

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**EFFECTO 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**

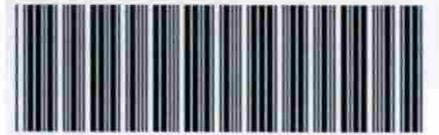
TM

SB299

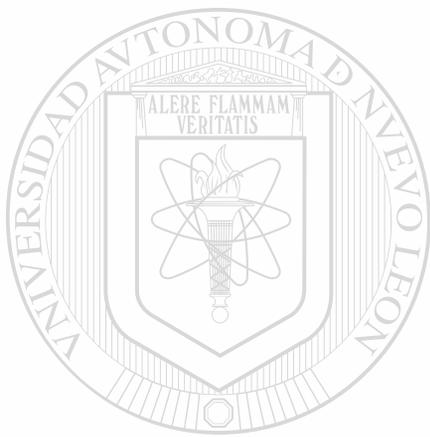
.S9

S5

c.1



1080087114



# UANL

---

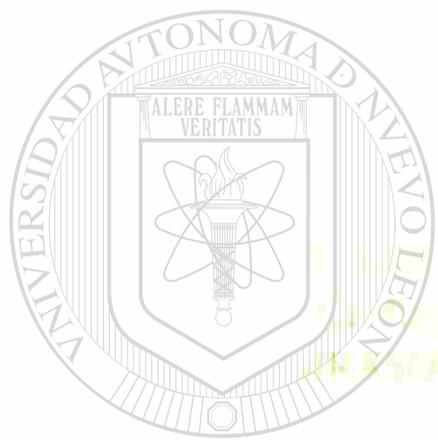
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

9472

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS  
SUBDIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS



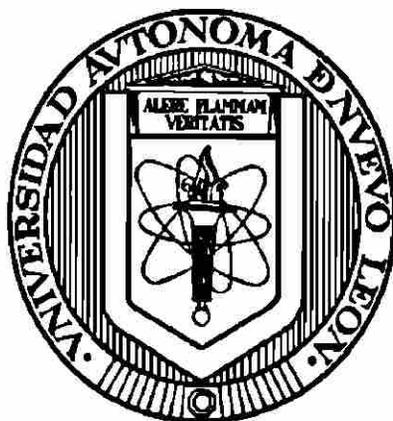
# UANL

TESIS  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
COMO REQUISITO PARCIAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN BOTANICA

PRESENTA  
GONMARIO ALBERTO SILVA GARZA

EN LAS CLAS DE LOS GARZA, N. L.  
EL MES DE JUNIO DE 1998

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



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

**TESIS**

---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN BOTÁNICA**

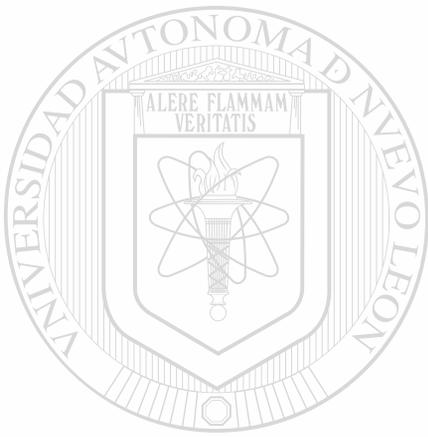
**PRESENTA**

**BIOLOGO MARIO ALBERTO SILVA GARZA**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.**

**OCTUBRE 1998**

74  
58299  
.59  
55

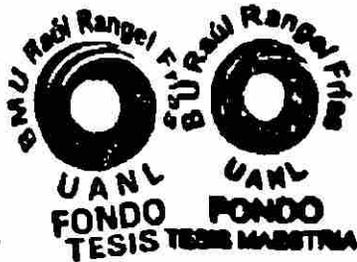


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



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

**EFFECTO 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**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

*Hilda Gámez González*  
**DRA. HILDA GÁMEZ GONZÁLEZ**  
**DIRECTOR**

*Francisco Zavala García*  
**Ph.D. FRANCISCO ZAVALA GARCÍA**  
**SECRETARIO**

*Baltazar Cuevas Hernández*  
**DR. BALTAZAR CUEVAS HERNÁNDEZ**  
**VOCAL**

# AGRADECIMIENTOS

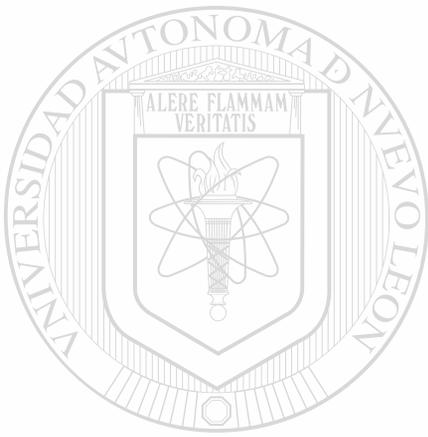
## A DIOS:

*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).*

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*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.*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

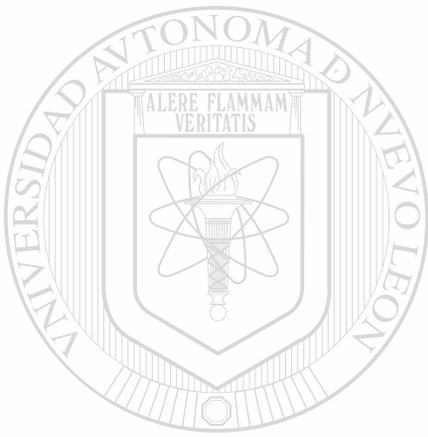
*A MI CO-DIRECTOR:*

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*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.*



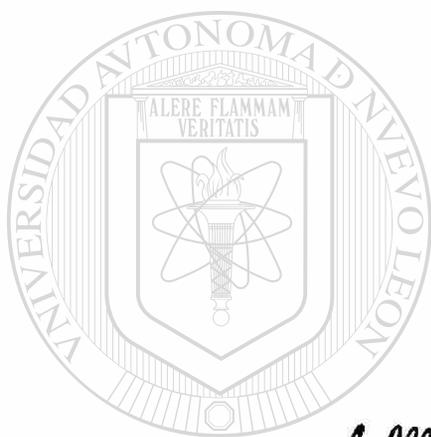
UANL

*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 .*



UANL

*A MIS MAESTROS:*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

*En forma especial a:*

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*Dra. Hilda Gámez González*

*Dr. Ratihanta Maiti Maiti*

*Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab*

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

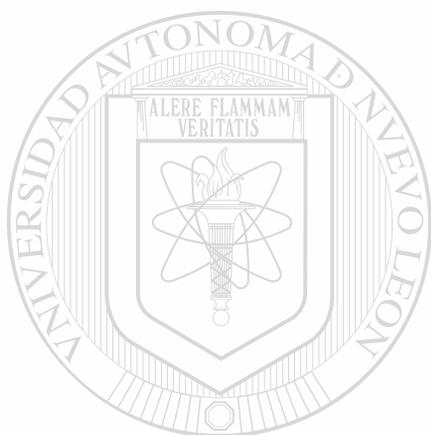
*MI GRATITUD*

*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.*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*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.*



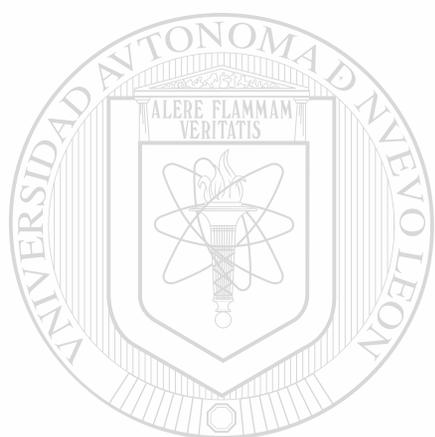
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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



<sup>y</sup>  
UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

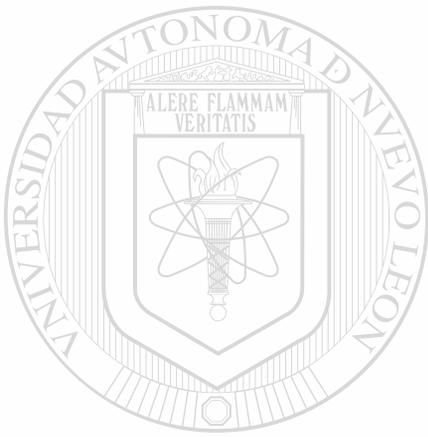
*A todas las personas que de alguna manera u otra  
contribuyeron en esta investigación.*

# 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.*



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

*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. Silvestro 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.*

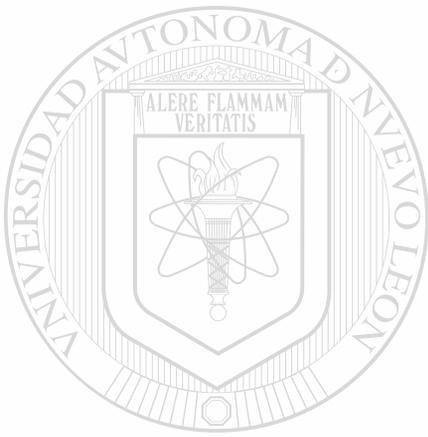
*A mis compañeros y amigos, especialmente a:*

*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.*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*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).**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CONTENIDO

## PAGINA

<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>xix</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xxi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xxii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LITERATURA REVISADA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Perspectiva histórica y origen geográfico.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Distribución en México.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. Clasificación botánica.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4. Descripción morfológica.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5. Condiciones ecológicas.....</b>	<b>7</b>
<b>2.6. Condiciones edafológicas.....</b>	<b>8</b>
<b>2.7. Importancia económica.....</b>	<b>8</b>
<b>2.8. Plagas y enfermedades.....</b>	<b>9</b>
<b>2.8.1. Pájaros.....</b>	<b>10</b>
<b>2.8.2. Insectos.....</b>	<b>11</b>

2.8.2.1. “Picudo del tallo y raíz”	
<i>Rhynchites mexicanus</i> (Gyll). .....	11
2.8.2.2. “Picudo cortador”	
<i>Haplorhynchites aeneus</i> (Boh).....	11
2.8.2.3. “Picudo de la semilla”	
<i>Smicronix fulvus</i> (LeC).....	12
2.8.2.4. “Gusano de espina” <i>Vanessa cardui</i> (L.).....	12
2.8.2.5. “Frailecillo”	
<i>Macroductylus mexicanus</i> (Burn) .....	13
2.8.3. Mayates .....	13
2.8.4. “ Palomilla del capítulo “	
<hr/> <i>Homoeosoma electellum</i> (Hulst.) .....	14
2.8.5. Tipos de gusanos.....	14
2.8.6. Enfermedades.....	15
2.8.6.1. “Mancha de la hoja”	
<i>Alternaria helianthi</i> (Hansf., Tub. Y Nish) .....	15
2.8.6.2. “Cenicilla o Mildiu polvoriento”	
<i>Erysiphe cichoracearum</i> (D.C.) .....	16

2.8.6.3. "Mancha del tallo" <i>Phoma oleracea</i> .....	16
2.8.6.4. "Podrición del capítulo" <i>Rhizopus spp.</i> .....	17
2.8.6.5. "Roya o tizón" <i>Puccinia helianthi</i> (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. Cloromequat.....	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

<b>3.1.2. Condiciones Climáticas.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.3. Suelo.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. Material.....</b>	<b>43</b>
<b>3.3. Características de los reguladores de crecimiento utilizados.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.1. Biozyme TF.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.2. Biogib.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.3. Cycocel.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.4. Cultar o Bonzi.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3. Metodología.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.1. Preparación del suelo.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.2. Establecimiento del experimento.....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.3. Riegos.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.4. Labores culturales.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.5. Control Químico.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.6. Fertilización.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.7. Cosecha.....</b>	<b>50</b>
<b>3.4. Diseño experimental y análisis de datos.....</b>	<b>50</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Observaciones en campo de malezas, insectos y enfermedades.</b>	<b>52</b>
<b>4.1.1. Malezas.....</b>	<b>52</b>

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 ( <i>Helianthus annuus</i> 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 ( <i>Helianthus annuus</i> 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 ( <i>Helianthus annuus</i> 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 ( <i>Helianthus annuus</i> 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 ( <i>Helianthus annuus</i> 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 ( <i>Helianthus annuus</i> 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 ( <i>Helianthus annuus</i> L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitorreguladores comerciales durante el ciclo de siembra primavera - verano 1997, en Marín, N.L. _____	66

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 Clomequat (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 ( <i>Helianthus annuus</i> L.) tratadas con los fitorreguladores Biogib (ácido giberélico) y Cycocel (Clomequat), durante los ciclos de siembra P – V y O – I, 1997. ....	91
11. Plantas de girasol ( <i>H. annuus</i> 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 ( <i>H. annuus</i> L.) del tratamiento testigo en cada ciclo de siembra. ....	93
13. Capítulos de girasol ( <i>H. annuus</i> L.) tratados con los fitorreguladores Biogib (ác. giberélico) y Cycocel (Clomequat), 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 ( <i>H. annuus</i> 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 ( <i>H. annuus</i> 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 ser 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 (Clomequat) 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 el rendimiento está 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.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# **1. INTRODUCCIÓN.**

Las distintas partes del vegetal se desarrollan de una manera coordinada, su crecimiento y diferenciación dependen no sólo de factores nutritivos sino también de sustancias químicas (hormonas) capaces de intervenir en el metabolismo que actúan en pequeñas cantidades para activar o deprimir algún proceso del desarrollo. La interacción de los diferentes grupos de hormonas en los procesos fisiológicos de la planta pueden estimular o inhibir el crecimiento de tallos y hojas, acelerar la formación de las flores y frutos, etc., como lo han demostrado las auxinas, giberelinas, y los retardadores de crecimiento Cycocel (Clomequat) y Cultar o Bonzi (Paclobutrazol).

Los incrementos en la producción del girasol, generalmente se han logrado modificando el genotipo de la planta utilizándose técnicas de fitomejoramiento, o bien mediante aplicaciones de fertilizantes en el suelo. Sin embargo, también dichos incrementos han sido posibles a través de la manipulación de los cultivos cambiando su fenotipo, mediante el uso de agroquímicos, como pueden ser los fitorreguladores que actúan sobre los ácidos nucleicos reprimiendo o estimulando la acción de los genes (Rojas, 1993).

Los fitorreguladores han sido ampliamente aplicados en la agricultura especialmente en horticultura, fruticultura y plantas ornamentales; poco se han utilizado en los cultivos oleaginosos como el girasol, el cual ha ido perdiendo importancia en México, a pesar de ser una buena alternativa en zonas semiáridas. En 1971 se sembraron aproximadamente 67,000 ha con una producción de 79,000 t (Robles,

1985); en la década de 1981-1990 la superficie media sembrada fue de 12,862 ha con una producción de 7, 525 t (Salcedo *et al.*, 1991); para el año agrícola 1990-1991 la superficie nacional sembrada fue de 2, 247 ha con una producción de 1, 059 t (INEGI, 1997).

Entre las características más importantes del girasol cultivado son: posee resistencia a sequía y a bajas temperaturas, alto porcentaje de aceite, por su rusticidad y gran área de adaptación tiene buen porvenir en diversas regiones del país. Por lo anterior el cultivo de girasol presenta un gran potencial en las zonas semiáridas de México, por lo tanto su explotación ayudaría a resolver el fuerte déficit de aceite y forraje que sufre nuestro país y que contribuiría a mejorar el bienestar de grupos marginados en las zonas más pobres de México (Valencia, 1996).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro fitorreguladores: Biozyme TF, Biogib (ácido giberélico), Cycocel (Clomequat) y Cultar o Bonzi (Paclobutrazol) sobre algunas características de la planta que determinen algunas ventajas sobre un aumento en la producción de forraje y semilla de girasol.

## **2. LITERATURA REVISADA.**

### **2.1. Perspectiva histórica y origen geográfico.**

El girasol es nativo de Norteamérica, Kansas es el estado de la flor del girasol y crece ampliamente en muchas áreas de Estados Unidos. Fue llevado de América para España un poco antes de la mitad del siglo XVI y extendido por la ruta del comercio hacia Italia, Egipto, Afganistán, India, China y Rusia. El cultivo del girasol como una planta oleaginosa fue desarrollada por primera vez en Rusia, en el año 1779 se hicieron las primeras pruebas de extracción de aceite y en el período de 1830 a 1840 se inició la explotación comercial del aceite de girasol en este país y fue ampliamente aceptado por toda Europa (Ortegón *et al.*, 1993). Desde 1966 el girasol se ha convertido en un cultivo de importancia económica como productor de aceite en los Estados Unidos (Cobia y Zimmer, 1980).

El centro de origen se encuentra limitado hacia las llanuras del Oeste de Norteamérica, incluyendo el Norte de México (Robles, 1985; Ortegón, *et al.*, 1993). El origen del girasol cultivado es incierto, pero existe la teoría que fue originado en el Suroeste de Norteamérica, en el Mississippi o en los valles del río Missouri (Cobia y Zimmer, 1980); aunque Tocagni (1980), afirma que fue en la región del Mississippi.

Antes del cultivo del maíz los Indios Americanos usaban el girasol como un cultivo medicinal, las tribus indígenas Zuni establecidos en la parte Suroeste de los Estados Unidos, utilizaban raíces del girasol para efectos medicinales contra la picadura de serpientes (Roca, 1989); fuente de tintura, el aceite lo utilizaban para decorar y pintar

cuadros y en alfarería, y como un calendario de caza, cuando el girasol estaba alto y floreado el búfalo estaba gordo y la carne buena. Exploradores españoles observaron por primera vez el girasol en Norteamérica, y en 1580 era una flor común de jardín en España. Los primeros exploradores ingleses y franceses encontraron que los indios americanos utilizaban el girasol y también lo introdujeron en sus tierras respectivas. La domesticación del girasol fue hecha por los colonizadores del nuevo mundo, lo usaban como un suplemento de alimento para ganado, más tarde el girasol fue cultivado primariamente como ornamento de jardín y como cultivo de ensilaje a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. La producción del girasol ha sido expandida mundialmente como resultado primario del desarrollo de las variedades de alto contenido de aceite por los científicos soviéticos, y más recientemente por el desarrollo de variedades híbridas (Cobia y Zimmer, 1980). Mundialmente, la superficie cosechada del cultivo del girasol es de 9'844,000 ha con una producción de 11'754,000 t de granos, lo cual indica que el rendimiento promedio sobre ha es de 1,194. (Robles, 1985).

## **2.2. Distribución en México.**

En nuestro país, el girasol se encuentra distribuido en los estados de Zacatecas, Durango, Coahuila, Chihuahua, Jalisco, Nuevo León, Guanajuato, Hidalgo, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nayarit, entre otros, siendo las entidades mas productoras: Tamaulipas, con una superficie nacional sembrada de 766 ha y una producción de 318.82 t, y San Luis Potosí con 635 ha y una producción de 65 t (INEGI, 1997).

### 2.3. Clasificación botánica.

De acuerdo a Robles (1985), la clasificación botánica del girasol es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub-División	Pterópsida
Clase	Angiospermas
Sub-Clase	Dicotiledóneas
Orden	Synandreae
Familia	Compositae
Sub-Tribu	Tubiflorae
Tribu	Heliantheae
Género	<i>Helianthus</i>
Especie	<i>annuus</i>
Nombre Científico	<i>Helianthus annuus</i>

### 2.4. Descripción morfológica.

El girasol es una planta anual, de gran desarrollo en todos sus órganos. Pertenece a la familia de las compuestas y al género *Helianthus*, el cual comprende aproximadamente 68 especies entre las que hay anuales y perennes. En Norteamérica existen cerca de 50 especies, de las cuales la más importante es *H. annuus*, por dos razones: a) se cultiva como planta oleaginosa y ornamental; b) es la más distribuida geográficamente, pues forman parte de la especie, tanto malas hierbas como plantas cultivadas (Ortegón *et al.*, 1993).

**La raíz es pivotante; se forma por un eje principal dominante y abundantes raíces secundarias. La raíz principal crece con mayor rapidez que la parte aérea al iniciarse el desarrollo de la planta. Durante la fase, de cuatro a cinco pares de hojas alcanza una profundidad de 50 a 70 cm. y llegan al crecimiento máximo en la floración (Escobedo, 1993; Viorel citado por Santos, 1991).**

**El tallo es erecto, vigoroso y cilíndrico. Tiene el interior macizo. Al llegar a la madurez, se inclina en la parte terminal a consecuencia del peso de la inflorescencia. La superficie exterior es rugosa, asurcada y pubescente arriba y sin pelos abajo. La altura de las plantas aceiteras es entre 60 y 220 cm. El diámetro varía entre 2 y 6 cm, con mayor grosor en su parte inferior (Escobedo, 1993; Santos, 1991).**

**Las hojas son alternas, grandes, trinervadas, muy pecioladas, de formas variables, acuminadas, dentadas, con vellosidad áspera en el haz y el envés. La posición de las hojas en los primeros 2 o 3 pares son opuestas y las demás son alternas, ásperas por ambas caras. El número de hojas por planta varía entre 12 y 40, según las condiciones del cultivo y las peculiaridades individuales de la variedad (Escobedo, 1991; Tocagni, 1980).**

**La inflorescencia, llamada capítulo o cabeza, es compuesta y está formada por un receptáculo cubierto alrededor por brácteas que le dan consistencia al capítulo, el diámetro del capítulo varía entre 10 y 40 cm y contiene de 500 a 1,500 florecillas (Guerrero, 1984; INEGI, 1997).**

El fruto recibe el nombre de aquenio, el cual es seco, indehisciente y se compone por el pericarpio (cáscara) que puede ser blanco, estriado (negro y blanco), negro, pardo o rojizo; y por la semilla (almendra). El aquenio mide alrededor de 4 a 6 mm de ancho por 8 a 12 mm de largo (Escobedo, 1993).

## **2.5. Condiciones ecológicas.**

Las áreas o países más productores de girasol se encuentran situados entre los 45° de latitud Norte y 35° de latitud Sur. En la latitud Norte, los países más productores son: Rusia, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, y países europeos; en el Hemisferio sur se siembra principalmente en Argentina, la parte sur de Africa y la parte sur o centro de Australia. La altitud es otra de las condiciones determinantes para el establecimiento del girasol, se puede sembrar desde el nivel del mar hasta 1,000 metros de altitud que es donde se obtienen los mayores rendimientos a nivel mundial, pero, desde luego, existen regiones en donde se pueden sembrar hasta 2,500 msnm (Robles, 1985).

La temperatura media optima del cultivo de girasol es de aproximadamente 20°C, aunque fácilmente toleran temperaturas que oscilan entre 10 y 40°C. Saumell (1976) dice que para que el girasol tenga un buen desarrollo requiere de un clima templado o templado cálido. Es una planta que para su germinación y emergencia necesita una temperatura media superior a 15°C; por ejemplo, bajo una temperatura media diaria superior a 19°C, la germinación y la emergencia pueden lograrse en menos de ocho días. Igualmente, Vranceanu (1977) indicó que el girasol se adapta a condiciones

térmicas variadas, puesto que se desarrolla normalmente tanto a temperaturas mayores de 28°C como a temperaturas menores de 13°C. Esto explica su adaptabilidad y la posibilidad de que el cultivo se dé en distintas condiciones climáticas.

El medio ambiente debe tener un bajo porcentaje de humedad relativa, ya que de lo contrario sería un medio propicio para la proliferación de enfermedades. Los requerimientos de agua son de 400 a 500 mm repartidos en el ciclo vegetativo de la planta, sea por medio de riego o de precipitación pluvial (Robles, 1985).

Con respecto al fotoperíodo, el girasol es una planta típicamente indiferente al número de horas luz, pero las mejores condiciones serán cuando se tengan de 12 a 14 horas luz (Robles, 1985).

## **2.6. Condiciones edafológicas.**

Para un buen desarrollo en las plantas de girasol se requiere de un pH adecuado del suelo siendo el óptimo entre 7 a 7.5, aunque se han aprovechado suelos en donde se tiene un pH de alrededor de 6.5 y también en otros con más de 8. La textura del suelo para este cultivo es de tipo migajón–arenoso o migajón–arcilloso (Robles, 1985).

## **2.7. Importancia económica.**

El girasol se ha convertido en un cultivo de gran importancia industrial para la obtención de aceite y la elaboración de alimentos concentrados para la ganadería y la avicultura (Robles, 1985).

Robinson (1973) mencionó que el aceite de girasol sirve para la preparación de productos tales como: jabones, cosméticos, pinturas, barnices y en la manufactura de plásticos. Igualmente, Sandvik (1979) y Warrington (1980) indicaron que el aceite de girasol crudo en proporciones de 50% con aceite diesel, puede utilizarse como lubricante de motores.

A la semilla de girasol, se le reconocen muy buenas cualidades como alimento humano, tanto que se le clasifica entre los alimentos completos, contiene proteínas, lípidos y carbohidratos. Además aporta minerales y una extraordinaria cantidad y variedad de vitaminas en combinaciones y proporciones adecuadas (Tocagni, 1980).

Por último, pasando de los distintos usos de la semilla a los del tallo, corresponde señalar que en Estados Unidos y posiblemente en otros países, se han encargado a nivel de laboratorio, de elaboración de distintos tipos de aglomerados para su utilización de cielorrasos y como sustituto de la madera (Tocagni, 1980). Así, también, los tallos pueden servir para fabricar papel, que resulta de buena calidad, y son además un buen combustible (INEGI, 1997).

## **2.8. Plagas y enfermedades.**

Como todos los cultivos, el girasol esta sujeto al ataque de plagas, como de algunas aves, insectos y enfermedades producidas por hongos o virus generalmente.

### **2.8.1. Pájaros.**

Varias especies de pájaros pueden dañar el girasol, pero las mayores pérdidas son causadas por urracas y cuervos (Corvidae). Otras especies que lo atacan son: gorriones (Emberizidae), palomas (Columbidae), periquillos (Psittacidae), entre otros. La estructura del capítulo le permite que las aves se posen fácilmente mientras se alimentan de las semillas.

Entre algunas sugerencias para reducir el daño potencial que ocasionan los pájaros en las siembras de girasol, destacan las siguientes:

- a) No sembrar girasol en lugares donde existan depósitos de agua y árboles cerca del cultivo (Cobia y Zimmer, 1980).
- b) Aunque raramente puede existir, hay que vigilar que después o en el momento de la siembra, las aves antes mencionadas no desentierren la semilla para evitar bajas densidades de población (Santos, 1991).
- c) Efectuar las siembras de girasol dentro de una misma área agrícola, que no sean aisladas, tempranas o tardías por que constituirían un gran atractivo como fuente de alimento, sobre todo en casos de escasez.
- d) Hacer siembras tempranas para reducir el período de susceptibilidad al daño ocasionado por el pájaro.
- e) Utilizar variedades precoces y de maduración uniforme para reducir el período de susceptibilidad al daño causado por el pájaro.
- f) Cosechar el girasol tan pronto como sea posible para reducir el período de riesgo.

Es importante ahuyentar a los pájaros tan pronto aparezcan(en el girasol próximo a cosecharse. Esto puede lograrse mediante el uso de rifle, explotador de gas, munición explosiva, pistola, repelente y desecante (Loera, 1993).

### **2.8.2. Insectos.**

El ataque de insectos puede causar serios daños al cultivo del girasol y que requieren el uso de insecticidas para su control. Las plagas de insectos más importantes son:

#### **2.8.2.1. "Picudo del tallo y raíz"**

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

Se encuentra en los estados de México, Guanajuato, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Durango. En su etapa adulta mide de 3 a 5 mm de longitud, es de color verde a bronceado y con brillo metálico. La larva se alimenta de la raíz principal y origina abultamientos parecidos a las agallas, ocasionando la marchitez total de la planta; el adulto corta los tallos a una altura de 3 a 10 cm, abajo del capítulo, provocando que se doblen y posteriormente caigan al suelo. Los gusanos se pueden combatir con el BHC 3% o Dieldrin 2%, a razón de 12 a 18 kg/ha (Robles,1985).

#### **2.8.2.2. "Picudo cortador" *Haplorhynchites aeneus* (Boh).**

Es la especie más común de este género, está ampliamente distribuida en Estados Unidos. También ha sido encontrada en Canadá. El adulto es de color negro

brillante, aproximadamente de 3.9 a 6.6 mm de longitud. La larva es de color cremoso y adopta forma de "C" con un tamaño que varía de 4 a 6 mm de longitud; las hembras se alimentan de polen y del néctar de los capítulos en floración (Loera, 1993).

#### **2.8.2.3. "Picudo de la semilla" *Smicronix fullvus* (LeC).**

Tiene los élitros de color negro con pequeñas escamas ovaladas, la parte inferior del tórax está cubierta de escamas de color blanco grisáceo y el abdomen por escamas de color ocre tenue. Los adultos miden cerca de 3.2 mm de longitud y son de color café rojizo. (Loera, 1993).

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

Se han encontrado en los estados de Durango, México y Tamaulipas, también en Estados Unidos y Canadá. Los adultos son mariposas naranja con puntos negros blancos y azules. Las larvas son oscuras, con espinas y cuando dañan a las hojas provocan su enrollamiento y forman una telaraña en ellas. El adulto es una mariposa coloreada y mide aproximadamente 25 mm de longitud. Sus alas superiores son cafés con variaciones de rojo y naranja, además de manchas negras y blancas. Sus alas inferiores poseen una hilera de 4 manchas oscuras que las caracterizan. (Loera, 1993).

La larva de *V. cardui* es de café a negro, con espinas y una franja amarillo pálido en cada lado. Las larvas maduras miden de 30 a 35 mm de longitud, y se alimentan de las hojas defoliando a las plantas de girasol. En casos necesarios se puede aplicar Toxafeno como una medida de control (Dave *et al.*, citado por Loera, 1993).

### 2.8.2.5. "Frailecillo" *Macroductylus mexicanus* (Burn).

Se le considera también con los nombres de tonto, fraile, tache, nenesh, amancebado. Mide aproximadamente 1.2 cm de largo, es de color gris y tiene patas con muchas espinillas, las cuales le sirven para adherirse a las plantas. Se alimenta de las flores y de las hojas. Se ha encontrado en Tlaxcala y en el Campo Agrícola Experimental Valle de México. Para su control se puede usar Malatión 1000E, ℓ/ha o bien Thiodan 35, 2.5 ℓ/ha (Loera, 1993).

### 2.8.3. Mayates.

*Cotinis mutabilis* sobrina (G.P.).  
*Euphoria dimidiata* (G.P.).  
*E. basilis* (G.P.).  
*E. inda* (L.).  
*E. sepulchralis*.

Los mayates verdes *Cotinis mutabilis* sobrina son bien conocidos por su gran tamaño y color verde lustroso. Con frecuencia se alimentan del polen, así como del exudado de los tallos y pecíolos. Las otras especies del género *Euphoria* son mayates de menor tamaño y de colores variados, hacen daño al capítulo alimentándose de los tejidos del receptáculo y de las semillas. *E. dimidiata* es de color naranja y negro; *E. basilis* de color amarillo y negro; *E. inda* de color café. Para su control se puede usar Malatión 1000E, ℓ/ha o bien Thiodan 35, 2.5 ℓ/ha (Loera, 1993).

#### **2.8.4. “Palomilla del capítulo”. *Homoeosoma electellum* (Hulst.).**

Esta especie está ampliamente distribuida en Estados Unidos, Cuba, Canadá, y en México en los estados de Zacatecas, Durango, Tamaulipas y Nuevo León; está considerada entre los insectos más destructivos del girasol. El adulto es una palomilla grisácea, con una expansión alar de 20 a 21 mm. Cerca del centro de las alas anteriores, tiene un pequeño punto oscuro en forma de disco, y 2 ó 3 pequeños puntos cerca del margen principal de cada ala. Cuando la palomilla está en reposo presenta la apariencia de un cigarro. Las larvas maduras llegan a medir 1.5 cm y son de color café rojizo con 4 bandas longitudinales amarillo-pálidas. Las larvas recién nacidas comienzan a alimentarse de las flores, lo que causa problemas para la polinización. Los capítulos infestados presentan un aspecto sucio debido a la adherencia de florecillas secas, y al excremento de las larvas en la telaraña que producen. En caso de un control químico se pueden aplicar cualquiera de los siguientes insecticidas: Paratión Metílico 50, 2.0 ℓ/ha; Malatión 1000, 1.0 ℓ/ha; Thiodan 35, 2.0 ℓ/ha; Lanate 90, 0.3 kg/ha; Sevín 80, 2.5 kg/ha (Loera y Vargas, citados por Loera, 1993).

#### **2.8.5. Tipos de gusanos.**

**“Gusano soldado” *Spodóptera* sp.**

**“Gusano peludo” *Estigmene acrea* (Drury).**

El daño de los gusanos soldados se presenta cuando las plantas están pequeñas. Cuando las plantas están en floración los gusanos soldados y peludos suelen presentarse alimentándose de los achenios en desarrollo y del follaje. Para el control de

gusano soldado se deben utilizar insecticidas como el Paratión Metílico 50%, 1.0 ℓ/ha; Cyolane 25%, 1.5 ℓ/ha; y para el gusano peludo Lucavex 80%, 2.0 kg/ha (Robles, 1985).

### **2.8.6. Enfermedades.**

Actualmente se conocen más de 35 enfermedades en el girasol, la mayoría causadas por hongos. Entre las que han adquirido importancia en las regiones productoras de girasol en el mundo se encuentran:

#### **2.8.6.1. “Mancha de la hoja”**

***Alternaria helianthi* (Hansf., Tub. y Nish).**

Los síntomas típicos son manchas de color café o negro rodeadas por un halo clorótico en las hojas; cuando la humedad relativa es alta, el centro de las manchas toma un color gris a causa de la esporulación del hongo. Las manchas tienen un diámetro de 3 a 6 mm, pueden crecer y unirse para formar un área de tejido necrótico. También el tallo y el capítulo son atacados; el tallo presenta lesiones longitudinales oscuras de 5 a 15 mm, el capítulo muestra pequeñas manchas cafés principalmente en la parte posterior. La mancha por *Alternaria* se puede combatir mediante la aplicación de los fungicidas Benomyl al 0.5% o 500 g/ha, Mancozeb al 0.3% o Carboxin y Carbendazin al 0.1%. (Díaz, 1993).

### **2.8.6.2. “Cenicilla o Mildiú polvoriento”**

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

Aparecen los primeros síntomas en la etapa de floración del girasol, aunque en invernadero es común observarlos en la plántula. Al principio, en las hojas primarias de la planta aparecen pequeñas manchas con un polvillo blanquecino, pueden crecer y cubrir toda la superficie de la hoja, posteriormente se vuelve clorótica y muere. En casos críticos puede presentarse en las hojas superiores, inclusive en el tallo y capítulo. Esta enfermedad se combate mediante la aplicación del fungicida Benomyl 500 g/ha o Carbendazim 2.0 kg/ha. (Díaz, 1993).

### **2.8.6.3. “Mancha del tallo” *Phoma oleracea*.**

Se encuentra localizada en los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Las plantas enfermas pueden reducir el peso de semilla en un 50% y el contenido de aceite en un 60%. Esta enfermedad se presenta como una mancha pequeña de color café ovalada o romboide, localizándose aproximadamente entre los 20 y 40 cm del suelo y es frecuentemente que su aparición sea justamente donde nace el pecíolo de la hoja. Debido al desconocimiento del agente causal no se sabe de métodos químicos para combatir la enfermedad, no obstante, dado que el mayor número de plantas marchitas de girasol se presentan en suelos con alta humedad hay que evitar encharcamientos en el terreno, evitar sembrar en suelos mal drenados o desnivelados. (Díaz, 1993).

#### **2.8.6.4. “Pudrición del capítulo” *Rhizopus* spp.**

Esta pudrición se ha observado esporádicamente en Tamaulipas y Nuevo León. El capítulo infectado muestra una mancha irregular en la parte posterior, al crecer el tejido toma una consistencia blanda y la mancha presenta un color café. Este hongo se combate con la aplicación de 8 Quinolinolato de cobre 0.2%. (Díaz, 1993).

#### **2.8.6.5. “Roya o tizón” *Puccinia helianthi* (Schw.).**

Los síntomas consisten en pústulas pequeñas circulares, que contienen un polvillo color naranja o negro y pueden estar presentes en cualquier parte aérea en las hojas. Los fungicidas que han dado una protección adecuada al girasol contra *P. helianthi*, son: el Zineb y Oxicarboxín a razón de 430 g/100 ℓ de agua, Mancozeb 200 g/100 ℓ y azufre a 3.250 g/100 ℓ (Díaz, 1993).

## **2.9. Regulación del desarrollo vegetal.**

### **2.9.1. Fitorregulación.**

Se entiende por fitorregulación la modificación del desarrollo vegetal por medio de productos químicos en sus diversos estadios: germinación de semillas o yemas, desarrollo vegetativo, floración y fructificación. La fitorregulación se logra en muchos casos por la aplicación de hormonas sintéticas o de productos parecidos a ellas, que caen dentro de la misma familia química, considerándose que su acción es similar a la de los grupos hormonales: auxinas, giberelinas y citocininas (Rojas, 1988).

### **2.9.2. Cuidados generales en el uso de los fitorreguladores.**

Los fitorreguladores se aplican para restablecer el equilibrio hormonal y por tanto el desarrollo normal de la planta o bien para activar, retardar o modificar algún aspecto del desarrollo. Según Rojas (1988), menciona algunos aspectos específicos en el uso de los fitorreguladores:

- a) Los fitorreguladores actúan sobre diversos aspectos del desarrollo y no solo sobre el que se desea regular.
- b) Cada especie tiene su equilibrio hormonal específico; no se puede asegurar que los efectos obtenidos en una planta tenga lugar en otra.
- c) Los factores del medio, principalmente temperatura, y los propios de la planta, especialmente edad, pueden hacer variar los efectos de los fitorreguladores sobre todo los de tipo auxínico.
- d) Se debe asegurar que los efectos sean realmente ventajosos dar un aclareo de flores, otras puede ser mejor inducir el prendimiento floral, etc.

### **2.9.3. Fitorreguladores hormonales.**

Según Weaver (1990) los fitorreguladores hormonales (fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquéllas. Los fitorreguladores hormonales conocidos se pueden clasificar en auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, y abscisinas. Existen otros grupos hormonales menos conocidos como lo son: las poliaminas y brasinoesteroides; y entre las fitohormonas dudosas se encuentran el florigén, las antesinas y el vernalín (Rojas, 1993).

### **2.9.3.1. Auxinas.**

**Auxina es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes (Weaver, 1990). El término auxina (del griego auxein, incrementar) fue utilizado por Fritz Went en 1926 en experimentos de coleóptilos de avena que causa curvaturas en la luz (Salisbury y Ross, 1994). La Figura 1 muestra que los fitorreguladores auxínicos se pueden clasificar en tres grupos: Los derivados del indol, los derivados del naftaleno y los derivados fenólicos (Rojas, 1988).**

**La auxina se sintetiza principalmente en el ápice del tallo y ramas jóvenes, en las yemas y hojas jóvenes y en general en los meristemas. El AIA es transportado como IAA-inositol principalmente. El transporte de las auxinas endógenas es basipétalo por el floema con los productos fotosintetizados. Así en el lugar donde va a actuar se desliga y pasa a auxina libre que se adhiere a la proteína receptora para efectuar su acción. Cuando se sintetiza en el ápice de la raíz tiene transporte acropétalo.**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

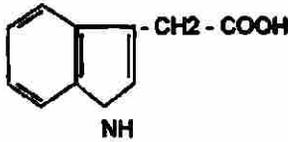
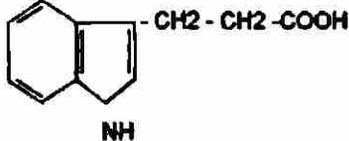
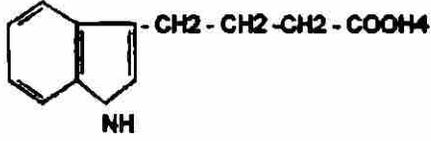
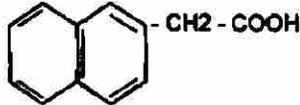
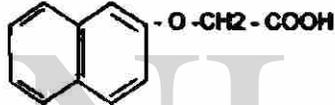
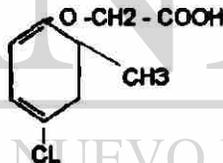
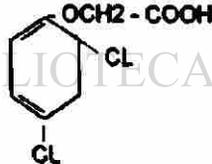
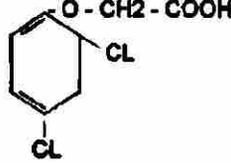
	NOMBRE QUIMICO	NOMBRE TRIVIAL	FORMULA
A) Derivados del Indol:	Acido Indolacético	IAA	
	Acido Indolpropionico	IPA	
	Acido Indolbutirico	IBA	
B) Derivados del Naftaleno	Acido Naftilacético	NAA	
	Acido Naftoxiacético	Noxa	
C) Derivados Fenólicos	Acido 2-metil, 4-clorofenoxiacético	MCPA	
	Acido 2, 4-Diclorofenoxiacético	2,4-D	
	Acido 2, 4, 5-Triclorofenoxiacético	2,4,5-T	

Figura 1. Clasificación de las principales auxinas.

### **2.9.3.1.1. Acción fundamental.**

Se han propuesto varios mecanismos acerca de la acción de las auxinas sobre los ácidos nucleicos. Según uno de ellos actúan removiendo la capa de histonas que envuelve a la cadena de ADN y descubre mensajes que, sin su acción, quedarían reprimidos. Otra hipótesis supone que actúan a nivel de la traducción del mensaje, precisamente sobre el enlace del aminoácido con el ATP que lo activa para unirse al ARN mensajero (enlace acil-adenilato). Las evidencias experimentales apoyan la idea de que la auxina promueve o reprime la síntesis de fracciones del ARN mensajero por un mecanismo aún no conocido (Zurfluh y Guilfoyle, citados por Rojas y Ramírez, 1987).

### **2.9.3.1.2. Efectos fisiológicos.**

Los efectos de las auxinas son múltiples, entre ellos, mencionaremos los siguientes:

- a) Inducción del alargamiento y expansión celular a bajas concentraciones.
- b) Aceleran el proceso de respiración a bajas concentraciones que repercute en un intenso metabolismo; concentraciones que superen el nivel óptimo deprimen estos procesos.
- c) En interacción con otras hormonas, promueven la formación de órganos adventicios (Rojas y Ramírez, 1987).
- d) Estimulación de la división celular.
- e) Inducción en la formación de raíces.

- f) Promueven la floración (piña).
- g) Induce el amarre y desarrollo de los frutos en algunas especies.
- h) Promueven la maduración de algunos frutos (higos) (Weaver, 1990).
- i) Modifican el contenido de ARN, de enzimas y de proteínas (Rojas, 1993).

### 2.9.3.2. Giberelinas.

Las giberelinas se definen como el grupo de compuestos que estimulan la división, la elongación celular o ambas cosas (Weaver, 1990). La Figura 2 presenta algunas estructuras de giberelinas conocidas.

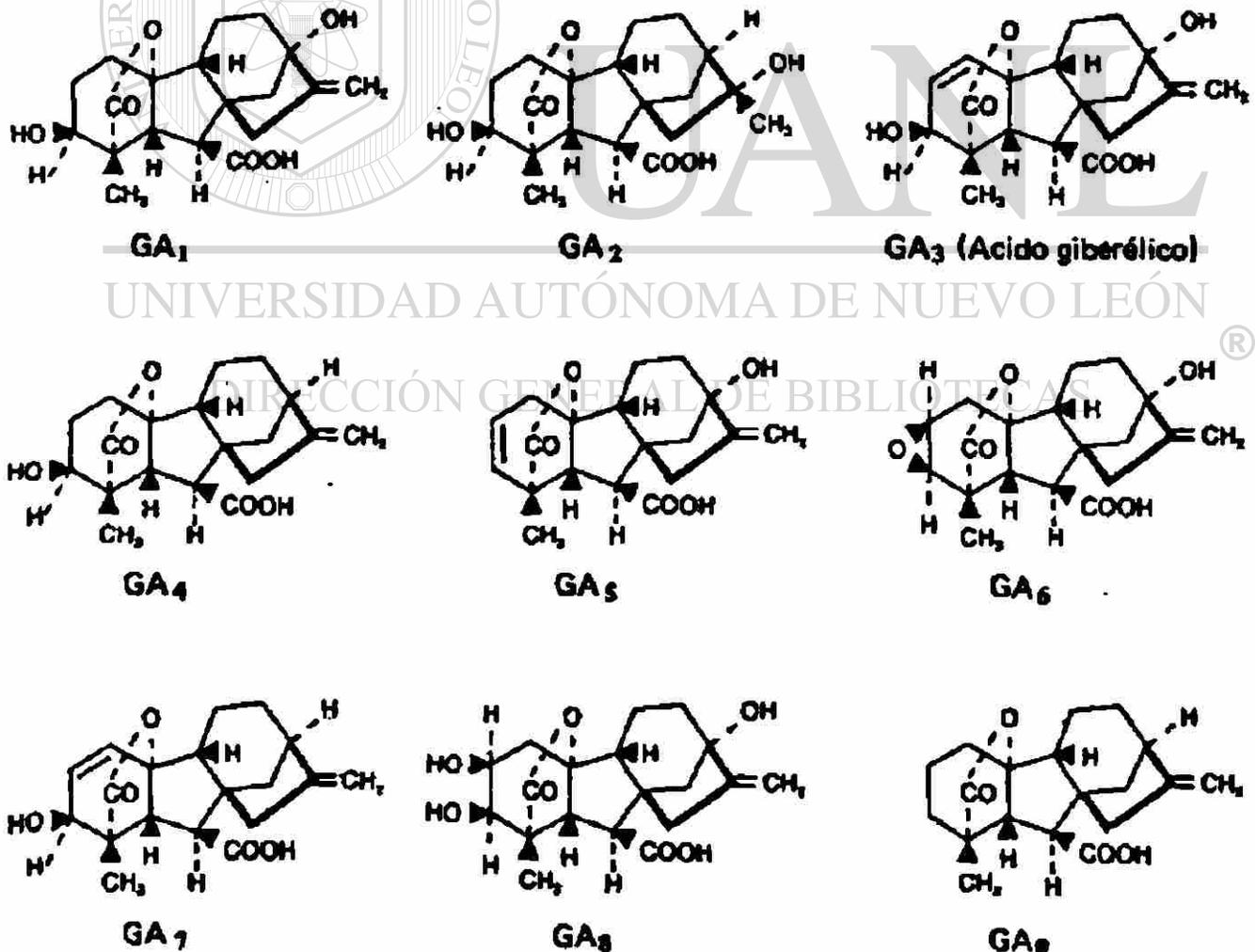


Figura 2. Estructuras de giberelinas comunes.

### **2.9.3.2.1. Biosíntesis de las giberelinas.**

Las giberelinas se sintetizan principalmente en hojas jóvenes y en las semillas en cuyo endospermo se ha encontrado un receptor no identificado. El nivel de GA aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego decrece cuando la semilla madura. La biosíntesis se presenta a partir del ácido mevalónico. El transporte es a través del floema cuyo flujo parece estar activado por las giberelinas las cuales existen en forma libre y conjugada.

### **2.9.3.2.2. Acción fundamental.**

Las giberelinas actúan sobre el ARN desreprimiendo genes. A diferencia de las auxinas, la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones, lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande, o bien, hay una continua síntesis de ellos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **2.9.3.2.3. Efectos Fisiológicos.**

Son dos efectos típicos: uno es el inducir la producción de la amilasa, que pone la energía a disposición de la célula; otro es la represión de genes de enanismo, al producir un crecimiento normal de plantas genéticamente enanas. Otros efectos importantes son: induce la germinación de yemas y semillas, rompiendo el letargo. Inducen la partenocarpia y buen desarrollo del fruto; aumentan el porcentaje de flores masculinas; promueve la floración en las especies que requieren bajas temperaturas,

como la zanahoria, col y nabo. Estimulan la división celular al nivel del meristemo sub-apical (Rojas, 1993; Rojas y Ramírez, 1987; Weaver, 1990).

### 2.9.3.3. Citocininas.

Es el grupo de hormonas naturales descubierto más recientemente y, por tanto, el menos conocido en su acción y efectos. Weaver (1990) definió las citocininas como sustancias del crecimiento de las plantas que provoca la división celular. Algunos ejemplos de citocininas naturales y sintéticas son: zeatina, isopentenil adenosina, cinetina, benciladenina (Ver Figura 3).

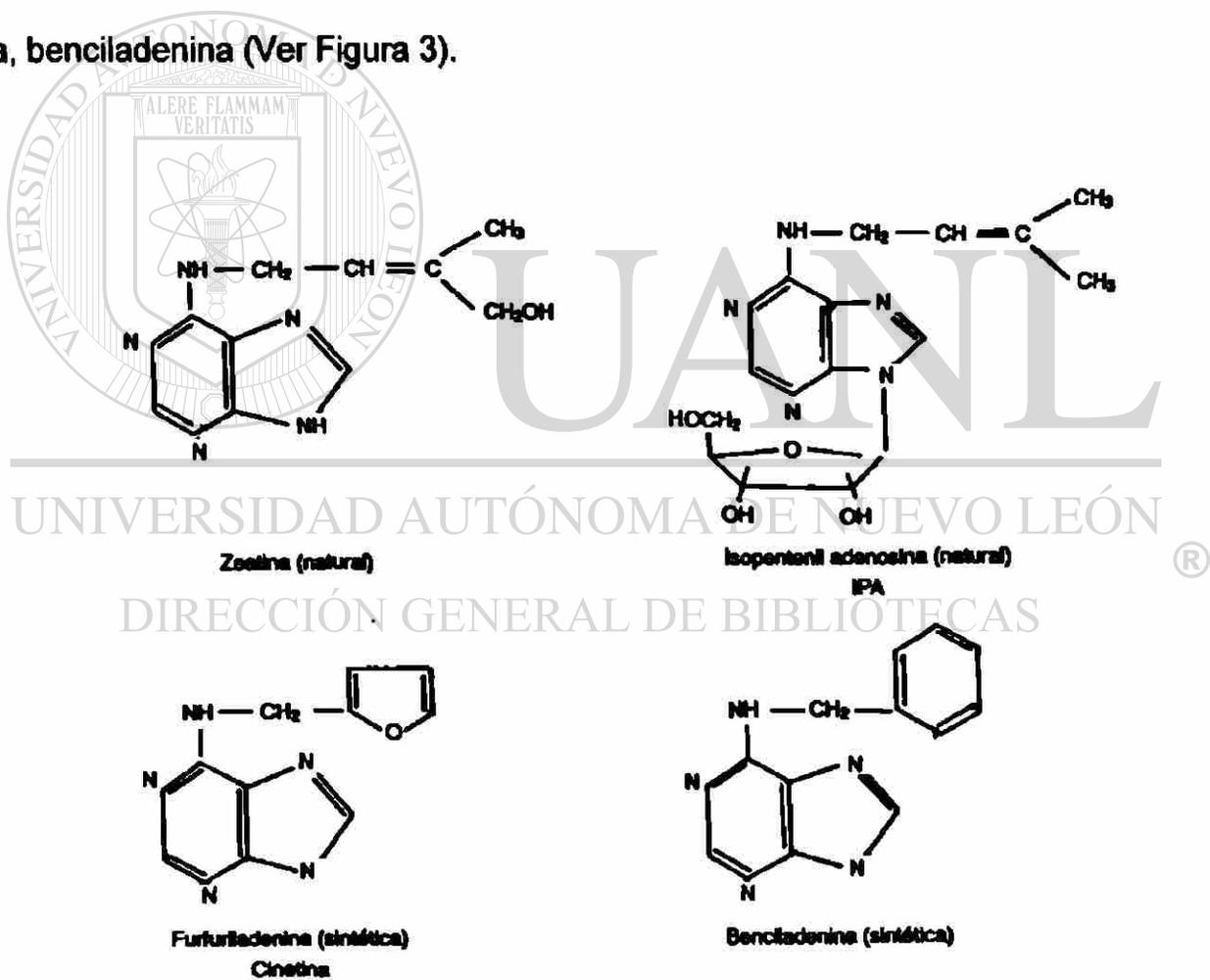


Figura 3. Estructuras químicas de algunas citocininas.

#### **2.9.3.3.1. Biosíntesis de las citocininas.**

Las citocininas se sintetizan principalmente en la raíz, y su presencia en las yemas del tallo, donde tienen efecto hormonal, puede ser por transporte de la raíz, pero, hay informes de su síntesis en las hojas. Por tener adenina en su molécula, se cree que provengan parcialmente de productos de hidrólisis de fracciones de ácidos nucleicos; en el callo de tabaco se ha visto que otra fracción proviene del isopentilfosfato.

#### **2.9.3.3.2. Acción fundamental.**

No se conoce bien la acción fundamental de las citocininas; de manera bien fundamentada se supone que se adhiere al ARN de transferencia y, cuando esto sucede en determinados sitios, provoca el funcionamiento de ciertos codones, controlando así la síntesis de algunas proteínas o enzimas. Está comprobado que induce actividad de las amilasas y proteasas, y la síntesis de la tiamina y la auxina.

#### **2.9.3.3.3. Efectos Fisiológicos.**

Los efectos típicos y fundamentales de las citocininas son: producir una mayor actividad en el ritmo de las mitosis celulares, por lo cual se le ha llamado hormona de la división celular; y retarda el envejecimiento o senescencia de los órganos y los fenómenos a que ésta da lugar, como el amarillamiento y caída de las hojas (Rojas, 1993; Rojas y Ramírez, 1987; Weaver, 1990).

#### 2.9.3.4. El Etileno.

Es una hormona de crecimiento vegetal volátil, tiene una estructura molecular muy sencilla (Figura 4) que es capaz de estimular la maduración del fruto (Weaver, 1990, Salisbury y Ross, 1994).

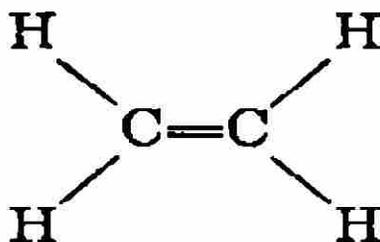


Figura 4. Estructura química del etileno.

##### 2.9.3.4.1. Biosíntesis del etileno.

El etileno se produce en gran cantidad en los tejidos de los frutos carnosos al madurar, pero también se ha comprobado su síntesis en el tallo y flores; se forma a partir del aminoácido metionina, un aminoácido que contiene azufre.

##### 2.9.3.4.2. Acción fundamental.

El etileno actúa ligándose a receptores, este complejo puede funcionar como un "arrancador" al iniciar una serie de reacciones sin que el etileno sufra cambios posteriores, o bien puede funcionar produciendo reactantes a partir de su molécula. No se postula interacción de los ácidos nucleicos y en cambio hay evidencias de una acción sobre la permeabilidad de las membranas y de su interacción con otras hormonas, principalmente auxinas.

### 2.9.3.4.3. Efectos Fisiológicos.

Algunos de los efectos fisiológicos del etileno son los siguientes:

- a) El efecto conocido más característico es promover la maduración de los frutos, lo que incluye el paso de almidones a azúcares en los frutos climatéricos.
- b) El etileno, en interacción con otras hormonas, es un factor en la abscisión de hojas, flores y frutos, lo cual es síntoma de senescencia.
- c) El etileno produce efectos morfogénéticos produciendo epinastia de las hojas (tomatero) y raíces adventicias en algunas especies. Induce floración en mangos y piñas.

El Etefón (ácido cloroetilfosfónico) es un nuevo producto químico de descomposición que ejerce sus efectos en los tejidos vegetales, liberando gradualmente etileno. El nombre comercial de este producto es Ethrel (Rojas, 1993; Rojas y Ramírez, 1987, Weaver, 1990).

### 2.9.3.5. Ácido Abscísico (ABA).

La abscisina, llamada también dormina, es el ácido metil (hidroxi-oxo) trimetil-2-pentadienoico; hoy se denomina ácido abscísico (ABA) (Figura 5).

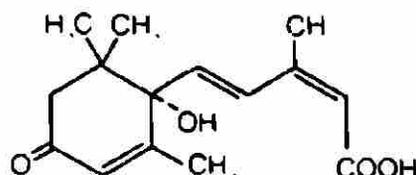


Figura 5. Estructura química del ácido abscísico.

El ácido abscísico, lo define Rojas (1993) como un compuesto del tipo hormonal que estimula efectos depresores, como el letargo, o restricción del crecimiento y desarrollo vegetal, la caída de la hoja, etc.

#### **2.9.3.5.1. Biosíntesis.**

El ABA se sintetiza en la planta a partir del farnesilpírofosfato, directamente del carotenoide violaxantina. Se encuentra en todos los órganos de la planta.

#### **2.9.3.5.2. Acción fundamental.**

En ciertos aspectos el ABA es un antigiberélico pero no bloquea o inactiva el GA sino que actúa sobre los ácidos nucleicos probablemente a nivel de la transcripción. ABA y GA parecen actuar con el fitocromo, ya que adaptan a la planta al cambio estacional a través del aviso del cambio en las horas de luz del día.

El ABA actúa en la abscisión o caída de las hojas, es decir, induce envejecimiento, induce letargo (domina) durante el invierno, es inductor de resistencia al frío (gracias a lo cual los árboles frutales deciduos soportan el invierno); inhibe el crecimiento de órganos de muchas plantas, induce estrés fisiológico (Rojas, 1993; Rojas y Ramírez, 1987; Salisbury y Ross, 1994; Weaver, 1990).

## 2.9.4. Fitorreguladores no hormonales.

### 2.9.4.1. Concepto General.

En años recientes se han sintetizado moléculas que tienen gran actividad biológica, algunas de las cuales tienen parecido estructural, y probablemente funcional, con coenzimas; en otros casos, sin embargo, no hay parecido a ninguna molécula natural hasta donde se sabe, pero por alguna razón son activas en el metabolismo. Entre algunos de estos fitorreguladores se encuentran:

#### 2.9.4.1.1. Cloromequat (Nombre Comercial: Cycocel).

El Cloromequat (N.C. Cycocel) conocido también como CCC, es el cloruro de cloroetil-trimetilamonio (Figura 6).

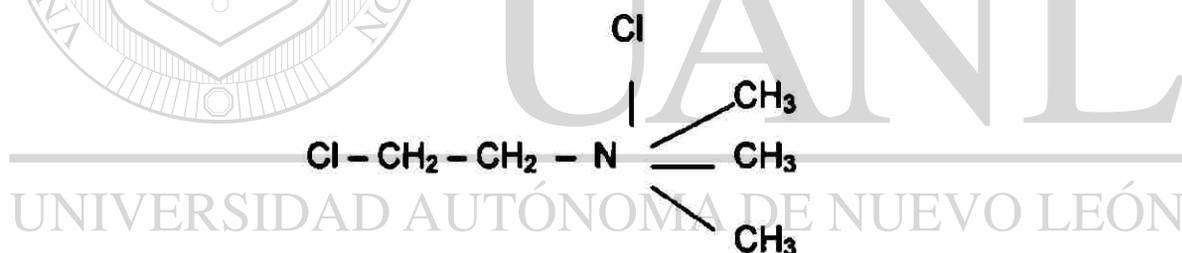


Figura 6. Estructura química del Cloromequat (Cycocel).

Su acción fisiológica es la de ser en general un antagonista de las giberelinas impidiendo el alargamiento celular. Los efectos que causa son: plantas con tallos cortos y engrosados, con hojas pequeñas de verde profundo; determina resistencia al estrés por frío o sequía y en general puede elevar el rendimiento en situaciones de factores climáticos negativos. En floricultura, se usa para tener flores más vistosas o con tallos más cortos; en cereales se aplica a la semilla, al suelo al sembrar o al follaje de plantas con 5 o 6 hojas para dar resistencia al frío, a la sequía y al acame (Rojas, 1988).

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

También conocido como SADH; es la dimetil-hidracida del ácido succínico (Figura 7).

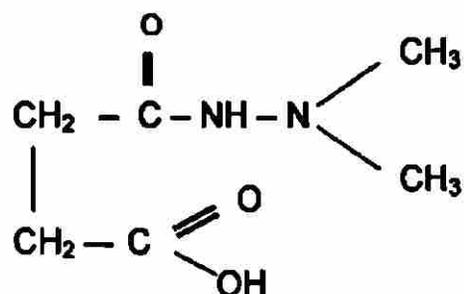


Figura 7. Estructura química del Daminozide (Alar).

Su acción fisiológica aparentemente es inhibir la síntesis del ácido indolacético. Los efectos que produce son: inhibición de la división celular de los meristemos apicales induciendo en la planta una forma de roseta; aumenta la resistencia al estrés de frío, sequía o calor; determina tallos con entrenudos cortos y floración múltiple (Rojas, 1988).

Se usa para controlar la altura en crisantemo y flor de Noche Buena; para promover la floración en manzano y prevenir la caída del fruto; en cacahuate para tener plantas más bajas, en tomatero para reducir el estrés de transplante (Rojas, 1988).

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

Este fitoregulator no hormonal es del grupo de las morfactinas (Figura 8).

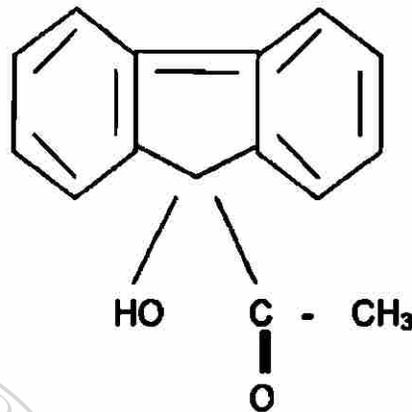


Figura 8. Estructura química del Clorflurecol.

Su acción fisiológica es parcialmente similar a la del ácido abscísico pero también es un antagonista del ácido indolacético. Sus efectos son inhibir la división celular y la polaridad en los meristemos; no inhibe la germinación pero si el desarrollo de la plántula; a bajas concentraciones reprime el crecimiento temporalmente y a altas concentraciones determina enanismo; reprime el despliegue de hojas (hojas "encañonadas") y de inflorescencias. Se usa como herbicida general y para mantener sin crecer el pasto de campos de golf y de canchas deportivas (Rojas, 1988).

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

Es el ácido acetil tiazolidín-carboxílico + ácido fólico (Figura 9).

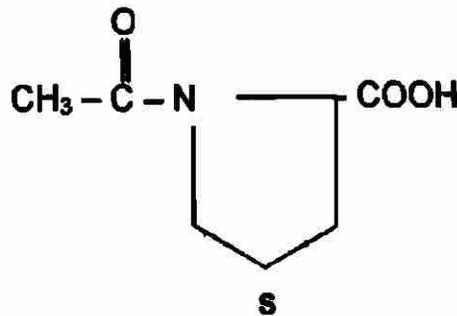


Figura 9. Estructura química de la Folcisteína (Ergostim).

Su acción fisiológica es enzimática; deriva de la acción de la cisteína pues en la forma de derivado de ella libera lentamente los grupos -SH, tan activos en la reacciones de liberación de energía. Uno de sus efectos es aumentar el contenido de auxinas (ácido indolacético e indolpropiónico); aumenta las enzimas conectadas con la respiración (catalasa y peroxidasa) y baja la ácido ascórbico-oxidasa aumentando las vitaminas (coenzimas) del complejo B. Se usa en muchos cultivos aplicándose a la semilla o al follaje (Rojas y Ramírez, 1987; Rojas, 1988; ).

#### 2.9.5. Fitorreguladores complejos.

Recientemente han aparecido fitorreguladores de composición compleja, tanto porque se constituyen por diversas hormonas como por que no están presentes como moléculas puras sino en forma natural como extractos de algas y otros vegetales. Productos de este tipo son el Citozyme (extractos de algas con citocininas más elementos menores); Biozyme (extractos vegetales más GA más elementos menores); Culbac (extractos de fermentación de Lactobacilo) y el Biofol (extractos vegetales más

elementos menores). Los usos experimentales son la estimulación general del desarrollo vegetal (Rojas y Ramírez, 1987; Rojas, 1988).

## **2.10. Investigaciones de Fitorregulación en girasol y otros cultivos.**

### **2.10.1. Fitorreguladores Hormonales.**

El ácido giberélico, es el regulador de crecimiento más utilizado en experimentos en girasol. En un experimento realizado por Guardia y Benlloch (1980), investigando el efecto de la aplicación del GA<sub>3</sub> en el crecimiento del tallo de girasol a niveles de 0.0, 0.5 y 5.0 mM observaron que el primer entrenudo creció en longitud 10 veces más.

Igualmente, Kene *et al.* (1995), probando el efecto de la aplicación foliar de fitorreguladores en el crecimiento del girasol var. EC 68414, a concentraciones de 15 y 30 ppm de IBA y GA<sub>3</sub> o IAA en los estadios de brotes o floración, encontraron que el rendimiento de la semilla y el contenido de aceite fueron más altos con 15 ppm de GA<sub>3</sub> aplicado en la etapa de floración.

Beltrano *et al.* (1994), experimentando en Plata, Argentina durante 1990-91 los efectos del GA<sub>3</sub> a una concentración de 150 mg/ℓ, del compuesto benciladenina a 150 y 250 mg/ℓ y GA<sub>3</sub> 150 + BA 150 mg/ℓ, aplicados foliarmente en el híbrido ACA 882 de girasol durante 20, 40 y 60 días después de la emergencia, encontraron que el GA<sub>3</sub> solo, no tuvo efectos significantes, mientras que el BA solo o con GA<sub>3</sub>, generalmente redujeron el porcentaje de aquenios vacíos, se incrementó el peso en aquenios, el peso

de 1000 aquenios y el número de aquenios en la parte interna, media y externa del capítulo. Los resultados fueron mejores con la aplicación a 40 días después de la emergencia, lográndose un incremento de un 25% en el rendimiento de la semilla con la aplicación de BA o BA + GA<sub>3</sub>, el índice del capítulo (peso de aquenio/peso receptáculo) se incrementó significativamente debido a una mejora en la distribución fotoasimilada.

Por otro lado Benvenuti *et al.* (1991), consideraron cuatro sistemas para romper el aletargamiento en los aquenios de cinco especies silvestres perennes de girasol: a) tratamiento en frío a 5°C, b) escarificación + tratamiento en frío a 5°C, c) tratamiento con 100 ppm de GA<sub>3</sub>, d) tratamiento en frío a 5°C + GA<sub>3</sub> a 100 ppm. El porcentaje de germinación y la energía de germinación fueron medidos. El tratamiento d) fue el más efectivo. Las especies no reaccionaron fuertemente al tratamiento en frío, sólo *H. grosseserratus* marcando una reducción notoria en el aletargamiento. La escarificación dió varios resultados, siendo las mejores *H. grosseserratus*, y el *H. mollis*. Estas dos especies también respondieron mejor al rompimiento del letargo de aquenios de girasol con ácido giberélico.

Mientras que Blagodyr en 1979, obtuvo un método para determinar la germinación colocando semillas de girasol recién cosechadas a una temperatura de 30°C durante nueve días con un tratamiento de solución con GA<sub>3</sub> al 0.2%, reportando que es el mejor método para interrumpir dormancia y aumentar el porcentaje de germinación.

A su vez Bhaumik y Mukherjee (1979), haciendo estudios con GA<sub>3</sub> indicaron que la tasa de germinación de granos de polen en el girasol *in vitro*, se incrementó cuando fueron tratados con 0.5 ppm de GA<sub>3</sub>, comparados con los que no fueron tratados o que

fueron tratados con otra concentración. La viabilidad de los granos de polen no fue modificada por la aplicación del GA<sub>3</sub>.

### **2.10.2. Fitorreguladores no hormonales.**

En un campo en Karif en 1990 en Dharwad, Karnataka, los girasoles se trataron con 50 y 100 ppm de TIBA y 1000 ó 2000 ppm de Cycocel, la aspersion foliar se hizo a los 35 días después de la siembra. A los 45 días después de la aplicación de los tratamientos, se evaluó el número de semillas por capítulo llenas y vanas (vacías), el peso de 1000 semillas, porcentaje de llenado de la semilla y la altura de la planta. Los reguladores del crecimiento afectaron significativamente todos los parámetros estudiados. La concentración de 100 ppm de TIBA fue la más efectiva para incrementar el número de semillas llenas por capítulo, le siguió 50 ppm de TIBA. Estos tratamientos también dieron alto porcentaje de llenado de semilla y de la semilla cosechada por planta (Uppar *et al.*, 1995).

Así mismo, en otro experimento de campo Kharif en Sumerpur Rajasthan, cinco cultivos de girasoles fueron tratados con 0, 250, 500, 750 y 1000 ppm de Cycocel (Clomequat) en aplicación foliar antes de la iniciación de la flor. La cosecha de la semilla por planta se incrementó significativamente con 250 ppm, no hubo cambios significativos con las tasas de aplicación más altas (Pathak y Dixit, 1994).

En un experimento de campo en el verano de 1992 en Dharwad, Karnataka los girasoles de las variedades Morden y KBSH-1 fueron tratados con aspersion foliar de 250 ppm de hidrazida maléica, 50 ppm de TIBA, 1000 ppm de Cycocel (Clomequat) y

100, 250, 500, y 1000 ppm de Clormepiquat a 45 días después de la siembra. A los 10 días después de haber aplicado en tratamiento, el número de las hojas y el área foliar fueron significativamente reducidos con 1000 ppm de Clormepiquat en ambos cultivos. El porcentaje de reducción en los caracteres morfológicos fue mayor en el KBSH-1 que en el Morden (Shashidhar *et al.*, 1995).

También en girasoles de la variedad Morden y KBSH-1, Kulkarni *et al.* (1994), evaluaron la influencia de los retardadores del crecimiento hidrazida maléica (250 ppm), TIBA (50 ppm), Clormequat (100 y 1000 ppm) y Clormepiquat (100 y 1000 ppm), resultando que el rendimiento de semilla, el número de semillas llenas, el peso de 100 semillas, el porcentaje de llenado de la semilla y el índice de cosecha fueron más altos con 1000 ppm de Clormepiquat.

Por otro lado, Díaz de la Guardia *et al.* (1975), al aplicar Daminozide, Clormequat y Etefón en el girasol, determinaron que existió una reducción en la altura de la planta, pero sin reducir significativamente el área foliar. Los fitoreguladores TIBA y TIBA + Clormequat elevaron los rendimientos en 12 y 12% respectivamente. Mientras que De Barbosa y Castro (citados por Rojas y Ramírez, 1993) al utilizar Clormequat a 450 ppm en el algodón (*Gossypium hirsutum*) cv. IAC-17, observaron que a los 63 días de la aplicación, aumentó la altura las plantas 27.80 cm con respecto al testigo que se incrementó 10.08 cm.

A su vez, Orchard y Lovett (1980) probaron el efecto de Clormequat en el crecimiento del girasol en cuatro diferentes densidades de población a) 12, 500; b) 25,000; c) 50, 000; y d) 100, 000 plantas/ha a una concentración de 4,000 ppm

aplicada foliarmente en la etapa de la décima hoja. Los resultados mostraron un aumento significativo en el rendimiento para las cuatro densidades, donde la densidad c y d alcanzaron los mayores incrementos dado el mayor número de plantas, pero en b se incrementó tamaño y número de semillas.

Anton *et al.* (1995), estudiaron plantas de girasol de la variedad Mayak cultivados en campo entre 1992 y 1993 con tres dosis de Nitrógeno (30, 60 y 90 Kg/0.42 ha) y tratadas con los reguladores de crecimiento GA<sub>3</sub> a 50 y 100 ppm y CCC (Clormequat) a 500 y 1000 ppm. Los tratamientos aplicados a los 30 y 60 días después de la siembra. Concluyeron que la altura de las plantas aumentó por la aplicación de ambas concentraciones de GA<sub>3</sub> pero disminuyó con la aplicación de CCC. Ambos reguladores de crecimiento indujeron la disminución del peso del capítulo, el rendimiento, el contenido de proteína, y el contenido de fósforo y potasio. El diámetro del tallo, del capítulo y el rendimiento se incrementaron en todas las dosis de nitrógeno. Se presentó una interacción positiva entre los reguladores de crecimiento y la fertilización con nitrógeno en la altura de la planta, el diámetro del capítulo y rendimiento; así como la producción de aceite, proteína y fósforo.

Por otro lado Almeida y Pereira (1996) en una investigación realizada en invernadero para determinar el control de la iniciación floral en 33 plantas de girasol, aplicaron Paclobutrazol a la planta (en el ápice de la planta cada 2 días, desde 10 hasta 30 días después de la siembra) a 10<sup>-3</sup>M y al suelo (en plantas de 10, 12 o 20 días después de la siembra). Se aplicó GA<sub>3</sub> a la planta (en el ápice de la planta cada 2 días, desde 10 hasta 20 días después de la siembra) a 10<sup>-3</sup>M. Los resultados mostraron que

el GA<sub>3</sub> aceleró la iniciación de la flor y el desarrollo del ápice floral mientras que el Paclobutrazol retardó significativamente la iniciación floral, este efecto dependió de la edad de la planta. Ambos, el GA<sub>3</sub> y el Paclobutrazol, tuvieron sus mayores efectos entre los 10 y 20 días después de la siembra, sugiriendo que un incremento en las giberelinas en este período de tiempo juega un papel importante en la iniciación floral.

Continuando las investigaciones, Almeida *et al.* (1997), con dos experimentos en macetas a nivel de invernadero, estudiaron el efecto de GA<sub>3</sub> y Paclobutrazol en el desarrollo vegetal del girasol. En el primer grupo experimental, a plántulas de girasol de 10 a 20 días de edad, se les aplicó de 5 a 30 ml de GA<sub>3</sub> a 10<sup>-3</sup>M. En el segundo grupo experimental, se aplicaron 20 gotas de Paclobutrazol a 10<sup>-3</sup>M en los ápices de las plantas de 20 días de edad. El GA<sub>3</sub> produjo un efecto estimulante en la altura de la planta, las plantas más jóvenes fueron las más sensibles, sin embargo el Paclobutrazol indujo enanismo.

El Paclobutrazol también ha sido utilizado en árboles frutales, en algunos cítricos como en mandarina (*Citrus reticulatus* cv. Frost Dancy); ha dado buenos resultados en condiciones tropicales acortando la longitud de tallos y ramas sin que descienda el número de hojas y, en general, aumentando el rendimiento en kilogramos de fruto por árbol (Delgado citado por Rojas y Ramírez, 1993). Aunque también Reed *et al.* (1989), han utilizando Paclobutrazol a 15,000 ppm en manzana var. Delicious (*Malus domestica* Boorkh) encontrando una reducción en la longitud de los brotes después de 13 semanas de aplicación.

Con respecto a las plantas ornamentales, en un experimento en Chapingo, México bajo condiciones de invernadero en macetas de 15 cm de diámetro, se plantaron cinco esquejes de margaritas de los cultivares Yellow Marble, o Amarilla; White Marble, o Blanca; Purple Marble, o Morada, por recipiente. Un mes después, al follaje se le asperjó con 25, 50, 100 y 200 ppm de i.a. de Paclobutrazol. Un mes después de la primera aplicación, a una parte del lote se le dió una segunda aspersion. Los resultados mostraron que los tres cultivares tuvieron respuestas muy similares entre ellos en cada uno de los tratamientos. Por otro lado, se detectó una relación directa entre el decremento en velocidad de crecimiento y longitud final del tallo, en función al número de aspersiones y concentración utilizada. Así, las plantas con una sola aplicación al follaje crecieron más que las que recibieron dos, y a mayor dosis correspondió mayor inhibición del crecimiento (Lozoya, 1994).

En otros cultivos de horticultura realizados en invernadero por Grimstad (1993) en la Estación Saerheim de Investigación Agrícola, en Norway, Alemania; probó la influencia del Paclobutrazol en el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate cv. Criterium y pepino cv. Ventura. Se rociaron las plántulas con 5 ml/l de Bonzi (Paclobutrazol). Los resultados mostraron que las plantas sufrieron una reducción en la altura de un 25 y 9%, respectivamente, comparadas con el control. La sensibilidad de los pepinos al Bonzi disminuyó al incrementarse la edad de la planta, mientras que las plantas de tomate permanecieron constantes durante todo el período de crecimiento.

### **2.10.3. Fitorreguladores Complejos.**

Martínez (1995) al estudiar los efectos del Activol y Biozyme sobre las características vegetativas de la papa (*Solanum tuberosum* L.) encontró un aumento en la altura de la planta con ambos fitorreguladores en comparación con el testigo, siendo mayor en el Activol (GA<sub>3</sub>). Respecto al grosor del tallo, fue mayor en dichos tratamientos resultando menor con el Activol (GA<sub>3</sub>). El Biozyme indujo un aumento en el vigor de la planta mientras que el Activol lo disminuyó.

Resultados similares encontró Ávila (1990), quien investigó el efecto fisiológico en el desarrollo y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) al aplicar Biozyme, obteniendo un aumento en la altura de la planta, en el tallo, en el tamaño del capítulo y el rendimiento de aquenios (Kg/ha).

Avilantan (1987), estudiando los efectos del Biozyme TS en el rendimiento del tomatero (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en solución a 1000 ppm de producto comercial, encontró un incremento del 7% en el contenido de clorofila a los 20 días. El rendimiento del fruto se elevó un 13% en relación al testigo.

Garza (1985), probando el efecto del Biozyme 0.1% en la germinación de semilla de trigo, encontró que longitud y el peso del talluelo fueron mayores que en el testigo (2.4cm y 17mg respectivamente) que en el Biozyme (2.3cm y 12mg respectivamente). En la variable longitud de la radícula el Biozyme (3.9cm) presentó valores más altos que el testigo (3.5cm); en el peso de la radícula, el testigo (5mg) superó al Biozyme (4mg).

La longitud del tallo tomada en la etapa de embuche fue mayor para el testigo (2.4 cm) que con el Biozyme (2.3 cm).

En gramíneas, Vázquez (1986), trabajando los efectos del Biozyme líquido a 1.7 cc/l y GA<sub>3</sub> a 7 ppm en el trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. Pavón, encontró que la longitud de la espiga, número de espigas, número de granos y el peso de granos fue mayor que en el testigo.

Kastori *et al.* (1980), estudiaron el efecto fitofisiológico del Biozor-S [solución que contiene los nutrientes (N, P, K, S, Mg, y Fe), elementos traza (Cu, Zn, B, Co, y Mo) y sustancias de crecimiento (IAA, Tiamina, GA<sub>3</sub>)] en hipocótilos seccionados de plántulas de girasol a concentraciones de 1, 10, 50 y 100%. El porcentaje de las raicillas aumentó al incrementar la concentración de Biozor-S de un 23.8% con la solución de 1% y un 100% con la solución al 100%, comparado con el testigo que fue de un 6.6%; el peso de la raíz fue de 0.18mg/planta en agua destilada y 2.14, 2.64, 3.79 y 0.56 mg/planta con 100, 50, 10 y 1%, respectivamente.

Vereb *et al.* (1980), estudiando el efecto fisiológico del Biozor-S en cultivos como maíz, trigo, betabel y girasol, determinaron que las cosechas incrementaban sus producciones en 5 de 15 ensayos, concluyendo que en investigaciones futuras el uso del Biozor-S se puede justificar en el rendimiento de los cultivos.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Descripción del sitio.**

##### **3.1.1. Ubicación del experimento.**

La presente investigación se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el municipio de Marín, Nuevo León, localizado en el kilómetro 17.5 de la carretera Zuazua-Marín, se encuentra ubicado geográficamente a 25° 53' latitud Norte y 100° 02' longitud Oeste, con una altura de 400 msnm, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1996).

##### **3.1.2. Condiciones Climáticas.**

El clima de esta región se clasifica de acuerdo con García, citado por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTN, 1980) como (A)C(X'); semicálido subhúmedo con lluvias escasas distribuidas en todo el año, con un porcentaje de lluvia invernal superior al 18%, un 76% de la precipitación se concentra de Mayo a Octubre, con una temperatura promedio anual de 20°C, el déficit de presión de saturación varía de 17.3 a 22.6 milibares, la insolación media mensual es de 180 a 200 horas.

El registro de datos climatológicos de los meses durante el desarrollo del experimento se describe en el Cuadro 1 en base a promedios mensuales en cada uno de los ciclos de siembra establecidos.

**Cuadro 1. Datos climatológicos de dos ciclos de siembra 1997.**

<b>Mes</b>	<b>Temperatura Media (°C)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
Mayo	25.0	72
Junio	28.9	28
Julio	30.9	14
Agosto	30.7	3
Septiembre	27.6	97
Octubre	27.9	62
Noviembre	16.9	29
Diciembre	13.7	6

FUENTE: Estación de Meteorología y Climatología de la Facultad de Agronomía, U.A.N.L. (1997).

### **3.1.3. Suelo.**

De acuerdo con la carta edafológica G14C16, del Centro de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1977), el suelo en que se encuentra el sitio de estudio, corresponden al tipo Rc + Hc/2 que significa Feozem Regosol Calcárico; Petrocalcico, con muy buen drenado y con una textura migajón arcilloso.

## **3.2. Material.**

El material biológico utilizado en la presente investigación fue el genotipo TECMON-52 proporcionado por el Departamento de Agricultura del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Los fitoreguladores empleados fueron Biozyme TF, Biogib (ácido giberélico al 10%), Cycocel (Cloromequat), Cultar o Bonzi (Paclobutrazol).

Entre los materiales utilizados, fue un integrador de área foliar marca LI-COR modelo LI-3000 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska) con el propósito de medir el área foliar de las hojas.

### **3.3. Características de los reguladores de crecimiento utilizados.**

#### **3.3.1. Biozyme TF.**

Es un regulador de crecimiento obtenido de extractos de origen vegetal y cuya aplicación foliar a los cultivos incrementa al máximo su potencial genético natural. Es un bioestimulante complejo que provee a la planta de una fuente equilibrada de componentes bioquímicos que además de contener tres hormonas de crecimiento, incluye proteínas, carbohidratos, vitaminas y micronutrientes (Bioenzymas GBM, 1997).

La composición en porcentaje de peso del Biozyme TF es la siguiente:

#### **Ingredientes Activos**

Microelementos (Equiv. A 19.34 g/l)	1.86%
Fierro (Fe) 0.49%, Zinc (Zn) 0.37%, Manganeso (Mn) 0.12%, Magnesio (Mg) 0.14%, Boro (B) 0.30%, Azufre (S) 0.44%	
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas	78.87%
Giberelinas 32.2 ppm (Equivalente a 0.031 g/l).	
Ácido indolacético 32.2 ppm (Equivalente a 0.031 g/l).	
Zeatina 83.2 ppm (Equivalente a 0.083 g/l)	
<b>Ingredientes Inertes</b>	
Diluyentes y acondicionadores	19.27%
	<u>Total 100.00%</u>

### 3.3.2. Blogib (Ácido Giberélico).

Es un regulador del crecimiento vegetal hecho a base de ácido giberélico ( $GA_3$  10%) que puede ser utilizado en hortalizas, frutales, forrajes y ornamentales. Es un estimulante del crecimiento vegetal, uniformiza floración, mejora el amarre de los frutos, acelera la germinación y brotación de semillas y tubérculos (Bioenzymas GBM, 1997).

### 3.3.3. Cycocel (Cloromequat).

El Cycocel es un regulador del crecimiento vegetal que se ha utilizado en azaleas, Noche Buena, geranios y tulipanes, produciendo plantas compactas, tallos fuertes, follaje verde intenso y floración precoz (Cyanamid OHP, 1997).

La composición en porcentaje de peso de Cycocel (Cloromequat):

Ingrediente Activo	
Cloromequat (Cloruro de 2-cloroetiltrimetilamonio)	11.8%
Ingrediente Inerte	88.2%
	<u>Total 100.00%</u>

### 3.3.4. Cultar o Bonzi (Paclobutrazol).

Cultar o Bonzi es un regulador del crecimiento que se ha utilizado mucho en plantas ornamentales cultivadas en invernadero que tienden a crecer mucho. El uso del Bonzi o Cultar tiende a reducir la elongación de los entrenudos, resultando plantas compactas, tallos y ramas de tamaño reducido, retarda la floración, no reduce el tamaño de la flor. Se ha utilizado en crisantemos, margaritas, geranios, tulipanes y Noche Buenas (Uniroyal Chemical, 1997).

La composición en porcentaje de peso del Cultar (Paclobutrazol) es la siguiente:

**Ingrediente Activo**

Paclobutrazol (I)-(R\*,R\*)-b-((Chlorophenyl)  
methyl)-a-dimethylethyl)-l H-1,2,4,-triazole-1-1ethanol 0.4%

**Ingrediente Inerte**

99.6%  
Total 100.00%

### **3.4. Metodología.**

#### **3.4.1. Preparación del suelo.**

Se realizaron las labores de labranza primaria como: barbecho, rastra, cruza, bordeo y contrabordeo.

#### **3.4.2. Establecimiento del experimento.**

Se hicieron dos ciclos de siembra, el primero, Primavera–Verano (P–V) que fue el día 1º de mayo de 1997 y el segundo, Otoño–Invierno (O–I) el 20 de agosto de 1997. Cada experimento consistió de 20 unidades experimentales con 6 surcos cada una, midiendo 5m de largo y 4.8m de ancho, con una superficie total de 24 m<sup>2</sup> por parcela. La semilla de girasol se sembró a tierra venida con una máquina sembradora de maíz a una distancia de 80 cm entre surcos y a una profundidad de 5 a 7 cm aproximadamente. A los primeros 10 y 20 días después de la emergencia se erradicó la maleza en forma mecánica con un azadón; posteriormente, se realizó un aclareo para dejar una distancia de 25 cm entre plantas.

Los tratamientos y las dosis utilizadas en el trabajo de investigación fueron: Biozyme TF a 500 ml ha<sup>-1</sup> (recomendada comercialmente); Biogib (ácido giberélico al 10%) a 5mM; Cycocel (Cloromequat) a 3000 ppm; Cultar o Bonzi (Paclobutrazol) a 31 ppm y el testigo (sin aplicación de fitorreguladores). Se realizaron 2 aplicaciones foliares de los fitorreguladores, la primera fue en la etapa de 4-5 pares de hojas aproximadamente, a los 21 días después de la siembra y la segunda aplicación se hizo 15 días después.

La toma de datos de campo de las variables estimadas del desarrollo vegetativo se hizo después de la etapa de floración, a los 65 días después de la siembra, y los de rendimiento se hicieron después de la cosecha a los 120 días después de la siembra.

Las variables estimadas y su método de cuantificación se mencionan a continuación:

**Altura de la planta (cm):** Se tomó con una cinta métrica desde la base del suelo hasta el encorvamiento del tallo que se forma en el extremo superior causado por el peso del capítulo.

**Diámetro del tallo (cm):** Se midió con un vernier en la parte media o central del segundo tercio de la planta.

**Longitud y ancho de la hoja (cm):** Se midieron con una cinta métrica aproximadamente al nivel de 10-12 pares de hojas.

**Longitud del pecíolo (cm):** También se determinó con una cinta métrica a los 10-12 pares de hojas; mientras que el diámetro del pecíolo, fue con un vernier.

**Area foliar (cm<sup>2</sup>):** Se hizo la medición de todas las hojas por planta por medio de un integrador foliar LI-COR.

**Diámetro del capítulo (cm):** Este se midió por la parte media del capítulo de orilla a orilla con una cinta métrica.

**Aquenos por capítulo:** En esta variable se contó el número de aquenios por capítulo, de una muestra de cinco plantas por parcela.

**Peso de aquenios por capítulo (g):** Se desgranaron los capítulos después de un secado al sol y se pesaron en una balanza gravimétrica.

**Rendimiento de grano (Kg/ha):** Se obtuvo a partir del rendimiento por parcela útil el cual se extrapoló, en base a la densidad de plantas por hectárea.

### **3.4.3. Riegos.**

Después de preparar la tierra para la siembra de la semilla de girasol se realizó un riego de presiembra sirviendo como una fuente de humedad para la germinación. Posteriormente, a la postsiembra y para mantener el nivel óptimo de humedad del suelo durante el ciclo vegetativo del cultivo, el día 28 de Mayo se dió una lámina de riego y tres de auxilio siendo los días 13 de Junio, 1º y 22 de Julio para el ciclo de siembra Primavera–Verano. Para el ciclo de siembra Otoño–Invierno sólo se aplicó un riego de auxilio el día 5 de Septiembre.

#### **3.4.4. Labores culturales.**

A través de escardas se dieron los cuidados necesarios para mantener al cultivo libre de malas hierbas y a la vez evitar con ello la proliferación de plagas y enfermedades y para proporcionar aereación a las raíces de las plantas y así tener un buen desarrollo de las mismas.

#### **3.4.5. Control Químico.**

Para asegurar una máxima germinación de semilla y establecer una alta densidad de plantas en el experimento, previamente la semilla fue tratada con el fungicida Strike 25% WP®<sup>1</sup>. Las frecuentes precipitaciones y las elevadas temperaturas fueron dos factores físicos fundamentales para que el girasol se convirtiera en un cultivo infestado por insectos como el Frailecillo (*Macrodactylus mexicanus*), gusanos soldados (*Spodóptera* sp.) y peludos [*Estigmene acrea* (Drury)], el picudo del tallo [*Rhynchites mexicanus* (Gyll)], entre otros; para controlar estas poblaciones de insectos dañinos, se hizo la aplicación foliar del producto químico DECIS®<sup>2</sup> a razón de 1 ml/l de agua.

#### **3.4.6. Fertilización.**

Para obtener una buena respuesta en la producción de grano y/o de forraje, al suelo se le aplicaron el 11 de junio los fertilizantes urea (8.40 g/surco) y superfosfato de calcio triple (6.24g/surco) a una dosis de 80-60 kg/ha.

---

<sup>1</sup> Marca Registrada por Olympic Horticultural Products Co.

<sup>2</sup> Marca Registrada por Abbott Laboratories

### **3.4.7. Cosecha.**

En el primer experimento (P-V) realizado la cosecha se efectuó el día 25 de Agosto, en el segundo experimento (O-I) fue el día 21 de Diciembre, recolectándose los capítulos de cinco plantas de cada parcela útil (cuatro surcos centrales).

Después de la cosecha, aunque las brácteas estaban secas como índice de madurez, los capítulos se extendieron durante una semana para su secado en el sol ya que mostraban una consistencia fresca, suave, esponjosa y de color verde amarillento en su parte posterior o dorsal. Una vez secos se llevó a cabo la trilla manual de los achenios, golpeándose el capítulo dentro de un recipiente (palangana o bote) para iniciar el recuento; posteriormente se obtuvo el peso de la semilla en gramos.

### **3.5. Diseño experimental y análisis de datos.**

En el presente trabajo se utilizó el diseño experimental bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Una vez recopilados los datos para las variables bajo estudio, se analizaron conforme al método de Análisis de Varianza (ANOVA), para saber si existía diferencia entre los tratamientos. A la vez se calculó el coeficiente de variación (C.V.) para determinar la confiabilidad de los resultados. Después de este análisis estadístico se realizó la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . Posteriormente, se hizo el análisis de correlación de Pearson con el fin de conocer el grado de asociación entre variables. Finalmente se aplicó el análisis de regresión (Stepwise) para determinar cuales son las principales variables independientes que influyeron sobre el rendimiento.

## 4. RESULTADOS.

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

#### 4.1.1. Malezas.

Desde pocos días después de la siembra del cultivo hasta que las plantas alcanzaron un tamaño de aproximadamente 1.40 m de altura, las malezas que se encontraron fueron las siguientes: quelite (*Amaranthus retroflexus*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), girasol silvestre (*Helianthus annuus*), trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), correhuela (*Ipomea spp*), cicutilla o amargosa (*Parthenium hysterophorus*), zacate johnson (*Sorghum halepense*) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*).

#### 4.1.2. Insectos.

En cuanto a plagas que causaron graves problemas se encontró ataques<sup>®</sup> de gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon* Hufnagel) gusanos de espigas (*Vanessa cardui* L.), escarabajo del girasol (*Zygommatia esclamationis* Fab.), escarabajo de la zanahoria (*Bothynus gibbosus* De Gerr.) barrenador del tallo o gusano de las yemas (*Suleima helianthana* Riley) y el picudo de la semilla (*Smicronix fulvus* LeC.)

#### 4.1.3. Enfermedades por hongos.

Las enfermedades no causaron daños de mucha intensidad, al final del ciclo Otoño–Invierno se presentó cenicilla o Mildiú pulverulento (*Erysiphe cichoracearum*

DC.) y mientras que la pudrición del capítulo (*Rhizopus spp*) se presentó en ambos ciclos.

#### **4.2. Análisis de varianza (ANOVA).**

Para analizar el comportamiento o el efecto de los tratamientos aplicados en las plantas cultivadas de girasol var. TECMON-52 evaluadas en Marín, Nuevo León, con cuatro fitorreguladores comerciales durante dos ciclos de siembra: primavera - verano (P-V) y otoño – invierno (O-I) 1997, se efectuaron los análisis de varianza correspondientes para cada una de las características agronómicas estudiadas.

En los Cuadros 2 y 3 se observan los cuadrados medios de tratamiento de cada uno de los análisis de varianza. Todas las variables estudiadas mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para ambos ciclos de siembra, excepto para el diámetro del tallo en el primer ciclo de siembra (P-V) que fue solamente significativa ( $P < 0.05$ ).

Los coeficientes de variación (C.V.) presentados en los Cuadros 2 y 3 para cada una de las variables estimadas, mostraron confiabilidad para los dos ciclos de siembra (P-V y O-I ); excepto para el C.V. registrado en la característica agronómica área foliar del primer ciclo de siembra (P-V) que fue de 32.14%.

Cuadro 2. Cuadros 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.

VARIABLES	GL	CUADRADO MEDIO	C.V. (%)
ALTURA (cm)	4	5391.16 **	7.77
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	4	0.30 *	12.93
LONGITUD DE LA HOJA (cm)	4	58.65 **	9.77
ANCHO DE LA HOJA (cm)	4	447.92 **	10.01
LONGITUD DEL PECIOLO (cm)	4	298.17 **	18.61
DIAMETRO DEL PECIOLO (cm)	4	0.37 **	12.05
AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )	4	42219241.00 **	32.14
DIAMETRO DEL CAPITULO (cm)	4	102.23 **	6.70
NUMERO DE AQUENIOS / CAPITULO	4	316278.99 **	20.67
PESO DE AQUENIOS / CAPITULO (g)	4	3646.36 **	23.94
RENDIMIENTO DE GRANO (Ton/ha)	4	9115903.80 **	23.94

GL: Grados de libertad; CV: Coeficiente de Variación  
 \* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa

**Cuadro 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.

VARIABLES	GL	CUADRADO MEDIO	C. V. (%)
ALTURA (cm)	4	12181.04 **	3.98
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	4	2.91 **	9.45
LONGITUD DE LA HOJA (cm)	4	305.76 **	9.29
ANCHO DE LA HOJA (cm)	4	436.83 **	9.09
LONGITUD DEL PECIOLLO (cm)	4	185.15 **	9.06
DIAMETRO DEL PECIOLLO (cm)	4	0.27 **	18.14
AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )	4	22971891.80 **	16.41
DIAMETRO DEL CAPITULO (cm)	4	279.63 **	5.30
NUMERO DE AQUENIOS / CAPITULO	4	908647.82 **	13.10
PESO DE AQUENIOS / CAPITULO (g)	4	23686.44 **	20.54
RENDIMIENTO DE GRANO (Ton/ha)	4	59216124.00 **	20.54

GL: Grados de libertad; CV: Coeficiente de Variación  
 \* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa

### **4.3. Prueba de Duncan.**

De acuerdo a los análisis de varianza que se realizaron en cada una de las variables estimadas y que mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, se hicieron las comparaciones múltiples de medias entre los tratamientos mediante la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%.

#### **4.3.1. Ciclo de siembra P-V.**

En el Cuadro 4 se describen las comparaciones múltiples de medias de Duncan para cada uno de los tratamientos de las características del desarrollo vegetal.

Para la variable altura de la planta, el tratamiento que presentó el mayor crecimiento de la planta fue el Biogib o Ácido Giberélico con 229.5 cm, el tratamiento que presentó la menor altura fue el Cycocel o Clomequat con 174.57 cm. Mostrándose estadísticamente diferencia significativa entre estos tratamientos.

Con respecto al diámetro del tallo, el regulador de crecimiento que originó el menor diámetro fue el Biogib o Ácido Giberélico con 2.24 cm, el testigo fue el mayor diámetro con 2.62 cm, resultando estadísticamente diferencias significativas entre estos tratamientos.

La longitud de la hoja, resultó menor con el Biogib o Ácido Giberélico con 21.64 cm, y fue mayor con el Cycocel o Clomequat con 26.79 cm, resultando diferencias significativas entre estos tratamientos.

**Cuadro 4. Comparación múltiple de medias de Duncan 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.**

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	Longitud Hoja (cm)	Ancho Hoja (cm)	Diámetro Pecíolo (cm)	Longitud Pecíolo (cm)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
Testigo	203.00 b	2.62 a	26.07 a	26.07 ab	0.83 a	25.21 ab	9085 a
Biozyme	196.29 b	2.56 a	26.0 a	25.93 ab	0.89 a	26.86 a	7735 a
Bioaib (GA <sub>3</sub> )	229.50 a	2.24 b	21.64 a	13.42 c	0.49 b	15.10 c	2939 b
Cycocel (Clormequat)	174.57 c	2.46 ab	26.79 b	27.07 a	0.86 a	24.58 b	7002 a
Cultar (Paclobutrazol)	202.93 b	2.56 a	25.64 a	24.64 b	0.84 a	23.29 a	9681 a
n	15	15	15	15	15	15	6

Letras diferentes significan diferencia significativa (P < 0.05)

Para la variable **ancho de la hoja**, el fitorregulador que generó el menor ancho fue el Biogib o Ácido Giberélico con 13.42 cm, el mayor ancho fue el Cycocel o Clomequat con 27.07 cm, generándose estadísticamente diferencias significativas entre estos tratamientos. El resto de los tratamientos estadísticamente son iguales.

Para la característica morfológica **diámetro del pecíolo**, el tratamiento que indujo el menor diámetro fue el Biogib o Ácido Giberélico con 0.49 cm y fue estadísticamente diferente al Biozyme que presentó el mayor diámetro con 0.89 cm.

Sobre el carácter **longitud del pecíolo**, el Biogib o Ácido Giberélico presentó el menor valor con 15.10 cm y fue estadísticamente diferente al Biozyme con 26.86 cm que fue el que presentó una mayor longitud. Comparativamente este tratamiento fue igual al testigo que presentó 25.21 cm.

Para el análisis del **área foliar**, el producto químico experimental que dió una menor área foliar fue el Biogib o Ácido Giberélico con 2,939 cm<sup>2</sup>, y fue estadísticamente diferente al Cultar o Paclobutrazol que fue el que dió la mayor área foliar con 9,681 cm<sup>2</sup>. Comparándose este tratamiento con los demás resultó ser igual estadísticamente con el resto de los tratamientos.

Se realizaron también comparaciones múltiples de medias de Duncan de cada uno de los tratamientos para los componentes agronómicos del rendimiento del girasol.

El Cuadro 5 presenta que el fitoregulador Biogib o Acido Giberélico fue el que generó el menor **diámetro del capítulo**, con 8.25 cm, estadísticamente es diferente al testigo que fue mayor con 14.83 cm. También se presentaron diferencias significativas con el Cultar o Bonzi (Paclobutrazol) que dió un valor de 13.47 cm y con el Cycocel o Clomequat con 12.67 cm.

Sobre el **número de aquenios** por capítulo, el fitoregulador que originó un menor número de aquenios por capítulo fue el Biogib o **Ácido Giberélico** con 621.73 y el de mayor número fue el testigo con 1,014.73, estadísticamente hubo diferencia significativa entre estos dos tratamientos.

En la variable **peso de aquenios** por capítulo, el producto químico experimental que resultó con el menor peso fue el Biogib o **Ácido Giberélico** con 9.51 g, en comparación con el testigo, fue estadísticamente diferente el que presentó el mayor peso con 47.37 g.

El regulador del crecimiento que generó el menor **rendimiento de grano** fue el Biogib o **Ácido Giberélico** con 475.70 Kg/ha, y el que presentó el mayor rendimiento fue el testigo con 2,368.30 Kg/ha; resultando diferencia significativa entre estos tratamientos. También fueron estadísticamente diferentes con el Cycocel o Clomequat con 1,613.3 Kg/Ha.

**Cuadro 5. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitoreguladores comerciales durante el ciclo de siembra primavera-verano 1997, en Marín, N.L.**

Tratamiento	Diámetro capítulo (cm)	Número Aqueños /cap	Peso Aqueños /cap (gr)	Rendimiento Grano (Kg/ha)
Testigo	14.83 a	1014.73 a	47.37 a	2368.30 a
Biozyme	14.23 a	808.47 b c	45.87 a	2293.30 a
Bioqib (GA <sub>3</sub> )	8.25 d	621.73 d	9.51 c	475.70 c
Cycoceel (Clormequat)	12.67 c	741.00 c d	32.27 b	1613.30 b
Cultar (Paclobutrazol)	13.47 b	882.87 b	41.70 a	2085.00 a
n	15	15	15	15

Letras diferentes significan diferencia significativa (P< 0.05)

#### **4.3.2. Ciclo de siembra O-I.**

En el Cuadro 6 se presentan las comparaciones de medias de Duncan de las características morfológicas de la planta:

Para la altura de la planta, el fitorregulador que dió la mayor altura fue el Biogib o Ácido Giberélico con 281.60 cm, y el regulador de crecimiento que registró la menor altura fue el Cycocel o Cloromequat con 201.80 cm, resultando estadísticamente diferencias significativas entre estos tratamientos.

Con respecto al diámetro del tallo, el tratamiento que resultó con menor diámetro fue el Biogib o Ácido Giberélico con 1.64 cm, resultando estadísticamente diferente al Biozyme con 2.56 cm, que fue el que presentó un mayor diámetro. Estadísticamente también hubo diferencia significativa con el Cycocel o Cloromequat que midió 1.80 cm de diámetro.

De acuerdo a la longitud de la hoja, el producto químico experimental que ocasionó una menor longitud fue el Biogib o Ácido Giberélico con 20.27 cm, el cual es estadísticamente diferente al Biozyme que midió 30.20 cm, y con el Cycocel o Cloromequat con 23.20 cm.

Para el ancho de la hoja, el fitorregulador que registró la menor anchura fue el Biogib o Ácido Giberélico con 17.93 cm, siendo estadísticamente diferente al Biozyme que presentó un valor de 30.73 cm. Estos tratamientos también estadísticamente fueron diferentes al Cycocel o Cloromequat que midió 22.53 cm.

**Cuadro 6. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características agronómicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitoreguladores comerciales durante el ciclo de siembra otoño-invierno 1997, en Marín, N.L.**

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	Longitud Hoja (cm)	Ancho Hoja (cm)	Diámetro Pecíolo (cm)	Longitud Pecíolo (cm)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
Testigo	233.27 c	2.45 a	29.27 a	28.47 b	0.64 a	23.93 b	8817.7 ab
Biozyme	242.53 b	2.56 a	30.20 a	30.73 a	0.68 a	24.01 b	10180.5 a
Bioqib (GA <sub>3</sub> )	281.60 a	1.64 c	20.27 c	17.93 d	0.36 c	17.73 d	5142.5 c
Cycocei (Clornequat)	201.80 d	1.80 b	23.20 b	22.53 c	0.50 b	19.20 c	7504.3 b
Cultar (Paclobutrazol)	242.73 b	2.53 a	29.73 a	29.33 ab	0.64 a	25.93 a	9286.0 a
n	15	15	15	15	15	15	6

Letras diferentes significan diferencia significativa (P < 0.05)

El fitorregulador que ocasionó el menor **diámetro del pecíolo**, fue el Biogib o Ácido Giberélico con 0.36 cm y fue estadísticamente diferente al Biozyme que presentó el mayor diámetro con 0.68 cm y al Cycocel o Clomequat que registró un valor de 0.50 cm.

El regulador de crecimiento que presentó la menor **longitud del pecíolo**, fue el Biogib o Ácido Giberélico con 17.73 cm, y fue estadísticamente diferente al Biozyme que presentó la mayor longitud con 25.93 cm, y con el Cycocel o Clomequat que tuvo un valor de 19.20 cm.

La menor **área foliar**, fue producida por el Biogib o Ácido Giberélico con 5,142.5 cm<sup>2</sup>, y la mayor área foliar fue inducida por el Biozyme con 10,180.5 cm<sup>2</sup>; resultando estadísticamente diferencia significativa entre estos tratamientos.

En el Cuadro 7 se presentan los **parámetros determinantes** en el rendimiento del cultivo de girasol.

Para la variable **diámetro del capítulo**, el tratamiento que originó el menor diámetro fue el Biogib o Acido Giberélico con 8.9 cm, estadísticamente es diferente al Biozyme que registró el resultado más alto con 19.40 cm. El resto de los fitorreguladores también presentaron diferencias significativas.

Cuadro 7. Comparación múltiple de medias de Duncan de las características de rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) var. Tecmon-52 evaluadas con cuatro fitoreguladores comerciales durante el ciclo de siembra otoño-invierno 1997, en Marín, N.L.

Tratamiento	Diámetro Capítulo (cm)	Número Aguenios /cap	Peso Aguenios /cap (gr)	Rendimiento Grano (Kg/ha)
Testigo	16.67 b	874.67 b	74.88 b	3743.7 b
Biozyme	19.40 a	1036.87 a	111.82 a	5591.0 a
Bioqib (GA <sub>3</sub> )	8.9 d	488.4 c	11.10 d	554.7 d
Cycoceel (Clormequat)	11.77 c	479.67 c	36.29 c	1814.3 c
Cultar (Paclobutrazol)	17.10 b	810.60 b	82.61 b	4130.7 b
n	15	15	15	15

Letras diferentes significan diferencia significativa (P < 0.05)

El fitorregulador que registró el menor número de achenos por capítulo, fue el Biogib o Ácido Giberélico con 488.4, y el que originó el mayor número, fue el Biozyme con 1,036.87; estadísticamente hubo diferencias significativas entre estos dos fitorreguladores. Comparativamente el Biogib o Acido Giberélico fue igual con el Cycocel o Clomequat que resultó con un valor de 479.67 cm.

En el peso de achenos por capítulo, el tratamiento que indujo el menor peso fue el Biogib o Ácido Giberélico con 11.10 g, resultando estadísticamente diferente al Biozyme con el valor de 111.82 g, y con el Cycocel o Clomequat que presentó la cantidad de 36.29 g.

El fitorregulador que dió el menor rendimiento de grano, fue el Biogib o Ácido Giberélico con 554.7 Kg/ha, y el regulador que produjo un mayor rendimiento fue el Biozyme con 5,591.0 Kg/ha; encontrándose diferencias significativas entre estos tratamientos y con el Cycocel o Clomequat que presentó 1,814.3 Kg/ha.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **4.4. Análisis de correlación.**

### **4.4.1. Ciclo de siembra P-V.**

El Cuadro 8 presenta un análisis de correlación (Pearson) múltiple para determinar el grado de asociación entre las variables agronómicas del girasol, encontrando que la altura presentó una alta asociación significativa con todas las demás variables agronómicas, excepto con el diámetro del tallo. El diámetro del tallo solamente presentó alta asociación significativa ( $r = 0.864$ ) con el diámetro del pecíolo, y significativamente con el diámetro del capítulo ( $r = 0.294$ ). El resto de las variables presentan una alta asociación significativa entre ellas, excepto el diámetro del pecíolo y el diámetro del capítulo que no hubo significancia estadística ( $r = -0.183$ ). El diámetro del pecíolo presentó una asociación inversa (negativa) con las demás variables.

### **4.4.2. Ciclo de siembra O-I.**

El Cuadro 9 muestra un análisis de correlación (Pearson) múltiple para las variables consideradas en el experimento, encontrando que: la altura presentó una asociación significativa y negativa con las variables ancho de la hoja ( $r = -0.258^*$ ), diámetro del pecíolo ( $r = -0.202^*$ ) y diámetro del capítulo ( $r = -0.239$ ). El resto de las variables presentaron una asociación significativa entre ellas.

**Cuadro 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.**

	Altura	Díam. Tallo	Long. Hoja	Ancho Hoja	Díam. Pecíolo	Long. Pecíolo	Área Foliar	Díam. Capítulo	Número Aquenios	Peso Aquenios	Rend. Gramo
Altura	1	0.001 NS	0.945 **	0.862 **	-0.486 **	0.87822 **	0.759 **	0.856 **	0.904 **	0.716 **	0.739 **
Díámetro del Tallo	1	0.110 NS	0.130 NS	0.864 **	0.12161 NS	0.294 *			-0.028 NS	0.063 NS	-0.009 NS
Longitud Hoja	1	0.969 **	-0.382 **	0.96750 **	0.820 **	0.941 **			0.927 **	0.821 **	0.832 **
Ancho Hoja	1	-0.336 **	0.97915 **	0.874 **	0.960 **	0.913 **			0.900 **	0.900 **	0.903 **
Díámetro Pecíolo	1	-0.34610 **	-0.458 **	-0.183 NS					-0.325 **		-0.400 **
Longitud Pecíolo	1	0.860 **	0.961 **	0.922 **					0.895 **		0.900 **
Área Foliar	1	0.836 **	0.858 **	0.910 **					0.910 **		0.922 **
Díámetro Capítulo	1	0.878 **	0.883 **	0.883 **					0.883 **		0.873 **
Número Aquenios	1	0.866 **	0.883 **	0.883 **					0.866 **		0.883 **
Peso Aquenios	1	0.996 **							1		0.996 **

NS: Asociación no significativa \*significativa al 0.05% de probabilidad \*\*significativa al 0.01% de probabilidad

**Cuadro 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.**

	Altura	Diám. Tallo	Long. Hoja	Ancho Hoja	Long. Pecíolo	Diám. Pecíolo	Área Foliar	Diám. Capitulo	Número Aquenios	Peso Aquenios	Rend. Grano
Altura	1										
Diámetro del Tallo	-0.104 NS	1									
Longitud Hoja	0.160 NS	0.894 **	1								
Ancho Hoja	-0.258 *	0.889 **	0.908 **	1							
Longitud Pecíolo	-0.09 NS	-0.252 *	-0.302 NS	-0.239 *	1						
Diámetro Pecíolo	0.812 **	0.813 **	0.718 **	0.859 **	0.721 *	1					
Área Foliar	0.787 **	0.832 **	0.727 **	0.811 **	0.722 **	0.762 **	1				
Diámetro Capitulo	0.765 **	0.872 **	0.795 **	0.874 **	0.772 **	0.817 **	0.772 **	1			
Número Aquenios	1	0.721 *	0.497 **	0.752 **	0.634 **	0.667 **	0.634 **	0.599 **	1		
Peso Aquenios	0.628 **	0.638 **	0.722 **	0.599 **	0.594 *	0.710 **	0.628 **	0.594 *	0.910 **	1	
Rend. Grano	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	0.790 **	1

NS: Asociación no significativa \*significativa al 0.05% de probabilidad \*\*significativa al 0.01% de probabilidad

## 4.5. Análisis de regresión.

En los Cuadros 10 y 11, se presentan los análisis de regresión múltiple para determinar el modelo final para el rendimiento en función de las demás variables agronómicas, encontrándose que para el ciclo P-V dicho modelo resultó ser:

$$\text{Rendimiento} = 0 + 0.49 (\text{A.F.}) + 0.68 (\text{L.P.}) - 0.60 (\text{L.H.}) + 0.38 (\text{A.H.}) + 0.0 \text{ con una } R^2 = 0.91$$

En el ciclo de siembra O-I el modelo final fue:

$$\text{Rendimiento} = 0 + 1.01 (\text{D.C.}) - 0.13 (\text{L.P.}) + 0.1 (\text{P.A.}) + 0.0 \text{ con una } R^2 = 1.0$$

Donde:

A.F. = Área foliar.

L.P. = Longitud del pecíolo.

L.H. = Longitud de la hoja.

A.H. = Ancho de la hoja.

D.C. = Diámetro del capítulo.

P.A. = Peso de aquenios.

**Cuadro 10.** 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 primavera-verano 1997, en Marín, N.L.

Paso	Rendimiento	R <sup>2</sup>
1	AREA FOLIAR	0.85
2	AREA FOLIAR + LONGITUD DEL PECIOLLO	0.89
3	AREA FOLIAR + LONGITUD DEL PECIOLLO + LONGITUD DE LA HOJA	0.91
4	AREA FOLIAR + LONGITUD DEL PECIOLLO + LONGITUD DE LA HOJA + ANCHO DE LA HOJA	0.91
<b>Modelo final para rendimiento</b>	<b><math>y=0+0.49 (A.F.) +0.68 (L.P.) -0.60(L.H.) +0.38 (A. H.)</math></b>	

**Cuadro 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.**

Paso	Rendimiento	R <sup>2</sup>
1	DIAMETRO DEL CAPITULO	0.93
2	DIAMETRO DEL CAPITULO + LONGITUD DEL PECIOLLO	0.94
3	DIAMETRO DEL CAPITULO + LONGITUD DEL PECIOLLO + PESO DE AQUENIOS	1.00
<b>Modelo final para rendimiento</b>		
$y = 0 + 1.01(D. C.) - 0.13(L. P.) + 0.1(P. A.)$		

#### **4.6. Análisis Combinado.**

El análisis combinado se realizó para comparar los resultados del primer ciclo de siembra (P-V) con los del segundo ciclo (O-I) (Cuadro 12) encontrándose diferencias altamente significativas para las variables del desarrollo vegetativo entre el ambiente, los tratamientos y la interacción de ambos ciclos, excepto en longitud del pecíolo y área foliar que fueron no significativas. Para el caso de las variables de rendimientos los resultados se encuentran en el Cuadro 13, donde todas presentaron diferencia altamente significativa tanto en ambientes como en tratamientos y su interacción.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Cuadro 12. Cuadros 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.**

Fuente de variación	GL	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	Longitud Hoja (cm)	Ancho Hoja (cm)	Longitud Pecíolo (cm)	Diámetro Pecíolo (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )
Ambiente	1	55437.09**	3.07 **	61.63 **	203.61 **	24.74 NS	1.73 **	12093366 NS
Tratamiento	4	16776.49**	2.48 **	1232.42 **	769.63 **	394.70 **	0.59 **	59728804 **
Ambiente - Tratamiento	4	795.71 **	0.74 **	92.00 **	115.12 **	88.63 **	0.05 *	5462329 NS
C.V. (%)		5.86	11.51	10.32	9.51	11.66	19.17	24.39

NS: Diferencia no significativa    \*\*significativo al 0.01% de probabilidad

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



Fuente de variación	GL	Diámetro Capitulo (cm)	Número Aqueños/Cap	Peso aqueño Cap (g)	Rendimiento Grano Ka/ha
Ambiente	1	158.72 **	224189.34 **	29388.80 **	73472003 **
Tratamiento	4	338.77 **	971078.03 **	21931.85 **	54829638 **
Ambiente - Tratamiento	4	43.10 **	253848.77 **	5400.95 **	13502389 **
C. V. (%)		6.05	18.00	22.09	22.09

\*\* significativo al 0.01% de probabilidad

## **5. DISCUSIÓN.**

La investigación tuvo como objetivos evaluar y comparar los efectos de los fitorreguladores Biozyme TF, Biogib (Ácido Giberélico), Cycocel (Clomequat) y Cultar o Bonzi (Paclobutrazol) en el crecimiento y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) var TECMON-52 en once variables estimadas. En cada uno de los caracteres agronómicos estudiados se realizó el análisis de varianza (ANOVA), en dos ciclos de siembra, los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre los valores de un tratamiento a otro, lo cual era de esperarse por las diferentes acciones fisiológicas de los fitorreguladores experimentados (Rojas, 1993; Rojas y Ramírez, 1988).

Las plantas crecieron más con el tratamiento Biogib o Ácido Giberélico que en los demás reguladores de crecimiento, debido a que presentó el efecto más acentuado en la elongación de los tallos, por que se estimula el crecimiento de los entrenudos más jóvenes (Weaver, 1990; Guardia y Benlloch, 1980). Aunque por otra parte, Liu y Loy, (citados por Salisbury y Ross, 1994) mencionaron que las giberelinas aumentan crecimiento porque promueven la división celular, estimulando a las células de la fase G-1 a entrar a la fase "S", acortándola. El incremento en el número de células da lugar a un crecimiento más rápido del tallo, debido a que cada una de las células puede crecer. Sin embargo, la expansión de la hoja no fue afectada positivamente por el ácido giberélico siendo menor que el testigo. Cleland (1969) asienta que la expansión foliar está influenciada por otros factores y la estimulación característica del ácido giberélico es el alargamiento de los entrenudos.

Contrariamente al Biogib, el Cycocel (Clomequat) retardó su crecimiento, disminuyendo la altura de la planta (24 - 28 %), debido a que impide la división celular en el meristemo subapical del tallo (Weaver, 1990). El modo de acción de este regulador es inhibir un paso metabólico de la primera fase de la biosíntesis de giberelinas, no hay la conversión de pirofosfato de geranilgeranilo en pirofosfato de copalilo, para formar finalmente ent-kaureno, por que se inhibe la actividad de la enzima kaureno sintetasa (Talón, 1993; Salisbury y Ross, 1994). Aun cuando el Cycocel (Clomequat) indujo tallos cortos y hojas más pequeñas, de cualquier forma es razonable la afirmación de Ginzo *et al.* (citados por Rojas y Ramírez, 1987), en el sentido de que la acción de este inhibidor no se debe a los cambios anatómicos o morfológicos que induce sino a los cambios fisiológicos condicionados por factores ambientales, ya que el efecto típico es dar resistencia al estrés de sequía. Al reducirse la absorción de agua existe la probabilidad de un cierre de estomas producido como un efecto del metabolismo del ácido abscísico (Lürssen y Bayer, 1987).

La disminución del diámetro del tallo por Biogib (ácido giberélico) se debió probablemente a un estado de estrés y falta de nutrientes energéticos debido a la acción combinada del estímulo en crecimiento longitudinal y las limitantes del medio por exceso de calor y excesiva demanda transpiratoria.

La máxima reducción del área foliar lograda por el Biogib (Ácido Giberélico), es por que las giberelinas quizá impiden la división celular en los tejidos maduros, que constituye un requisito previo, necesario para la creación de zonas meristemáticas y la formación de raíces iniciales. El efecto de las giberelinas puede ser también nutritivo

debido a que se estimula el crecimiento de los brotes, compitiendo así por obtener los productos asimilados que requiere la iniciación de las raíces (Weaver, 1990). Los experimentos realizados por Martínez (1995) en papa (*Solanum tuberosum* L.) concuerdan que el Ácido Giberélico reduce el área foliar.

Para el caso del área de la hoja, disminuye 20-50 días después del tratamiento con GA<sub>3</sub>, tal vez porque se incrementó la actividad de la alfa amilasa y no tuvo efecto en la actividad de la beta fructanosidasa en las hojas (El-Fouly *et al.*, 1988). O bien, por las mismas razones dichas de estrés por exceso de transpiración (calor y sequía) que no permitió que las células de la hoja estuvieran en turgencia.

Aunque el objetivo no era estudiar diferentes fechas de siembras, pero con la finalidad de aprovecharse las moderadas precipitaciones que cayeron durante los meses de Marzo y Abril se sembró el día 1 de Mayo de 1997, ocasionaron que los resultados de rendimiento de la semilla y el tamaño del capítulo disminuyeran considerablemente al retrasarse la fecha de siembra (Iracheta, 1985).

Durante el ciclo de siembra Primavera–Verano, el rendimiento de aquenios (Kg/ha) fue menor en los cuatro fitorreguladores experimentados en comparación al testigo, debido a las altas temperaturas que prevalecieron (29°C promedio), se presentaron los efectos como: aumentar el porcentaje de avanamiento de la semilla, provocamiento de pérdida en la viabilidad del polen, evita la formación de la semilla en la parte central del capítulo, aceleran el desarrollo vegetativo de la planta, y como consecuencia de todo esto se provoca una reducción en el rendimiento (Ortegón *et al.*, 1993).

La correlación positiva y altamente significativa de diámetro de capítulo, peso de 1,000 semillas, seguidos por número de semillas por capítulo, tienen el más alto efecto en el rendimiento; esto concuerda con el análisis de datos tomados por Dhaduk *et al.* (1985), de nueve caracteres relacionados con el rendimiento en 20 variedades de girasol. A su vez Díaz (1985) encontró una correlación positiva y altamente significativa entre el diámetro del capítulo y rendimiento. También Alam *et al.*, y Díaz *et al.*, (citados por Avila, 1990) encontraron que el rendimiento de aquenios por planta tiene un alto valor hereditario, y está correlacionado positivamente con el diámetro del capítulo, y el número de semillas por capítulo, caracteres usualmente considerados como criterios de selección.

El regulador de crecimiento Biozyme fue el que incrementó el rendimiento de aquenios en el ciclo de siembra otoño invierno por que es un fitoregulator complejo formado por microelementos y varias fitohormonas, confirmando estos resultados los trabajos de Martínez (1995) y Ávila (1990).

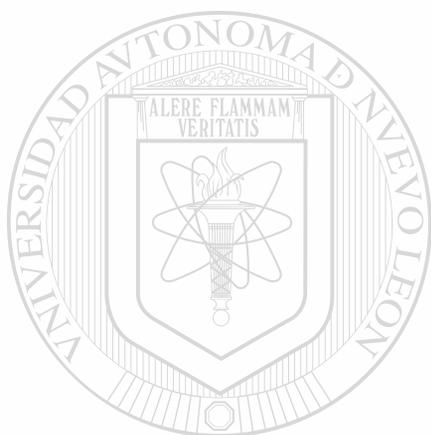
El efecto de Biozyme fue muy consistente estimulando positivamente las variables medidas, excepto la altura de la planta. Es muy discutible si este efecto se debe a la presencia de un complejo hormonal (auxinas, giberelinas y citocininas) o a la fracción con micronutrientes o al conjunto de ambas. El efecto del Clormequat fue también muy consistente promoviendo plantas más pequeñas en altura, pero no en área foliar, contrariamente a otras experiencias este efecto no condujo a mayores rendimientos tal vez por que los riegos oportunos en el ciclo P-V y la lluvia en el ciclo O-I no llevaron al girasol a un estado de estrés de sequía muy severo que es la condición en que el

Clomequat deja sentir efectos positivos ya que la acción antigiberelica de este producto no es realmente estimular el rendimiento sino proteger de condiciones de estrés. Se considera que el estrés no fue muy severo por que estadísticamente la influencia de los fitorreguladores fue igual en ambos ciclos aunque en el ciclo O-I se presentaron lluvias.

El rendimiento de aquenios durante el ciclo de siembra P-V fue menor en los tratamientos debido a varios factores principalmente a:

1. **Elevadas temperaturas:** producen una disminución del transporte de materiales al presentarse temperaturas mayores de 40°C, siendo la temperatura óptima para el transporte entre 20 y 30°C (Guardiola y García, 1993). Los resultados obtenidos por Downes, citado por Ortegón *et al.* (1993), mostraron que los efectos adversos de las altas temperaturas afectan más el rendimiento de la semilla que el contenido de aceite concordando esto con los resultados obtenidos. Al igual Semihnenko, citado por Vranceanu (1977), menciona que la mayor producción de semilla se alcanza cuando la temperatura media diaria durante la fase de formación y llenado de las semillas se efectúa entre los 18 y 22°C, si se sobrepasa la temperatura media diaria los 26 – 28°C la formación y el proceso de llenado de la semilla se dificulta considerablemente.
2. **Baja humedad relativa:** a mayores temperaturas se produce un bajo porcentaje de humedad relativa, en el caso del primer ciclo de siembra (P-V) fue de un 64%, ocasionándose un potencial hídrico atmosférico de -70 MPa (Salisbury y Ross, 1994).

3. **Riegos Abundantes:** el girasol es un cultivo que consume importantes cantidades de agua en las épocas de formación y llenado de las semillas, donde el mayor consumo tiene lugar desde la etapa de formación del capítulo hasta el final de la floración. Ortegón, et al. (1993), cita que Muriel *et al.*, lograron rendimientos de 3.11 t/ha al aplicar nueve riegos con intervalos de 10 días, lo cual esto no concuerda con nuestro experimento, por que las plantas sufrieron de estrés hídrico no excesivo pero sí suficiente para disminuir el rendimiento (Salisbury y Ross, 1994).



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **6. CONCLUSIONES.**

Una vez analizados los resultados obtenidos en la presente investigación y tomando como base principal los objetivos e hipótesis planteados, se concluye y se sugiere lo siguiente:

Todas las características evaluadas mostraron diferencias significativas lo que refleja que los fitorreguladores tuvieron influencia sobre la expresión de tales caracteres.

La aplicación de Biogib (Ácido Giberélico) determinó un mayor aumento en la altura de las plantas pero un descenso en el rendimiento; el Clomequat determinó un rendimiento intermedio en ambos ciclos.

El regulador de crecimiento que determinó la menor altura de las plantas fue el Cycocel (Clomequat).

El compuesto Cultar (Paclobutrazol) fue el que produjo una mayor área foliar total de la planta en el ciclo de siembra Primavera–Verano; mientras que en Otoño - Invierno Biozyme originó la mayor área foliar.

El rendimiento de achenios en el ciclo de siembra primavera – verano fue menor con los fitorreguladores experimentados. En el ciclo de siembra otoño – invierno el rendimiento de achenios fue mayor en el tratamiento Biozyme.

## **7. RECOMENDACIONES.**

**Se recomienda sembrar el cultivo de girasol del ciclo primavera – verano a partir del día 14 de marzo.**

**Se recomienda hacer aplicaciones de Cultar (Paclobutrazol) con dosis más elevadas para observar los efectos inhibitorios del crecimiento.**

**Realizar un mayor número de aplicaciones de los fitorreguladores.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 8. LITERATURA CITADA.

1. Almeida J., A.S. De and M.F.D.A. Pereira. 1996. The control of flower initiation by gibberellin in *Helianthus annuus* L. (Sunflower), a non-photoperiodic plant. Plant Growth Regulation, Abs. Campinas, Brasil. 19(2):109-115.
2. Almeida J., A.S. De; F.D.A. De Pereira M. y J.A.S. De Almeida. 1997. Effect of GA<sub>3</sub> and Paclobutrazol on vegetative development of sunflowers. Revista Brasileira de Fisiología Vegetal. Abs. Brasil. 9(1):55:60.
3. Anton N., A.; M.M. Basseim; S.A.M. Attia and W. Kadry. 1995. Response of sunflower plants to some growth regulators and different levels of nitrogen fertilizer under sandy soil conditions. Annals of Agricultural Science Moshtohor Abs. Ismailia, Egipto. 33(3):921-932.
4. Avila V., A.N. 1990. Efecto de tres fitorreguladores comerciales y uno experimental en el desarrollo fisiológico y en el rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Licenciatura. I.T.E.S.M. Monterrey, Nuevo León, México, pp 33-38.
5. Avilantan C., L.T. 1987. Estudio de los efectos de los fitorreguladores Activol, Agrostemin y Biozyme en el desarrollo y rendimiento del tomatero (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Peto 95. Tesis de Maestría. I.T.E.S.M. Monterrey, Nuevo León, México, pp 60-80.
6. Beltrano J., D.O. Caldiz; R. Barreyro; G. Sánchez and R. Bezus. 1994. Effects of foliar applied gibberellic acid and benzyladenine upon yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant Growth Regulation. Plata, Argentina. 15(2):101-106.
7. Benitez A., J.F. 1980. Efecto de la densidad de siembra en la producción de forraje en tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) y una de girasol (*Helianthus annuus* L.) durante la Primavera de 1980 en el Campo Agrícola Experimental de Apodaca, N.L. Tesis de Licenciatura. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México. 88 p.

8. Benvenuti, A.; G.P. Vannozzi; P. Magale and M. Baldini. 1991. Study of germination techniques for Helianthus genus wild species. Agricultura Mediterranea Abs. Pisa, Italia. 121(2):173-179.
9. Bhaumik, P.K. and R. Mukherjee. 1979. Effect of gibberellic acid on the rate of pollen grain germination in sunflower. Incompatibility Newsletter. Plant Growth Regulator Abs. 608(11):21-25.
10. Bianco, J.; G. Garelo; M.T. Le Page-Degivry. 1994. Release of dormancy in sunflower embryos by dry storage: involvement of gibberellins and abscisic acid. Seed Science Research Abs. Nice, Francia. 4(2):57-62.
11. Bioenzymas, GBM. 1997. Boletín Técnico Biogib. Saltillo, Coahuila, México, pp 1.
12. Bioenzymas GBM. 1997. Boletín Técnico Regulador del Crecimiento Vegetal. Saltillo, Coahuila, México, pp 1-4.
13. Blagodyr, A.P. 1979. A method of determining germination of freshly harvested sunflower seeds. Selektsiyai Semenovodstvo. Plant Growth Regulator Abs. 1962. 3:49-50.
14. CETENAL. 1977. Carta Edafológica Apodaca. Escala 1:50,000. México, D.F.
15. Cleland, R.E. 1969. The giberellins. En: Physiology of Plant Growth and Development. Ed. M.B. Wilkins – Mc Graw Hill, London.
16. Cobia, D.W.; and D.E. Zymmer. 1980. Sunflower: production and marketing. Quinta edición. Editorial North Dakota State University of Agriculture and Applied Science. Fargo, North Dakota, pp 2-3.
17. Cyanamid, OHP 1997. Boletín Técnico Cycocel, Plant Growth Regulant, pp 2-4.
18. DGGTN 1980. Carta Climática de Monterrey. Escala 1:1,000,000. ED. I.N.E.G.I., México, D.F.

19. Dhaduk, L.K.; N.D. Desai; R.H. Patel and M.U. Kukadia. 1985. Correlation and path-coefficient analysis sunflower (*Helianthus annuus* L.) Indian J. Agriculture Science, 55:52–54.
20. Díaz Ch., L. 1985. Evaluación de familias de medios hermanos en girasol (*Helianthus annuus* L.). Estudio de parámetros genéticos y correlaciones entre características agronómicas de mayor importancia económica. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 54 p.
21. Díaz de la Guardia M., D.; L. García T. y J. Berengena. 1975. Comunicaciones INIA. Producción Vegetal. España, No. 5, 27-36.
22. Díaz F., A. 1993. Enfermedades. En: Ortegón M., A.S.; A. Escobedo M.; J. Loera G.; A. Díaz F.; E. Rosales R. (eds.). El Girasol. Editorial Trillas, México, D.F, pp 109-125.
23. El-Fouly, M.M.; R. Sakr; M.K. Fouad; M. Zaher and A.F.A. Fawzi. 1988. Effect of GA, CCC, and B-9 (Daminozide) morphophysiological characters and yield of kidney (*Phaseolus vulgaris* L.). J. of Agronomy and Crops Abs., Cairo. 160(2):94–101.
24. Escobedo M., A. 1993. Descripción de la planta. En: Ortegón M., A.S.; A. Escobedo M.; J. Loera G.; A. Díaz F.; E. Rosales R. (eds.). El Girasol. Editorial Trillas. México, D.F, pp. 15-19.
25. Garza R., H. 1985. Algunos efectos del fitorregulador Biozyme en diferentes etapas de desarrollo en una variedad de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis de Licenciatura. F.C.B., U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León, México, pp 25-27.
26. Grimstad, S.O. 1993. Influence of paclobutrazol residues on greenhouse bench surfaces and the effect on growth and development of cucumber and tomato young plants. Gartenbanwissenschaft Abs. Norway, 58(2):59–63.
27. Grossman, K.; C.M. Karssen (ed.); Loon-LC-van (ed.); D. Vreugdenhil. 1992. Plant growth retardants: their mode of action and benefit for physiological research.

19. Dhaduk, L.K.; N.D. Desai; R.H. Patel and M.U. Kukadia. 1985. Correlation and path-coefficient analysis sunflower (*Helianthus annuus* L.) Indian J. Agriculture Science, 55:52-54.
20. Díaz Ch., L. 1985. Evaluación de familias de medios hermanos en girasol (*Helianthus annuus* L.). Estudio de parámetros genéticos y correlaciones entre características agronómicas de mayor importancia económica. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 54 p.
21. Díaz de la Guardia M., D.; L. García T. y J. Berengena. 1975. Comunicaciones INIA. Producción Vegetal. España, No. 5, 27-36.
22. Díaz F., A. 1993. Enfermedades. En: Ortegón M., A.S.; A. Escobedo M.; J. Loera G.; A. Díaz F.; E. Rosales R. (eds.). El Girasol. Editorial Trillas, México, D.F, pp 109-125.
23. El-Fouly, M.M.; R. Sakr; M.K. Fouad; M. Zaher and A.F.A. Fawzi. 1988. Effect of GA, CCC, and B-9 (Daminozide) morphophysiological characters and yield of kidney (*Phaseolus vulgaris* L.). J. of Agronomy and Crops Abs., Cairo. 160(2):94-101.
24. Escobedo M., A. 1993. Descripción de la planta. En: Ortegón M., A.S.; A. Escobedo M.; J. Loera G.; A. Díaz F.; E. Rosales R. (eds.). El Girasol. Editorial Trillas. México, D.F, pp. 15-19.
25. Garza R., H. 1985. Algunos efectos del fitorregulador Biozyme en diferentes etapas de desarrollo en una variedad de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis de Licenciatura. F.C.B., U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León, México, pp 25-27.
26. Grimstad, S.O. 1993. Influence of paclobutrazol residues on greenhouse bench surfaces and the effect on growth and development of cucumber and tomato young plants. Gartenbanwissenschaft Abs. Norway, 58(2):59-63.
27. Grossman, K.; C.M. Karssen (ed.); Loon-LC-van (ed.); D. Vreugdenhil. 1992. Plant growth retardants: their mode of action and benefit for physiological research.

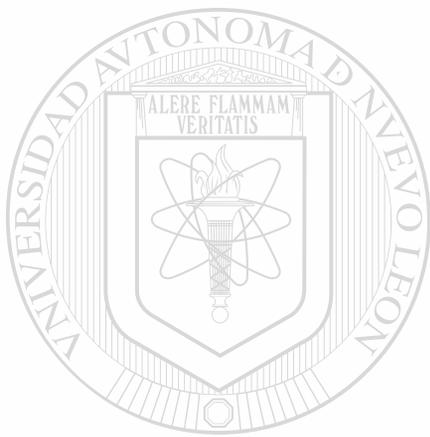
- Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture Abs. Limburgerhof, Alemania 13(26).788-797.
28. Guardia, M.D. de la and M. Benlloch, 1980. Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. *Physiologia Plantarum. Plant Growth Regulator Abstract*, 614. Vol. 49 (4):443-448.
29. Guardiola, J.L. y A. García, L. 1993. Transporte de azúcares y otros asimilados. En: Azcon, B.J. y M. Talon (eds.): *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Ed. Interamericana – Mc Graw Hill, Madrid, pp 149-169.
30. Guerrero, A 1984. *Cultivos Herbáceos extensivos*. Tercera Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid, pp. 315-360.
31. INEGI 1996. *Análisis Estadístico del Estado de Nuevo León*. Ed. Gobierno del Estado, pp 5.
32. INEGI 1997. *Cultivos anuales de México. Séptimo censo Agropecuario*, México, pp 210-225.
33. Iracheta C., O.R. 1985. Respuesta de dos cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) a diferentes densidades de población, estudio de correlaciones entre las características más importantes. Tesis de Licenciatura. U.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 66 p.
34. Jayanti, G.; B. Brototi; B. Alkoke; J. Ganguly; B. Banerjee; A. Bhattacharjee. 1996. Influence of a volatile oil, kinetin and GA<sub>3</sub> on retardation of detached leaf senescence of three different ecotypic plants. Institute of Science Education, Burdwan University, Environment and Ecology, Abs. Burdwan, India. 14(4):866-871.
35. Kastori, R.; A. Vereb, B. Nikolic, and N. Petrovic 1980. Study of the phyto-physiological effect of Biozor-S in crops. *Agrohemija. Plant Growth Regulator Abstract*, 1214, No. 7/8, 285, 292.

36. Kene, H.K.; P.Y. Sontakey and M.R. Kale. 1995. Effect of foliar application of growth regulators on growth, yield and oil content of sunflower. PKV Research Journal Abs. Maharashtra, India. 19(2):182-183.
37. Kulkarni, S.S.; M.B. Chetti; A. Amaregouda; D.S. Uppar. 1994. Influence of growth retardants on growth and development of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. Annals of Plant Physiology Abs. Karnataka, India. 8(2):121-128.
38. Kulkarni, S.S.; M.B. Chetti and D.S. Uppar. 1995. Influence of growth retardants on biochemical parameters in sunflower. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. Abs. Dharwad, India. 20(3):352-354.
39. Loera G., J. 1993. Insectos y Plagas del girasol. En: Ortegón M., A.S.; A. Escobedo M.; J. Loera G.; A. Díaz F.; E. Rosales R. (eds.). El Girasol. Editorial Trillas, México, D.F, pp. 82-106.
40. Lozoya S., H., 1994. Inhibidores del crecimiento para margarita (*Dendranthema grandiflora* Tzvelv) en maceta. II. Paclobutrazol. Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1:11-14.
41. Lürssen, K. and A.G. Bayer. 1987. The use of inhibitors of gibberellin and sterol biosynthesis to prove hormone action. In: Hoad, G.V.; J.R. Lenton; M.B. Jackson; R.K. Atkin (eds.) Hormone Action in Plant Development a Critical Appraisal, pp 133-142.
42. Martínez L., S.J. 1995. Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Gigant). Tesis Doctoral. I.T.E.S.M. Monterrey., Nuevo León, México, pp. 57-58.
43. Orchard, P.W. and J.V. Lovett, 1980. Clomequat induced drought avoidance in sunflower. Plant Growth Regulator Abstract, 1012, Vol. 7(6):332-343.
44. Ortegón M., A.S.; A. Escobedo M.; J. Loera G.; A. Díaz F.; E. Rosales R. 1993. El Girasol. Editorial Trillas. México, D.F, pp 11-12.

45. Pathak, H.C. and S.K. Dixit. 1994. Yield and yield contributing characters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by Cycocel (CCC). Gujarat Agricultural University Research Journal Abs. Sumerpur, India. 20(1):158-161.
46. Reed, A.N.; M.A. Curry, and M.W. Williams, 1989. Translocación del triazole retardante del crecimiento en tejidos vegetales. J. American Society Horticultural Science, 114(6):893-898.
47. Robinson, R.B. 1973. The sunflower crop in Minnesota. Experimental Bulletin 293, Agriculture Ext. Service, University of Minnesota.
48. Robles S., R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. Segunda Edición. Editorial LIMUSA. México, D.F, pp 431-498.
49. Roca G., R. 1989. Productividad y caracterización fenotípica de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annuus* L. y var Tecmon en Apodaca, N.L. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, pp 1-3.
50. Rojas G., M. 1988. Manual Teórico-Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. Segunda Edición. Editorial LIMUSA, México, D.F, pp111-119.
51. Rojas G., M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. Cuarta edición. Ed. Interamericana McGraw Hill. México, D.F, pp. 189-200.
52. Rojas G., M. y H. Ramírez. 1987. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Ed. LIMUSA. México, D.F, pp 27-163.
53. Salcedo B., S.; V.M. Celaya del T.; Z. Alcantara ; A. Gordo L. 1991. Estadística básica del sector agropecuario, 18 años de actividad agropecuaria en México. D.D.E.E., Consejo Nacional Agropecuario.
54. Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. El. Iberoamérica. México, D.F. pp 399-420.

55. Sandvik, M.M. 1979. The sunflower oil shows promise as a fuel but is economically not yet feasible. *The sunflower*, 5:21-27.
56. Santos V., R. 1991. Estabilización de los caracteres agronómicos en girasol forrajero variedad Tecmon-52 en Apodaca, N.L., Primavera-Verano de 1990. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, pp. 4-8.
57. Saumell, H. 1976. Girasol. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, pp 65-72.
58. Shashidhar; S. Kulkarni; M.B. Chetti and A. Amaregoud. 1995. Influence of growth retardants on morphological characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. *Karnataka Journal of Agricultural Science Abs.* Dharwad, India. 8(1):40-45.
59. Talón, M. 1993. Giberelinas. En: Azcon, B.J.; M. Talón (eds.) *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill, Madrid, pp 301-316.
60. Tocagni, H. 1980. El Girasol. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina, pp 61-65.
61. Universidad Autónoma de Nuevo León. 1997. Estación de Meteorología y Climatología. Facultad de Agronomía.
62. Uniroyal Chemical. 1997. Boletín Técnico Bonzi ornamental Growth Regulator, pp 5-7.
63. Uppar S.S.; A.S. Nalini; M.B. Chetti; S.M. Hiremath and M.Y. Kamatar. 1995. Use of growth regulators in sunflower. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities. Abs.* Karnataka, India. 20(2):322-323.
64. Valencia G., E. 1996. Estudio del efecto de las variables morfológicas en el rendimiento y calidad del girasol (*Helianthus annuus* L.) en el norte de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah, pp 5.

65. Vázquez C., M.J. 1986. Efectos de dos fitoreguladores del crecimiento: Biozyme líquido y ácido giberélico, aplicado a distintas concentraciones y en diferentes partes del desarrollo del trigo (*Triticum aestivum* L.) cv Pavón bajo techo y en condiciones de hidropónia. Tesis de Licenciatura. F.C.B., U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León, México, pp 26-37.
66. Vereb, A.; B. Nikolic; Z. Rajkvic; M. Ubavic; D. Bogdanovic. 1980. Study of the phytophysiological effects and applicability of Biozor-S in fiel crop production. Plant Growth Regulator Abstract 1224(7/8):293-302.
67. Vranceanu, A.V. 1977. El Girasol. Mundi Prensa. Madrid, España, pp 94-109.
68. Warrington, C. 1980. Sunflower – energy power. The sunflower Newsletter. I.S.A. 4(1):77-85.
69. Weaver, R.J. 1990. Reguladores del Crecimiento de las plantas en la Agricultura. Ed. Trillas. México, D.F., pp 17-141.



## **9. APENDICE**

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

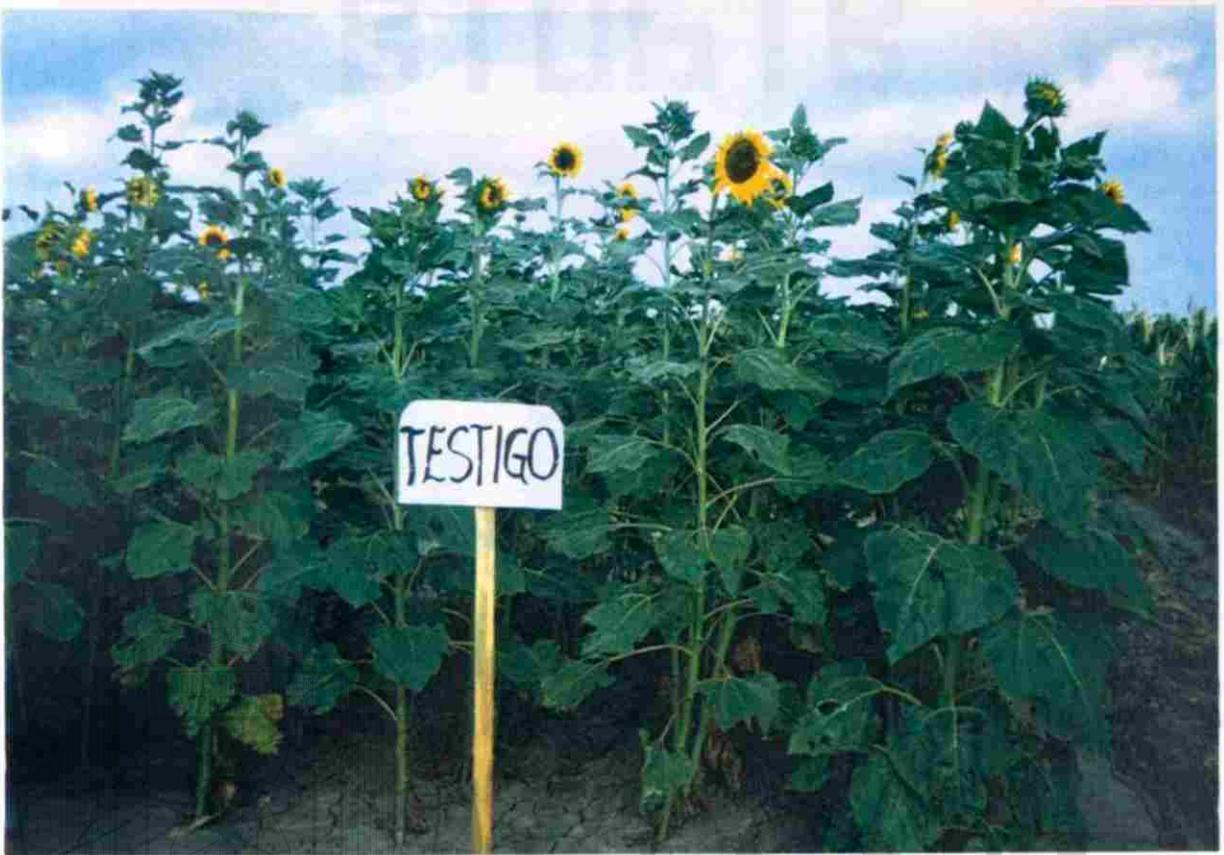
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 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.



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



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

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



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



Figura 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.



Figura 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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

