizante dos veces por semana reportando un numero de pétalos 35.40 (ver cuadro 7.10 del apéndice).

**Figura 4.5.- Comportamiento del girasol ornamental al uso de diferentes criterios de fertirriego, para la variable numero de pétalos.**

#### 4.6.-Días a cosecha y vaciado de cama.

En cuanto a los resultados en la variable días a cosecha y vaciado de cama, no se realizó un análisis estadístico. Se promediaron los días, por criterio, número de aplicaciones y por niveles de concentración (solo para el criterio de ppm). Los resultados se pueden observar en el cuadro 4.1.

#### 4.6.1.- Días a cosecha.

El criterio que tardó menos días en ser cosechado fue el de g/m<sup>2</sup>/mes 80 días, seguido en orden ascendente por el criterio por fases 83 días y por último el de ppm 84 días. En cuanto dentro del criterio de ppm, el tratamiento que se comportó más precoz fue el de 100 ppm 83 días, seguido por el de 200 ppm 84 días y el menos precoz fue el de 400 ppm el cual reportó 85 días (ver cuadro 4.1).

Los resultados obtenidos en cuanto al días a cosecha es debido a la cantidad de nutrientes, la cual tiene una repercusión muy directa sobre el comportamiento de las plantas, entre mejores condiciones tiene (nutrientes) tardan más tiempo en entrar a su etapa reproductiva, pero si sufren de no muy buenas condiciones prefieren desarrollarse más rápidamente para lograr su principal meta la cual es la permanencia de la especie.

Cuadro 4.1.- Respuesta del girasol ornamental, al uso de tres criterios de fertirriego.

Variable	Altura de planta (cm).	Diámetro de tallo (mm).	Diámetro interno del capítulo (cm).	Diámetro externo del capítulo (cm).	Días a cosecha.	Vaciado de cama.
Tratamientos						
g/m <sup>2</sup> /mes.	113.77	9.26	6.57	13.34	80	8
Fases.	140.47	10.00	6.93	13.95	83	8
ppm de fertilizante.	137.09	9.25	6.70	13.65	84	8
100 ppm.	131.60	9.46	6.77	13.88	83	9
200 ppm.	134.73	9.45	6.70	13.62	84	6
400 ppm.	144.93	10.03	6.62	13.44	85	8
l/sem.	133.49	9.79	6.95	14.00	82	9

2/sem.	140.69	9.50	6.44	13.29	85	7
--------	--------	------	------	-------	----	---

Dentro de numero de aplicaciones (1 y 2 aplicaciones por semanas) los tratamientos que se comportaron más precoz fue el de una aplicación por semana (82 días) y el aplicación dos veces por semana, aumento 3 días más a su cosecha (ver cuadro 4.1).

#### 4.6.2.- Vaciado de cama.

Dentro de esta variable todos los criterios de fertirriego se comportaron iguales teniendo todos 8 días. Dentro de las diferentes dosis en el criterio de ppm hubo diferencia, comportándose con un rango de más días los tratamientos de 100 ppm con 9 días, seguido de 400 ppm con 8 días y el que presento menos días fue el tratamiento de 200 ppm de fertilizante en el riego con 6 días (ver cuadro 4.1).

Dentro de las aplicaciones (1 y 2 veces por semana), se observo el mayor rango de días, en la de una vez por semana con 9 días y el de dos veces reporto 7 días (ver cuadro 4.1).

## V.- CONCLUSIONES

El mejor criterio de fertirriego fue el de fases ya que mantuvo una buena relación en las características deseables para tener una buena calidad en girasol ornamental para flor de corte.

Esto seguramente se debió a que el cultivo va requiriendo, en diferentes cantidades los nutrientes durante las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo, ya que en este criterio de fertirriego se utilizan diferentes cantidades y relaciones de nutrientes, por lo cual en este se obtuvo esta respuesta. No así en los demás criterios de fertirriego en donde aumento el fertilizante pero siempre guardando la relación entre los nutrientes (**N, P y K**).

Es importante tomar en cuenta que las técnicas de fertilización vía riego tiene resultados demasiado sobresalientes en comparación con la fertilización normal. Por lo cual se deben de buscar cada día más formas de cómo aplicar la. Es importante partir de algunas observaciones ya hechas para tomar como cierto parámetro, pero no hay que olvidar que podría haber un sin numero de combinaciones posibles dado que interviene muchisimos factores y seria difícil encontrar la dosificación idónea para cierto cultivo y la etapa de crecimiento en que se encuentre.

Por otra parte es importante utilizar fertilizantes estándares, ya que en el mercado existen productos que ya vienen formulados para algunos cultivos, pero en definitiva son caros, pues el costo es alto tomando en cuenta los kilos de nutrientes que aportan por el precio.

## **VI.- SUGERENCIAS**

**Es muy buena la rentabilidad del cultivo de girasol ornamental como flor cortada, por lo cual es una alternativa de cultivar una especie, de fácil manejo, su buena adaptabilidad, para explotarse comercialmente se debe de considerar ciertos puntos:**

- Aplicar el criterio de fases, ya que en el se aplican los fertilizantes vía riego, directamente al suelo; además de que se debe de aplicar una sola vez por semana lo que baja el costo de aplicación y se pueden



organizar mejor las actividades de riego, fertilización y manejo del cultivo.

- Mantener una abundante humedad en el suelo, en las primeras etapas de crecimiento del girasol y también antes de la floración especialmente si la temperatura que haga es mayor a 30°C se debe de regar ese mismo día.
- La aplicación de productos para controlar las plagas se deben de realizar cada 15 o 10 días.
- En cuanto al control de enfermedades es importante conocer las condiciones ambientales del lugar evitando de preferencia los periodos de alta humedad relativa dentro del ciclo del cultivo.
- Para aplicar cualquier tipo de fertirriego no es necesario de contar con una infraestructura especial, si no simplemente ingeniárselas para, simplemente aplicar la cantidad de agua, fertilizante y el intervalo de tiempo entre cada riego, requeridos por el cultivo.

## **VII.- LITERATURA CITADA**

Alba O. Y Llanos C. 1990. El Cultivo del Girasol. Ediciones Mundi-prensa.  
Madrid, España.

Bartolini R. 1989. La Fertilidad de los Suelos. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Botanical. 1998. Botanical.com. Home Page of... A Modern Herbal. by Mrs. M. Grieve originally published 1931.  
<http://www.botanical.com/botanical/mgmh/s/sunfl100.html>.

Burgueño J. CIQA. VII Semana Nacional de Plásticos en la Agronomía. Agroplásticos. Fertirrigación. México.

Cadahia L. C. 1998, Fertirrigación en Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Cadahia C. Y López. 1982. Normas de Toma de Muestra. Departamento de Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid. Comunicación personal. España.

Dekalb. 1999. Dekalb link. El Libro del Girasol. Requerimientos Climáticos.  
[http://www.dekalb.com/dids\\_h2.htm](http://www.dekalb.com/dids_h2.htm).

FYPA. 1998. Fertilizantes y Productos Agropecuarios. Departamento Técnico. Folleto. Córdoba, Veracruz, México.

- García E. 1987. Modificaciones al Sistema Climático de Köeppen (adaptado a las condiciones de la República Mexicana). 4ta edición. México D. F.
- Hernández C. J. 1999. Influencia del Fertirriego en dos Cultivares de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* R.), Bajo el Criterio de ppm de fertilizante en el Riego en Invernadero. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México.
- Infoagro. 1999. INFOAGRO. Plantas Oleaginosas, El Cultivo del Girasol. [http://www.infoagro.com/oleaginosas\\_industriales/oleaginosas/girasol.asp](http://www.infoagro.com/oleaginosas_industriales/oleaginosas/girasol.asp).
- Missouri. 1999. Agricultural publication G4290 — Reviewed October 1, 1993  
Sunflower: An American Native Robert L. Myers and Harry C. Minor  
Department of Agronomy, University of Missouri-Columbia Extension  
<http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/crops/g04290.htm>.
- Mygarden 2000. MY GARDEN. Helianthus Annuus. <http://www.ppclinet.fit/~mygarden/heli.htm>.
- Paredes C. R. 1999. Influencia de la Fertirrigación NPK, Bajo el Criterio de Nutrición por Fases en dos Cultivares de Crisantemo Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México.
- Ramirez F. M. 1999. Comparación de tres Técnicas de Fertirrigación en el Cultivo de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* R.), Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México.
- Robles S. 1985. Producción de Oleaginosas Y Textiles. Editorial Limusa. Segunda edición. México.

Rodríguez S. F. 1982 Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Editorial AGV. México.

Sánchez P. A. 1993. S. E. P. Manual para la Educación Agropecuaria de Cultivos Oleaginosos. Editorial Trillas. México.

Simpson K. 1991. Abonos y Estiércoles. Editorial Acriba. Zaragoza, España.

Viorel V. A. 1977. El Girasol Editorial Mundi-prensa. Madrid España.

Wattsagro. 1999. WATTSAGRO. Tecnología, Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales. Fertigación.

<http://www.wattsagro.com.mx/>

Wildflowers. 1999. Wildflowers of houston.

[http://home.steuber.com/sarah/flwrs/Families/Asteraceae\\_4.html](http://home.steuber.com/sarah/flwrs/Families/Asteraceae_4.html).

**Cuadro 7.1.- Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm).**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	7	5533.38	790.48	15.40 *	2.32	3.25
Error	32	1641.63	51.30			
Total	39			* significativa a 0.01 y 0.05		
C.V. = 5.32		dms = 9.2265				

**Cuadro 7.2.- Comparación de medias para la variable altura de planta (dms).**

Tratamientos.	Valor
T6	184.74 A
T7	147.53 A
T8	142.53 A
T2	140.47 AB
T3	132.40 BC
T4	138.80 C
T5	120.77 D
T1	113.77 D

**Cuadro 7.3.- Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (mm).**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	7	4.70	0.67	4.07 *	2.32	3.25
Error	32	5.283	0.16			
Total	39			* significativa a 0.01 y 0.05		
C.V. = 5.21		dms = 0.5131				

**Cuadro 7.4.- Comparación de medias para la variable diámetro de tallo (dms).**

Tratamientos.	Valor
T7	10.18 A
T2	10.00 A
T8	9.88 AB
T3	9.76 ABC
T6	9.46 BCD
T5	9.44 BCD
T1	9.26 CD
T4	9.16 D

**Cuadro 7.5.- Análisis de varianza para la variable diámetro interno de capitulo (cm).**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	7	2.54	0.36	4.29 *	2.32	3.25
Error	32	2.71	0.85			
Total	39			*Significante a 0.01 y 0.05		
C.V. = 4.34		dms = 0.3749				

**Cuadro 7.6.- Comparación de medias para la variable diámetro interno de capitulo (dms).**

Tratamientos.	Valor
T3	7.13 A
T2	6.93 AB
T5	6.92 AB
T7	6.80 ABC
T1	6.57 BCD
T6	6.48 CD
T8	6.44 CD
T4	6.14 D

**Cuadro 7.7.- Análisis de varianza para la variable diámetro externo de capitulo (cm).**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	7	6.49	0.93	4.52 *	2.32	3.25
Error	32	6.52	0.21			
Total	39	13.06		*Significante a 0.01 y 0.05		
C.V. = 5.32		dms = 0.5834				

**Cuadro 7.8.- Comparación de medias para la variable diámetro externo de capitulo (dms).**

Tratamientos.	Valor
T3	14.40 A
T2	13.95 AB
T7	13.79 BC
T5	13.75 BC
T6	13.47 BCD
T1	13.34 CD
T4	13.31 CD
T8	13.09 D

**Cuadro 7.9.- Análisis de varianza para la variable numero de pétalos.**

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	7	148.41	21.20	1.91 **	2.32	3.25
Error	32	354.65	11.08			
Total	39	503.06		**No significativa a 0.01 y		
C.V. = 8.81				0.05		

**Cuadro 7.10.- Medias de la variable numero de pétalos.**

Tratamientos.	Valor
T1	37.40
T2	39.20
T3	38.80
T4	35.00
T5	40.67
T6	35.40
T7	39.47
T8	36.40

