UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

# EFECTO DE CUATRO FITORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL GIRASOL (*Helianthus annuus* L.)

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA
BIOLOGO MARIO ALBERTO SILVA GARZA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.
OCTUBRE DE 1998

TM
SB299
.S9
S5
c.1

1080087114

9472

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

# EFECTO DE CUATRO FITOHORMONAS ESTIMULADORES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL GIRASOL (Helianthus annuus L.)

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA
BIOLOGO MARIO ALBERTO SILVA GARZA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.
OCTUBRE DE 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

# EFECTO DE CUATRO FITORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL GIRASOL (*Helianthus annuus* L.).

## TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTÁNICA

PRESENTA

BIOLOGO MARIO ALBERTO SILVA GARZA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. OCTUBRE 1998

TM
SB299
.S7
S5

BMU Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS
BMU Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS MAESTRIA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN**
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS**
**SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**


# EFECTO DE CUATRO FITORREGULADORES EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL GIRASOL (*Helianthus annuus* L.).

**TESIS**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTÁNICA

**PRESENTA**


**BIOLOGO MARIO ALBERTO SILVA GARZA**


COMISIÓN DE TESIS

DRA. HILDA GÁMEZ GONZÁLEZ
**DIRECTOR**

Ph.D. FRANCISCO ZAVALA GARCIA
**SECRETARIO**

DR. BALTAZAR CUEVAS HERNÁNDEZ
**VOCAL**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. OCTUBRE 1998

# AGRADECIMIENTOS

## A DIOS:

Por que desde el vientre de mi Madre me ha demostrado su Amor, pues siempre me ha iluminado al guiarme por el buen camino y por haberme inspirado en los momentos difíciles, pues su palabra dice: "el mandamiento es lámpara y la enseñanza es luz, y camino de vida las reprensiones que te instruyen" (Prov. 6:23).

## A MI DIRECTORA:

Dra. Hilda Gámez González con cariño, respeto y admiración, sus sabios consejos y su atinada dirección hicieron posible la culminación de esta investigación.

## A MI CO-DIRECTOR:

Ph.D. Francisco Zavala García agradezco infinitamente su colaboración por su valiosa asesoría en el trabajo experimental de campo y sus atinadas discusiones para el desarrollo de esta investigación por sus amplios conocimientos y experiencias.

A MI ASESOR:

Dr. Baltazar Cuevas Hernández por su gentileza, gran disponibilidad y excelente calidad humana; por su atinada revisión de este escrito.

Al Ph.D. Rigoberto E. Vázquez Alvarado.
Jefe del Centro de Invest. Agropecuarias de la FAUANL

Por su gran apoyo y acertada conducción en el establecimiento de la primera siembra experimental.

## A MI ASESOR EXTERNO:

Biól. M.Sc. Manuel Rojas Garcidueñas por sus sabios consejos y su orientación en esta investigación además de sus atinadas observaciones en la revisión del presente escrito .

## A MIS MAESTROS:

En forma especial a:

Dra. Hilda Gámez González

Dr. Ratikanta Maití Maití

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

Quienes, contribuyeron en mi formación profesional, con todo respeto y afecto.

MI GRATITUD

Especial al ex-director de la Escuela Preparatoria No. 22 Lic. Crescencio Salinas Salinas por su amplio, bondadoso apoyo económico y moral durante mi carrera profesional.

Quiero también expresar mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Nuevo León por haberme otorgado el apoyo de beca económica para la realización de mi tesis profesional de grado de Maestro en Ciencias.

Con Profundo Agradecimiento

Al Director de la Preparatoria No. 22 Dr. Socorro Guajardo González por su inestimables apoyo moral y económico prestado a la presente investigación.

Agradezco la colaboración al Biól. Adolfo Reyes García quien hizo posible que se llevara a cabo la elaboración del presente escrito.

y

A todas las personas que de alguna manera u otra contribuyeron en esta investigación.

# DEDICATORIAS

## A MI ESPOSA:

Norma Idalia Gutiérrez González.

Con todo el amor del mundo, por su comprensión y apoyo en la realización de esta gran meta.

## A MIS HIJOS:

Mario, Aldo y Evelyn Lo máximo en mi existir.

## A MIS PADRES:

Mi Madre, Sra. San Juana Guadalupe Garza Vda. de Silva la más linda y admirable de todas las madres, por su apoyo material y Espiritual.

A mi Padre, Sr. Silvestre Silva Leal (Q.E.P.D.) sin cuyo ejemplo de responsabilidad jamás hubiera logrado esta meta.

Con todo el cariño para ellos, a quienes les debo todo, por sus consejos y sacrificios, por que supieron inculcarme sanos principios y constante anhelo de superación.

## A MIS HERMANOS:

Juan, Irma, José y Sergio con fraternal cariño.

*A mis compañeros y amigos, especialmente a:*

*Biól. M.C. Javier Ruiz Steele, Biól. M.C. Joaquín Fernández Solís, Biól. María Elena Montero por motivarme a ingresar al programa de Maestría en Ciencias.*

## A MIS COLEGAS

*Especialmente a mis compañeros de trabajo de la Academia de Biología de la Escuela Preparatoria No. 22.*

... Para hacer producir es necesario salir de las oficinas, internarse en el campo, ensuciarse las manos y sudar ...es el único lenguaje que entienden el suelo, las plantas y los animales.

Doctor Norman E. Borlaug
Premio Nobel de la Paz (1970).

## CONTENIDO

PAGINA

INDICE DE CUADROS..... xix

INDICE DE FIGURAS..... xxi

RESUMEN..... xxii

1. INTRODUCCIÓN..... 1

2. LITERATURA REVISADA..... 3

2.1. Perspectiva histórica y origen geográfico..... 3

2.2. Distribución en México..... 4

2.3. Clasificación botánica..... 5

2.4. Descripción morfológica..... 5

2.5. Condiciones ecológicas..... 7

2.6. Condiciones edafológicas..... 8

2.7. Importancia económica..... 8

2.8. Plagas y enfermedades..... 9

2.8.1. Pájaros..... 10

2.8.2. Insectos..... 11

2.8.2.1. "Picudo del tallo y raíz"

*Rhynchites mexicanus* (Gyll). ..... 11

2.8.2.2. "Picudo cortador"

*Haplorhynchites aeneus* (Boh)..... 11

2.8.2.3. "Picudo de la semilla"

*Smicronix fulvus* (LeC)..... 12

2.8.2.4. "Gusano de espina" *Vanessa cardui* (L.)..... 12

2.8.2.5. "Frailecillo"

*Macrodactylus mexicanus* (Burn) ..... 13

2.8.3. Mayates..... 13

2.8.4. " Palomilla del capítulo "

*Homoeosoma electellum* (Hulst.) ..... 14

2.8.5. Tipos de gusanos..... 14

2.8.6. Enfermedades..... 15

2.8.6.1. "Mancha de la hoja"

*Alternaria helianthi* (Hansf., Tub. Y Nish) ..... 15

2.8.6.2. "Cenicilla o Mildiu polvoriento"

*Erysiphe cichoracearum* (D.C.) ..... 16

2.8.6.3. "Mancha del tallo" *Phoma oleracea*..... 16

2.8.6.4. "Pudrición del capítulo" *Rhizopus* spp..... 17

2.8.6.5. "Roya o tizón" *Puccinia helianthi* (Schw.) ..... 17

2.9. Regulación del desarrollo vegetal..... 17

2.9.1. Fitorregulación..... 17

2.9.2. Cuidados generales en el uso de los fitorreguladores..... 18

2.9.3. Fitorreguladores hormonales..... 18

2.9.3.1. Auxinas..... 19

2.9.3.1.1. Acción fundamental..... 21

2.9.3.1.2. Efectos fisiológicos..... 21

2.9.3.1.3. Giberelinas..... 22

2.9.3.1.4. Biosíntesis de las giberelinas..... 23

2.9.3.1.5. Acción fundamental..... 23

2.9.3.1.6. Efectos Fisiológicos..... 23

2.9.3.2. Citocininas..... 24

2.9.3.2.1. Biosíntesis de las citocininas..... 25

2.9.3.2.2. Acción fundamental..... 25

2.9.3.2.3. Efectos Fisiológicos..... 25

2.9.3.3. El Etileno..... 26

2.9.3.3.1. Biosíntesis del etileno..... 26

2.9.3.3.2. Acción fundamental..... 26

2.9.3.3.3. Efectos Fisiológicos..... 27

2.9.3.4. Ácido Abscísico (ABA)..... 27

2.9.3.4.1. Biosíntesis..... 28

2.9.3.4.2. Acción fundamental..... 28

2.9.4. Fitorreguladores no hormonal..... 29

2.9.4.1. Concepto General..... 29

2.9.4.1.1. Clormequat..... 29

2.9.4.1.2. Daminozide (N.C. Alar) ..... 30

2.9.4.1.3. Clorflurecol (N.C. Maintain CF125)..... 31

2.9.4.1.4. Folcisteína (N.C. Ergostim)..... 32

2.9.5. Fitorreguladores complejos..... 32

2.10. Investigaciones de Fitorregulación en girasol y otros cultivos..... 33

2.10.1. Fitorreguladores Hormonales..... 33

2.10.2. Fitorreguladores no hormonales..... 35

2.10.3. Fitorreguladores Complejos..... 40

3. MATERIALES Y METODOS..... 42

3.1. Descripción del sitio..... 42

3.1.1. Ubicación del experimento..... 12

3.1.2. Condiciones Climáticas..... 12

3.1.3. Suelo..... 43

3.2. Material..... 43

3.3. Características de los reguladores de crecimiento utilizados..... 44

3.3.1. Biozyme TF..... 44

3.3.2. Biogib..... 45

3.3.3. Cycocel..... 45

3.3.4. Cultar o Bonzi..... 45

4.3. Metodología..... 46

4.3.1. Preparación del suelo..... 46

4.3.2. Establecimiento del experimento..... 46

4.3.3. Riegos..... 48

4.3.4. Labores culturales..... 49

4.3.5. Control Químico..... 49

4.3.6. Fertilización..... 49

4.3.7. Cosecha..... 50

3.4. Diseño experimental y análisis de datos..... 50

4. RESULTADOS..... 52

4.1. Observaciones en campo de malezas, insectos y enfermedades. 52

4.1.1. Malezas..... 52

4.1.2. Insectos ..... 51

4.1.3. Enfermedades por hongos ..... 51

4.2. Análisis de varianza (ANOVA) ..... 52

4.3. Prueba de Duncan ..... 55

4.4.1. Ciclo de siembra P-V ..... 55

4.4.2. Ciclo de siembra O-I ..... 60

4.4. Análisis de correlación ..... 65

4.4.1. Ciclo de siembra P-V ..... 65

4.4.2. Ciclo de siembra O-I ..... 65

4.5. Análisis de regresión ..... 68

4.6. Varianza Combinada ..... 71

5. DISCUSION ..... 74

6. CONCLUSIONES ..... 80

7. RECOMENDACIONES ..... 81

8. LITERATURA CITADA ..... 82

9. APENDICE ..... 90

# INDICE DE CUADROS


**Cuadro** **Página**

1. Datos climatológicos de dos ciclos de siembra, 1997. 43

2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales y un testigo durante el ciclo de siembra Primavera–Verano 1997, en Marín, N.L. 53

3. Cuadrados medios del análisis de varianza de las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales y un testigo durante el ciclo de siembra Otoño–Invierno 1997, en Marín, N.L. 54

4. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características de la planta del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Primavera–Verano 1997, en Marín, N.L. 56

5. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características del rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Primavera–Verano 1997, en Marín, N.L. 59

6. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características de la planta del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Otoño–Invierno 1997, en Marín, N.L. 61

7. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características de rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Otoño–Invierno 1997, en Marín, N.L. 63

8. Coeficiente de correlación Pearson de las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra primavera – verano 1997, en Marín, N.L. 66

| Cuadro | Página |
|---|---|


9. Coeficiente de correlación Pearson de las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Otoño–Invierno 1997, en Marín, N.L. ---------- 67

10. Análisis de regresión del rendimiento contra otras características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Primavera–Verano 1997, en Marín, N.L ---------- 69

11. Análisis de regresión del rendimiento con características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra Otoño–Invierno 1997, en Marín, N.L. ---------- 70

12. Cuadrados medios de Análisis de Varianza para las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluada con cuatro fitorreguladores comerciales, de dos ciclos de siembra 1997 en Marín, N. L. ---------- 72

13. Cuadrados medios de Análisis de Varianza para las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluada con cuatro fitorreguladores comerciales, de dos ciclos de siembra 1997 en Marín, N. L. ---------- 73

# INDICE DE FIGURAS

**Figura** **Página**


1. Clasificación de las principales auxinas.---------- 20

2. Estructuras químicas de algunas giberelinas. ---------- 22

3. Estructuras químicas de algunas citocininas. ---------- 24

4. Estructura química del etileno.---------- 26

5. Estructura química del ácido abscísico.---------- 27

6. Estructura química del Clormequat (Cycocel). ---------- 29

7. Estructura química del Daminozide (Alar).---------- 30

8. Estructura química del Clorflurecol.---------- 31

9. Estructura química de la Folcisteína (Ergostim).---------- 32

10. Plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) tratadas con los fitorreguladores Biogib (ácido giberélico) y Cycocel (Clormequat), durante los ciclos de siembra P – V y O – I, 1997. ------ 91

11. Plantas de girasol (*H. annuus* L.) tratadas con los fitorreguladores Cultar (Paclobutrazol) y Biozyme, durante los ciclos de siembra P – V y O – I, 1997. --- 92

12. Plantas de girasol (*H. annuus* L.) del tratamiento testigo en cada ciclo de siembra. --- 93

13. Capítulos de girasol (*H. annuus* L.) tratados con los fitorreguladores Biogib (ác. giberélico) y Cycocel (Clormequat), durante el ciclo de siembra O – I, 1997. En el ciclo P–V los capítulos fueron poco menores en su diámetro. ---- 94

14. Capítulos de girasol (*H. annuus* L.) tratados con los fitorreguladores Cultar (Paclobutrazol) y Biozyme, durante el ciclo de siembra O – I. En el ciclo P–V los capítulos fueron poco menores en su diámetro. --- 95

15. Capítulos de girasol (*H. annuus* L.) del tratamiento testigo durante el ciclo de siembra O – I. En el ciclo P–V los capítulos fueron poco menores en su diámetro. --- 96

# RESUMEN

Los fitorreguladores son compuestos hormonales capaces de regular el desarrollo vegetal, se han utilizado ampliamente en la agricultura, especialmente en horticultura o en plantas ornamentales, escasamente en cultivos oleaginosos como el girasol, a pesar de se una planta que se conoce desde hace varios cientos de años en México; fue llevada por los españoles en el siglo XVI a países europeos como una planta ornamental, y en Rusia fue donde el girasol empezó a adquirir importancia oleaginosa.

El uso principal a que se destina la semilla de girasol es la obtención de aceite comestible, industrialmente para barnices, cosméticos, pinturas y en la elaboración de alimentos concentrados para la ganadería y la avicultura.

En nuestro país, el cultivo de girasol ha perdido importancia, por lo que el objetivo de la investigación, fue evaluar el efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en la expresión de las características morfológicas de la planta y su rendimiento.

Se sembraron veinte parcelas de girasol variedad TECMON–52, midiendo cada una 6m de largo por 4.8m de ancho; cada unidad experimental estuvo formada por seis surcos con una distancia de 0.8m. se aplicaron dos aspersiones foliares de los tratamientos a los veintiún y treinta y seis días de sembradas las plantas con Biozyme TF a 500 ml/ha, Biogib (ácido giberélico) a 5.0 mM, Cycocel (Clormequat) a 3,000 ppm, Cultar (Paclobutrazol) a 31 ppm y un testigo.

Las variables medidas fueron: altura, diámetro del tallo, longitud y ancho de la hoja, longitud y diámetro del pecíolo, área foliar, diámetro del capítulo, número y peso de aquenios y rendimiento de grano (kg/ha). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cinco tratamientos (cuatro fitorreguladores y el testigo) y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos bajo el análisis de varianza mostraron estadísticamente diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos para cada variable en ambos ciclos de siembra, excepto para la variable diámetro del tallo que mostró diferencias significativa ($p<0.05$) en el ciclo de siembra Primavera–Verano. El análisis de correlación para las variables estimadas presentó una asociación altamente significativa en la mayoría de las variables. El análisis de regresión (Stepwise) determinó que le rendimiento esta en función del diámetro del capítulo, longitud del pecíolo y peso de aquenios. En el análisis combinado se presentaron diferencias altamente significativas para todas las variables estudiadas en los tratamientos.