

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**EFFECTO DE LA APLICACION DE TRES FUENTES DE
GIBERELINAS EN EL CULTIVO DE TOMATE**

POR:

ZURIEL SANCHEZ SANCHEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1998.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**EFFECTO DE LA APLICACION DE TRES FUENTES DE GIBERELINAS EN EL
CULTIVO DE TOMATE**

POR

ZURIEL SANCHEZ SANCHEZ

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

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

**Dr. Alfonso Reyes López.
Presidente**

**M.C. Adolfo García Salinas.
Sinodal**

**M.C. Alfredo Sánchez López.
Sinodal**

**M. C. Mariano Flores Dávila.
Coordinador de la División de Agronomía.**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1998.

“ En los ancianos está la ciencia,

**y en la larga edad la inteligencia.
Con Dios está la sabiduría y el poder;
suyo es el consejo y la inteligencia.”**

Job. 12:12-13

**“ Adquiere sabiduría, adquiere inteligencia;
No te olvides ni te apartes de las razones
de mi boca; No la dejes y ella te guardará;
ámala y te conservará.”**

Proverbios 4:5-6

**“ Porque mejor es la sabiduría que las piedras
preciosas; y todo cuanto se pueda desear,
no es de compensarse con ella.”**

Proverbios 8:11

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Salomón Sánchez Ramírez y María del Rosario Sánchez Salgado.
A quienes les debo en gran parte lo que Dios me permite ser ahora y por darme su apoyo y su confianza. A ellos con mucho cariño.

A MIS HERMANOS:

Dévora, Salomón, Moisés, Habraam. Para que el presente les sirva de ejemplo y los estimule para seguir en el camino del conocimiento, lo que permite alcanzar el éxito y la excelencia que todo ser humano busca.

A MIS ABUELITOS:

Benito Sánchez y Marcela Ramírez (+); Rodolfo Sánchez C. y Bertha Salgado A. (+), que siempre me dieron buen consejo y que son pilares de buenos sentimientos para toda la familia. A ellos con todo respeto.

A MARIA DE LA PAZ GARCIA GARCIA:

Que supo brindarme todo su amor, cariño y comprensión y que permaneció a mi lado en las buenas y en las malas apoyándome e impulsándome siempre para seguir adelante. A ella con todo mi amor.

A LA FAMILIA SANCHEZ RAMIREZ:

Por que siempre me llevan en sus oraciones y por darme un consejo para no tomar caminos equivocados.

A LA FAMILIA SANCHEZ SALGADO:

De quienes obtuve gran cariño y comprensión y que siempre me apoyaron incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Que es fuente de vida eterna y sabiduría y que me permite terminar mi carrera y conocer un poco de todo lo que le pertenece. Gracias Dios por brindarme esta oportunidad.

AL DR: ALFONSO REYES LOPEZ:

Buen amigo, quien me asesoró para realizar el presente trabajo y que me impulso hasta la culminación del mismo. Gracias por darme un poco de su tiempo y de su amistad.

AL M.C. ADOLFO GARCIA SALINAS:

Que merece respeto por su dedicación a la docencia e investigación. Gracias por asesorarme y darme la confianza para terminar satisfactoriamente este trabajo.

AL M.C. ALFREDO SANCHEZ LOPEZ:

Quien participo en la elaboración del presente. asesorando.

A MI AMIGO: ING. JOSE MANUEL SÁNCHEZ ANZURES:

Quien siempre me brindo su amistad incondicional al que considero como un hermano por el hecho de convivir con el y darme una palabra de aliento en los momentos difíciles. Gracias por tu amistad.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Cecilia Tlaseca, Anabertha Carballo, Ely Bacopulos, Isaías Quevedo, Gilberto Vidal y Jorge Enrique Aguilar, porque siempre encontré en ellos amistad sincera y palabra de ánimo. Gracias, los recordare con gran cariño, admiración y respeto por permitirme haberles conocido.

A MIS COMPAÑEROS DE CUARTO:

Julio Ernesto Sánchez, José Munguía, Eduardo Sánchez, Baldemar Mejía, Alvaro Vázquez y Jorge Alfonso, que mas que compañeros fuimos familia, lejos de aquellos que nos extrañan.

AL DR. LAURO CORTEZ Y LA SRA. ROSA E. LOPEZ:

Que de alguna manera han participado para que pudiera terminar mi trabajo de tesis. Gracias por darme su confianza.

A LAS SRITAS. LETICIA Y GABRIELA Y AL SR. JOSE LUIS:

De los que obtuve gran aprecio y amistad durante mi estancia en Saltillo. Gracias por compartir conmigo su amistad y su confianza.

A TODOS AQUELLOS:

Que directa o indirectamente participaron en la formación de mi carrera y elaboración del presente trabajo.

A MI ALMA TERRA MATER:

Por recogerme en su simiente y sembrar en mi el grano del conocimiento el cual creciera con el transcurso de mi carrera y diera fruto con el término de esta. Gracias por todo lo que tu representas en mi formación, siempre pondré en alto tu nombre.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	v

INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	x
I.- INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
II.- REVISION DE LITERATURA.....	4
Importancia del cultivo.....	4
Principales hortalizas de exportación.....	5
Estados productores de tomate.....	6
Mercado nacional y de exportación.....	6
Principales problemas y limitaciones para la producción de tomate.....	7
Hormonas vegetales.....	8
Giberelinas.....	11
Biosíntesis.....	13
Presencia y naturaleza química de las giberelinas.....	14
Metabolismo de las giberelinas.....	16
Determinación biológica de las giberelinas.....	18
Acción fundamental de las giberelinas.....	18
Función de las giberelinas.....	20
Efecto de las giberelinas sobre los componentes fisiológicos en la planta de tomate.....	21
Germinación.....	21
Enraizamiento.....	23
Crecimiento.....	25
Floración.....	28
Rendimiento.....	31
Correlaciones fenotípicas.....	33
III.- MATERIALES Y METODOS.....	37
Localización del área experimental.....	37
Características del área experimental.....	37
Sustrato experimental.....	38
Material vegetativo.....	38
Labores culturales y agronómicas.....	39
Tratamientos.....	39
Diseño experimental.....	40
Aplicación de giberelinas.....	41
Correlaciones fenotípicas.....	41
Variables evaluadas.....	42
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	45
Altura de planta.....	45
Longitud de entrenudos.....	48
Número de racimos florales.....	50
Número de flores por racimo.....	53
Número de cortes.....	53
Diámetro de fruto.....	57

Número total de frutos cosechados.....	58
Rendimiento.....	65
Correlaciones fenotípicas.....	73
V.- CONCLUSIONES.....	80
VI.- RESUMEN.....	83
VII- LITERATURA CITADA.....	85
VIII- APENDICE.....	88

INDICE DE CUADROS

Nº Cuadro.	Página
3.1. Fuente y dosis de GA ₃ aplicadas en el cultivo de tomate cultivar Flora-dade. UAAAN, 1997.....	40
4.1. Prueba de DMS para altura de planta en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	46
4.2. Prueba de DMS para longitud de entrenudos en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	49
4.3. Prueba para número de racimos florales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.....	51
4.4. Prueba de DMS para número de cortes de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	54

4.5. Prueba de DMS para número de cortes en plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelina. UAAAN, 1997.....	54
4.6. Prueba de DMS para número de cortes de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	55
4.7. Prueba de DMS para diámetro de fruto en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	57
4.8. Prueba de DMS para diámetro de fruto en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	57
4.9. Prueba de DMS para número total de frutos cosechados de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	59
4.10. Prueba de DMS para número total de frutos cosechados de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.....	59
4.11. Prueba de DMS para número total de frutos cosechados de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	60
4.12. Prueba de DMS para frutos no comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	61
4.13. Prueba de DMS para frutos no comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuentes). UAAAN, 1997.....	61
4.14. Prueba de DMS para frutos comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	62
4.15. Prueba de DMS para frutos comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.....	62
4.16. Prueba de DMS para frutos comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	63
4.17. Prueba de DMS para rendimiento en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	65
4.18. Prueba de DMS para rendimiento en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelina. UAAAN, 1997.....	66
4.19. Prueba de DMS para rendimiento en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	66
4.20. Prueba de DMS para rendimiento no comercial en	

kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	68
4.21. Prueba de DMS para rendimiento no comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.....	68
4.22. Prueba de DMS para rendimiento no comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	69
4.23. Prueba de DMS para rendimiento comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.....	69
4.24. Prueba de DMS para rendimiento comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.....	70
4.25. Prueba de DMS para rendimiento comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.....	70
4.26. Rendimiento comercial, rendimiento no comercial y rendimiento total en toneladas por hectárea. UAAAN, 1997....	72
4.27. Correlaciones fenotípicas de las variables evaluadas en tomate cultivar Flora-dade.....	79
A.1. Cuadrados medios (CM) y por ciento de coeficiente de variación (CV) de las variables evaluadas.....	89
A.2. Cuadrados medios (CM) y por ciento de coeficiente de variación (CV) de las variables evaluadas.....	89
A.3. Cuadrados medios (CM) y por ciento de coeficiente de variación (CV) de las variables evaluadas.....	90
A.4. Cuadrados medios (CM) y por ciento de coeficiente de variación (CV) de las variables evaluadas.....	90
A.5. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA ₃ , en tres muestreos para altura de planta (cm).....	91
A.6. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA ₃ , en dos muestreos para longitud de entrenudos (cm).....	91
A.7. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA ₃ , en cinco muestreos para número de racimos florales.....	92
A.8. respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA ₃ , en cinco muestreos para número de flores por racimo.....	92
A.9. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA ₃ , para número de cortes y diámetro de fruto (cm).....	93
A.10. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la	

aplicación de GA ₃ , para número total de frutos cosechados, fruto no comercial y comercial.....	93
A.11. respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA ₃ , para rendimiento total, no comercial y comercial, en gramos.....	94

INDICE DE FIGURAS

No. Figura	Página
4.1. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA ₃ para altura de planta.....	46
4.2. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA ₃ en tres muestreos para altura de planta en centímetros.....	48
4.3. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA ₃ en los dos muestreos para longitud de entrenudos en centímetros.....	50
4.4. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA ₃ para número de racimos florales.....	51
4.5. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA ₃ para número de cortes.....	56
4.6. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a la aplicación de GA ₃ para número total de frutos cosechados, no comerciales y comerciales.....	64
4.7. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA ₃ para rendimiento total, no comercial y comercial.....	71

I. INTRODUCCION.

Las especies hortícolas son de gran importancia para la agricultura de México, puesto que de los 20 millones de hectáreas cultivadas, el 3.5 por ciento corresponde a las hortalizas. La producción nacional hortícola es de 8.5 millones de toneladas, de las cuales 1,500,000 toneladas se dedican a la exportación y el resto al mercado nacional. Las hortalizas tienen una función muy importante, ya que generan un total de 1,200,000 empleos (Redondo, 1991).

La actual demanda de hortalizas de calidad tanto en el extranjero como en México, es muy amplia dada la importancia económica y alimenticia que estos productos representan.

En México el tomate o jitomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa y, como la primera por su valor de producción y exportación. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año y se consume tanto en fresco como procesado.

Este cultivo es el que tiene mayor volumen de exportación y esta altamente tecnificado en el Noreste del país. Debido a la importancia que este representa la investigación ha creado una tecnología de producción que permite exportar el tomate a países norteamericanos lo que lo hace rentable para los productores.

Sin embargo, a pesar de su importancia, el cultivo del tomate esta involucrado en una serie de problemas y limitaciones que obstaculizan una buena producción a nivel nacional. Por lo que sean buscado nuevas alternativas para minimizar el efecto de estos problemas en la producción de tomate.

Una vía accesible para minimizar el impacto de estos problemas y limitaciones, es la utilización de reguladores de crecimiento, que han abierto una nueva área de investigación a partir de su conocimiento, los cuales han permitido manejar ciertos aspectos fisiológicos de la planta para obtener un mejor aprovechamiento de esta, sobre las partes comerciales que son el punto de interés para los productores.

Las giberelinas, en particular, han sido empleadas en tomate para evaluar la capacidad y el efecto que tienen estas en el desarrollo y rendimiento de la planta, sin embargo a la fecha siguen existiendo un sin número de interrogantes respecto a su función, por lo que el presente trabajo se plantea con los objetivos que a continuación se enlistan:

Objetivos:

Estudiar el efecto de la aplicación de tres fuentes de ácido giberélico sobre el rendimiento y algunos de sus componentes en el cultivo del tomate .

Estimar las correlaciones fenotípicas entre algunas variables cuantificadas en el cultivo del tomate.

Hipótesis:

Las tres fuentes de ácido giberélico causan el mismo efecto sobre la planta de tomate.

II. REVISION DE LITERATURA.

Importancia del Cultivo.

El tomate ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que se requiere de 140 jornales por hectárea (Valadez, 1997).

La producción mundial de tomates es aproximadamente de 36 millones de toneladas, cultivadas en un millón ochocientas hectáreas. El área cultivada de tomates comprende un 30 por ciento del total de las hortalizas (Chavez, 1996).

En México se cultivan anualmente 4,227,215 hectáreas de hortalizas, de las cuales el 1.8 por ciento, que equivale a 71,884 hectáreas, es dedicada a la producción de tomates, con un valor de 4,495,488,482 pesos, de estas 70,476 hectáreas son cosechadas obteniéndose un rendimiento medio nacional de 28.281 toneladas por hectárea, lo que representa una producción nacional de 1,993,726 toneladas (INEGI, 1997).

La mayor producción de tomate en México se destina al mercado de exportación y nacional para su consumo en fresco y en menor escala para la elaboración de pasta para la industria. La tasa de crecimiento anual es de 2.5 por ciento regulada por la demanda del mercado (Redondo, 1992).

En nuestro país, el tomate ocupa el segundo lugar en superficie sembrada con sus 71,884 hectáreas, ya que el chile ocupa una superficie de 81,873 hectáreas, cosechándose 79,195 hectáreas, (INEGI, 1997). Sin embargo, el tomate ocupa el primer lugar como hortaliza de exportación. Anualmente México envía a Estados Unidos de América un promedio de 400,000 toneladas de tomate para mercado en fresco y 120,000 a Canadá (Chavez, 1997).

Principales hortalizas de exportación.

Cultivo	Miles de toneladas
Tomate	391
Pepino	221
Melón	135
Cebolla	126
Ají y pimienta	118
Calabaza	83
Brócoli	27
Fresa	23
Berenjena	19
Okra	14
Ejote	13
Otros	151

Fuente: Confederación Nacional de Productores de Hortalizas (mencionado por Redondo, 1991)

Estados productores de tomate.

Aunque se cultiva en muchos estados de la república, en solo 7 estados se concentra el 75 por ciento de la producción y de ellos el estado de Sinaloa contribuye con el 33.03 por ciento y cerca del 80 por ciento de las exportaciones.

Mercado nacional y de exportación.

El mercado de exportación predominante es durante el ciclo otoño-invierno. El tomate se exporta a EE.UU. y Canadá, principalmente. Para ello se clasifican los frutos de acuerdo al diámetro en cuatro categorías: pequeño (5.4-5.8 centímetros); mediano (5.8-6.4 centímetros); grandes (6.4-7.0 centímetros) y extragrandes (mayor de 7.0 centímetros), con un grado de madurez de acuerdo con el tipo de mercado: verde, pinto de rosa y tres cuartos de rojo. Debe llevar la etiqueta del productor con el nombre del empaque y la leyenda producido en México, el envase y la fruta deben estar libres de residuos de plaguicidas (Redondo, 1992).

Para mercado nacional, el tomate se cosecha cuando la fruta tiene tres cuartos de rojo y rojo (para mercado cercano) y la clasificación, es de primera, segunda, tercera y rezaga.

El tomate para la industria tiene un grado de madurez en rojo, pero lo importante es el grado de acidez y los sólidos solubles para darles consistencia

y color a la pasta. Los envases para el mercado nacional son rejas de madera con 30 kilogramos de capacidad y minirejas de 11 kilogramos de capacidad (Redondo, 1992).

La cosecha es manual y se clasifica en las bandas seleccionadoras, es ahí donde se realiza el empaque y se refrigera, dependiendo del tipo de mercado al que esté destinada la producción, ya que para mercado de exportación es necesario utilizar remolques con clima controlado (Redondo, 1992).

Principales problemas y limitaciones para la producción de tomate.

Debido a la capacidad financiera y tecnológica de los productores, la situación es diferente entre las regiones productoras. Por tal motivo, a continuación, se enlistan los principales problemas en el cultivo del tomate:

- Enfermedades virosas.
- Comercialización.
- Disponibilidad de variedades e híbridos mexicanos.
- El ataque de plagas como: Gusano alfiler (*Keiferi lycopersicella*)
 Mosquita blanca (*Bemisia tabasi*), Pulgón (*Myzus persicae*) y el
 Gusano del fruto (*Heliothis spp.*).
- Cosecha y postcosecha.
- Enfermedades del follaje, Tizón tardío (*Phytophthora infestan*), Tizón

temprano (*Altenaria solani*), Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*) y la bacteriosis (*Xanthomonas spp.*).

- Uso excesivo de agroquímicos.
- Alto costo del agua de riego.
- Vida de anaquel.

Sin embargo, estos no son los únicos problemas a los que se enfrentan los productores. Hay una serie de limitaciones que influyen en la producción del tomate, estos son:

- Falta de financiamiento para la investigación y asistencia técnica.
- Falta de crédito oficial y privado.
- Falta de organización de los productores.
- Deficiente planificación de la superficie destinada a la siembra, y comercialización tanto para el mercado nacional como para la exportación.

Hormonas Vegetales

Los reguladores de crecimiento de las plantas desempeñan un papel importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales, ya que sin sustancias de crecimiento, no hay crecimiento como lo menciona Went, citado por Weaver (1976),

Se conocen varias clases de hormonas, algunas son sustancias promotoras del crecimiento y desarrollo y otras son inhibidoras (Bidwell, 1993).

Las hormonas vegetales son producto de las glándulas de secreción interna que regulan la mayor parte del proceso metabólico. En realidad es muy difícil definir el termino de hormona vegetal con precisión. A menudo se prefiere el termino fitorregulador o reguladores de crecimiento, refiriéndose a compuestos naturales o sintéticos que inducen a varias respuestas en el crecimiento, el desarrollo o metabolismo de la planta (Bidwell, 1993).

El papel de las hormonas, es que pueden lograr un mejor tamaño de fruto, calidad del mismo e incrementar la producción atendiendo aspectos como: tiempo de aplicación, concentraciones, sitios de aplicación y formulación de las aspersiones, pero también es posible que tengan efectos negativos si se descuidan estos aspectos (Schwabe y Mills, 1981).

Estas sustancias ejercen una acción estimulando un proceso fisiológico tanto en la zona de producción como en otras áreas de la planta y causan la producción y/o activación de enzimas las que utilizan los procesos de fotosíntesis para construir, mantener y repartir en la planta. (Iñiguez, 1983). Los reguladores de crecimiento ofrecen posibilidades de compensar las deficiencias genotípicas que tomarían muchos años para tratar de solucionarlos por métodos genéticos (Luckwill, 1976).

Sin embargo, los trabajos realizados por Koshioka *et al* (1994) y Mander (1994), muestran que el efecto de los reguladores de crecimiento sobre el cultivo del tomate es difícil precisarlo.

Algunos trabajos muestran que la aplicación de fitorreguladores sobre las inflorescencias de la planta del tomate incrementan el desarrollo de las mismas. Aunque esto aún no es muy claro (Kinet *et al*, 1986).

Sawhney y Greyson (1970), afirman que los reguladores de crecimiento están involucrados en el desarrollo de los órganos sexuales, por ejemplo las auxinas y el etileno están asociados con la estimulación de órganos femeninos y las giberelinas juegan un papel importante en la iniciación y desarrollo de los estambres.

Los reguladores de crecimiento, también influyen en la producción de frutos partenocárpicos, inducidos por la estimulación de las hormonas (Koshioka *et al*, 1994). De igual manera están asociados con el crecimiento del fruto, ya que estos controlan el incremento y tamaño de células, principalmente citocininas y giberelinas (Ueda *et al*, 1986).

Un regulador de crecimiento puede dar una alternativa de costo-beneficio para reducir periodos tardíos de crecimiento de la planta de tomate, además puede incrementar la uniformidad del fruto al madurar (Frost y Kretchman, 1987).

Giberelinas

Las giberelinas se descubrieron por primera vez en Japón en la década de 1930, a partir de estudios con plantas de arroz enfermas que alcanzaban grandes alturas. Estas plantas con frecuencia eran incapaces de sostenerse y terminaban por morir debido a la combinación de daños causados por la debilidad y por parásitos. Ya desde la década de 1890, los japoneses llamaban a la enfermedad bacanae, causada por el hongo *Gibberella fujikuroi* (el estado asexual o imperfecto es *Fusarium moniliforme*). En 1926,, los especialistas en patología vegetal descubrieron que extractos del hongo que se aplicaban al arroz causaban los mismos síntomas que el hongo en sí, lo cual demostraba que una sustancia química definida es la responsable de la enfermedad.

En la década de 1930, Yasbura y Hayashi aislaron un compuesto activo del hongo, al que denominaron giberelina. Así, la primera giberelina se descubrió, al igual que el ácido indol acético (AIA), hace ya muchos años, pero debido a la preocupación por este y las auxinas sintéticas, la falta de un contacto con los japoneses y después de la segunda guerra mundial, los científicos no se interesaron por los efectos de las giberelinas sino hasta principios de la década de 1950 (Salisbury, 1994).

Cuando los científicos occidentales tuvieron conocimiento de los experimentos japoneses, inmediatamente emprendieron investigaciones importantes sobre las giberelinas.

Mediante la aplicación de giberelinas, se observó que estas incrementaban notablemente la longitud del tallo de las plantas. Brian y Hemming (1955), demostraron que los guisantes (chícharos) enanos alcanzaban un nivel normal de crecimiento, si se les aplicaba ácido giberélico (GA_3); poco después, Phinney (1956), demostró que ciertos mutantes enanos de maíz de gene simple, crecían hasta alcanzar una altura normal después de aplicarles giberelinas. Se ha descubierto que algunas plantas son útiles para efectuar bioanálisis con giberelinas y ese descubrimiento ha acelerado los progresos logrados en el estudio de estas sustancias.

En 1957, casi todas las vides Thompson Seedless de California, destinadas a la producción de uva de mesa, fueron asperjadas con giberelinas, con el fin comercial de producir uvas mas grandes y alargadas.

Se han logrado grandes avances en el estudio de los efectos de las giberelinas en la fisiología del crecimiento vegetal. Lang (1956), demostró que el ácido giberélico fomenta la floración de *Hyoscyamus*, una planta que requiere noches largas para florecer, aún cuando se le cultive durante un fotoperiodo no inductivo. Varios investigadores demostraron también que las giberelinas pueden reemplazar el tratamiento en frío (vernalización) de algunas plantas

bianuales. El tratamiento de frío, luz u oscuridad que requiere la germinación de las semillas de algunas especies vegetales, pueden reemplazarse también por un tratamiento con giberelinas (Weaver, 1976).

Biosíntesis

Las giberelinas se sintetizan principalmente en las hojas jóvenes y en las semillas en cuyo endospermo se ha encontrado un receptor no identificado.

La biosíntesis se presenta a partir del ácido mevalónico. El transporte es por el floema cuyo flujo parece estar activado por las giberelinas. Las cuales existen en forma libre y conjugada (Rojas, 1987).

Salisbury (1994), contradice esta teoría y afirma que las hojas jóvenes son solamente vertederos de traslocación de auxinas y giberelinas, mas no fuentes. Para las auxinas el movimiento se da de forma polar en células adjuntas a haces vasculares, en el caso de las giberelinas el movimiento es por el xilema y floema y no es polar. Lo anterior indica que gran parte del aporte de giberelinas del sistema aéreo proviene de las raíces, vía xilema.

Por lo menos hay dos sitios de síntesis de giberelinas, que pueden ser las raíces y los tallos, creando un sistema de recirculación o reciclado de giberelinas tallo-raíz-tallo, donde los tallos parecen ser el sitio predominante de

biosíntesis de giberelinas y la raíz es el principal sitio de interconversión de GA_{19} a GA_1 . (Crozier y Reid, 1971)

Prescencia y Naturaleza Química de las Giberelinas.

Prescencia: Después de los trabajos realizados por los japoneses, Norteamericanos y británicos, se descubrió que había giberelinas en las plantas superiores y que eran uno de los tipos importantes de hormonas reguladoras del crecimiento de los vegetales. Por lo común, las semillas inmaduras representan la mejor fuente de giberelinas naturales (Skene, 1970; mencionado por Weaver, 1976).

Las giberelinas existen en angiospermas, gimnospermas, helechos y quizá también en musgos, algas y al menos en dos hongos (Salisbury, 1994). En fechas recientes también se les ha encontrado en dos especies de bacterias (Bottini *et al* 1989, Atzorn *et al* 1988, mencionados por Salisbury 1994).

Para 1990, se habían descubierto 84 giberelinas en varios hongos y plantas. De estas, 74 se presentan en plantas superiores, 25 en el hongo *Giberella fugikuroi* y 14 en ambas (Salisbury, 1994).

Naturaleza química: Todas las giberelinas son derivados del esqueleto de ent-giberelano (Salisbury, 1994), esqueleto enantiómero del giberelano que tiene la ventaja de utilizar un sistema de numeración que corresponde al de otros diterpenos cíclicos, categoría a la que pertenecen todas las giberelinas (Weaver, 1976).

Todas las giberelinas son ácidas y se derivan GA (por Gibberellic acid) con un número subíndice para distinguirlas. Todas tienen 19 ó 20 átomos de carbono, agrupados en un sistema de cuatro o cinco anillos. El quinto anillo es anillo de lactona que está unido al primer anillo. Todas las giberelinas tienen un grupo carboxilo unido al carbono siete y, algunos poseen un carboxilo adicional unido al carbono cuatro, por lo que todas podrían denominarse ácidos (Weaver, 1976).

Metabolismo de las Giberelinas

Las giberelinas son compuestos isoprenoides. Específicamente, son diterpenos que se sintetizan a partir de unidades de acetato del acetyl coenzima A en la ruta del ácido mevalónico. El pirofosfato de geranylgeranyl, un compuesto de 20 carbonos, sirve como donador de todos los átomos de carbono de las giberelinas. Se convierte en pirofosfato de copal con dos sistemas de anillos y luego en kaureno, el cual tiene cuatro sistemas de anillos. La ulterior conversión del kaureno en la ruta, implica oxidaciones que se realizan en el retículo

endoplásmico, produciendo los compuestos intermediarios kaurenol (alcohol), kaurenal (un aldehído) y ácido kaurénico, cada compuesto continua oxidándose.

El primer compuesto con un anillo giberelano verdadero es el aldehído de la GA_{12} , una molécula de 20 carbonos. De aquí surgen tanto giberelinas de 20 carbonos como de 19 carbonos, probablemente también en el retículo endoplásmico. El aldehído de la GA_{12} se forma por extrusión de uno de los carbonos del anillo B en el ácido kaurenico y contracción de este anillo. Es probable que todas las plantas utilicen las mismas reacciones para formar el aldehído de GA_{12} , pero a partir de este punto de la ruta, diferentes especies utilizan al menos tres rutas distintas para formar giberelinas. En todos los casos, sin embargo, el grupo aldehído que se extiende hacia abajo del anillo B en el aldehído de la GA_{12} se oxida a un grupo carboxilo que es necesario para la actividad biológica de todas las giberelinas.

En general, las giberelinas de 19 carbonos son más activas que las de 20 carbonos y, el carbono que se pierde de las moléculas de 20 carbonos es el grupo metilo unido entre los anillos A y B del aldehído de GA_{12} . Se oxida para formar un grupo carboxilo, el cual se libera entonces como dióxido de carbono (CO_2). En la mayoría de las giberelinas el quinto anillo (lactona) se forma a partir del carbono 19 correspondiente al grupo carboxilo del aldehído GA_{12} par producir GA_9 . Puede haber otras modificaciones importantes en el sistemas de

anillos. Por ejemplo, la GA₁ tiene un grupo hidroxilo unido al anillo A y otro unido entre los anillos C y D (Salisbury, 1994).

Determinación biológica de las giberelinas

Existen muchas pruebas de las giberelinas, sin embargo, lo ideal es aplicar un bioanálisis específico de las giberelinas, es decir que no sea afectado por otros reguladores de crecimiento. Algunas de estas pruebas son: Prueba de maíz enano, Análisis de *Pisum sativum*, Prueba de hipocotilos de pepino, Prueba de inhibición de luz roja en chícharos enanos y, Prueba de hipocotilos de lechuga (Weaver, 1976).

Prueba de Hipocotilos de Lechuga: Es una de las pruebas, que aunque no es muy sensible, si es muy específica a la respuesta de las giberelinas, además de ser muy rápida y no requiere de extractos muy purificados.

El método de Thompsom (1962), es como sigue: Se revelan cromatogramas en tira, mediante las técnicas habituales. Los cromatogramas

se secan al aire y se cortan en secciones iguales, colocando luego cada una de esas secciones en una caja petri de 7 centímetros de diámetro. A continuación, se pipetea a cada caja 0.5 mililitros de la solución tampón (o bien, 0.5 mililitros del ácido giberélico en solución tampón). Pedazos de papel cromatográfico no tratado, cortado al mismo tamaño de los pedazos cromatogramas, se agregan a las cajas petri, que se cubren y se dejan de un día para otro, con el fin de alcancen el equilibrio. A continuación, se siembran en cada tira doce semillas de la variedad Grand Rapids. Las cajas petri se ponen en una incubadora a 16° centígrados y, cuatro a cinco días después se mide la longitud del hipocotilo de las diez plántulas más avanzadas. La sensibilidad mínima es de 0.005 μg de GA_3 y la prueba tiene una respuesta lineal de 0.0125 a 0.25 μg de GA_3 (Weaver, 1976).

Acción fundamental de las giberelinas.

Quizá las giberelinas provocan cambios a nivel genético que estimulan a su vez la síntesis enzimática de las células (Osborne, 1965; mencionado por Weaver, 1976). Las giberelinas provocan la estimulación de la síntesis de ácido ribonucleico (ARN) en las capas de aleuronas, que pueden requerir la expresión de los efectos giberélicos. Una de las teorías sostiene que las giberelinas tienen relación con la síntesis del mensajero ARN, dirigida por el ácido desoxirribonucleico (ADN), en el núcleo. En la actualidad, se cree que las

giberelinas modifican el ARN producido en los núcleos y, así puede este ejercer su control sobre la expansión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal (Weaver, 1976).

Función de las Giberelinas

Los muchos efectos de las giberelinas sugieren que tiene más de un sitio de acción primario (Salisbury, 1994). El efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento. Este efecto puede deberse a la expansión celular, sin embargo, la función de las giberelinas en la expansión de las células no se conoce muy a bien, pero se han propuesto muchas teorías. Las giberelinas pueden provocar la expansión, mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares (Macleod y Miller, 1962; citado por Weaver 1976). El tratamiento con giberelinas provoca la formación de enzimas proteolíticas de las que puede esperarse una liberación de triptofano, precursor de AIA (Overbeek, 1966; mencionado por Weaver, 1976). Con frecuencia las giberelinas incrementan el contenido de auxinas. Así mismo, las giberelinas pueden transportar a las auxinas a su lugar de acción en las plantas (Kuraishi y Muir, 1963; mencionado por Weaver, 1976). Otro mecanismo mediante el cual las giberelinas pueden estimular la expansión celular es la hidrólisis del almidón, resultante de la producción de α -amilasa

generada por las giberelinas, pudiendo incrementar la concentración de azúcares y elevando así la presión osmótica de la savia celular, de modo que el agua entra a la célula y tiende a expandirla. Otra hipótesis es que las giberelinas estimulan la biosíntesis de ácidos polihidrocínámicos (Köl y Elena, 1960; mencionado por Weaver, 1976). Se considera que estos últimos compuestos inhiben la oxidasa AIA, promoviendo por lo tanto los procesos mediados en las plantas por las auxinas, al reducir la cantidad de auxinas destruidas por las enzimas (Weaver, 1976).

Efecto de las Giberelinas Sobre los Componentes Fisiológicos en la Planta de Tomate.

Germinación.

Un efecto típico de las giberelinas es inducir la síntesis de alfa amilaza en las semillas en germinación, posibilitando que el almidón pase a glucosa para ser respirada y liberar la energía necesaria para el desarrollo del embrión. Esta inducción se efectúa activando un precursor inactivo del ARN mensajero (Jacobsen *et al*, 1982; citado por Rojas, 1987). De este modo el ácido giberélico puede remplazar a un factor productor de alfa amilaza generado mediante la germinación, provocando la síntesis de nuevo de alfa amilasa en las células de las aleuronas. Así, la actividad enzimática resultante de las giberelinas no se debe a la liberación de enzimas de alguna forma de enlace, sino al incremento

de la actividad celular, debida a la formación de nuevas (Weaver, 1976). Un efecto precursor a la síntesis de alfa amilaza, es estimular la elongación celular de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo la cubierta seminal o la cubierta del fruto que restringen su crecimiento (Salisbury, 1994).

En tomate se han realizado varios trabajos donde se reafirma la efectividad de las giberelinas sobre el proceso de germinación, ya sea, por la actividad por sí misma de las giberelinas endógenas o por aplicación exógena de estas.

Al trabajar con tomate silvestre Money Marker (MM) y dos genotipos mutantes deficientes de giberelinas gib-1 y gib-2, se observó que la germinación de semillas de tomate depende absolutamente de la presencia de giberelinas, ya sea endógena o exógenamente, las cuales actúan directamente en el debilitamiento del endospermo (Groot y Karssen, 1987)

Se ha encontrado otro efecto de las giberelinas en el proceso de germinación, donde remarca la actividad de replicación nuclear durante la imbibición con la aplicación de GA_{4+7} a semillas de tomate en dos mutantes, uno deficiente de giberelinas (gib-1) y otro deficiente ácido abscísico ($abcsit^w$) y un genotipo silvestre (Money marker), aumentando la replicación de ADN, lo que indica que puede haber una gran relación entre la síntesis para replicar ADN y el debilitamiento del endospermo (Groot *et al*, 1987), debido a: 1) Se puede hipotetizar que la giberelina induce a la síntesis de ADN la cual inicia la

expresión de varias enzimas que son responsables del debilitamiento del endospermo y, 2) de no haber debilitamiento del endospermo hay un efecto negativo sobre la radícula del embrión que limita el crecimiento celular y obstaculiza las actividades del ciclo de la célula sobre la imbibición en agua. A consecuencia de esto la aplicación de GA₄₊₇ tuvo un mayor efecto en la germinación de las semillas obteniéndose hasta un 72 por ciento en los genotipos mutantes, mientras que en el tipo silvestre tuvo casi un 97 por ciento a las 120 horas de imbibición, en comparación con el tratamiento testigo (solo agua) que fue de cero por ciento para el mutante gib-1, sit^w 70 por ciento y, MM 97 por ciento. Mientras que los tratamientos con ABA o mezclas de ABA mas GA₄₊₇ considerablemente reducen la germinación de las semillas (Liu *et al* 1994).

Enraizamiento

Parece ser que las giberelinas no tienen influencia alguna sobre el proceso de enraizamiento e incluso el ácido giberélico junto con el etefón y CCC, tienen un efecto negativo sobre este proceso, Weaver (1976). Aunque las giberelinas son necesarias para la actividad del meristemo apical de las raíz en la germinación y para el crecimiento de la raíz normal primaria (Rojas y Ramírez, 1987). Sin embargo, se han realizado trabajos, aplicando giberelinas a la zona radical obteniéndose resultados significativos en la planta de tomate.

Estudios previos han mostrado el efecto del ácido giberélico aplicado a la solución nutritiva en un sistema hidropónico, donde se observó que el ácido giberélico aplicado a una solución nutritiva con temperatura de 15° C, incrementando significativamente el crecimiento, así como el peso seco de la planta, sin embargo los resultados fueron inferiores a los resultados obtenidos por las plántulas testigo a 25°C, de esta manera, se concluye que si bien, las aplicaciones de ácido giberélico en temperaturas frescas en la zona radical (15°C) no superaron el desarrollo de las plántulas testigo (sin aplicar ácido giberélico) a 25°C; el GA₃ si puede ser usado particularmente como suplemento en solución nutritiva sobre temperaturas bajas, eliminando los efectos negativos de las plantas estresadas por temperaturas frías (Bugbee y White 1984).

Por otra parte Arteca (1982), demuestra que no hay un efecto estimulador del GA₃ en el área foliar, peso seco y tasa de crecimiento, al trabajar con plántulas de tomate que al transplante primeramente sumergidas la parte de la raíz en una solución gelatinosa conteniendo GA₃ y luego plantadas en maceta, pero si existió una respuesta en todos los tratamientos cuando se aplicó algún antitranspirante. Esta respuesta es quizá debido a un uso eficiente del agua y utilización de nutrientes de las plantas.

Si bien es cierto, que las giberelinas aplicadas a las raíces no han tenido una gran participación en el crecimiento de la planta, así como lo demuestran los trabajos precedentes, también es cierto que pudieran utilizarse en condiciones adversas, así como otros efectos “negativos” que quizá pudieran

ser aplicados en la práctica para obtener alguna utilidad de lo cual hay poca información (Bugbee y White 1984),

Crecimiento

El resultado mas frecuente de la aplicación de giberelinas en las plantas, es la estimulación del crecimiento de los brotes. Por lo tanto; no es sorprendente que en cuanto se dispuso del compuesto para la experimentación, surgirán grandes esperanzas de que pudiera utilizarse en incrementar el tamaño de las plantas con un mayor provecho comercial (Weaver, 1976).

Los muchos efectos de las giberelinas sugieren que tienen mas de un sitio de acción primario. Hasta ahora, la investigación con receptores hormonales no han comprobado ni descartado esta idea. Aún un efecto individual como la elongación facilitada del tallo en plantas completas es resultado de al menos tres acontecimientos coadyuvantes. En primer lugar la división celular es estimulada en el ápice del tallo; en segundo lugar en ocasiones las giberelinas promueven el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa, con lo que se originan moléculas de fructuosa y glucosa; y tercero, con frecuencia las giberelinas incrementan la plasticidad de la pared celular.

No solo la elongación del tallo se ve estimulada por la acción de las giberelina, sino también el crecimiento de toda la planta, incluyendo raíces y hojas. En las hojas puede incrementarse el crecimiento influyendo en su forma, mientras que en las raíces casi no hay efecto (Salisbury, 1994).

En el caso particular de la planta de tomate, se ha demostrado que las diferencias en la sensibilidad de los testigos a las sustancias de crecimiento y los cambios debidos a la concentración son importantes en la regulación de los eventos de desarrollo (Jones, 1987), ya que las plantas de tipo silvestre muestran una respuesta al crecimiento en proporción a la cantidad de giberelina aplicada. El mutante procera (mutante gigante de tomate), también responde a la aplicación de giberelina incrementándose el crecimiento de las plantas. Aunque esto es un simple efecto de estimulación en la sensibilidad de la planta a giberelinas, ya al compararse la altura de la planta con el mutante procera a los 19 días después de la imbibición, donde el crecimiento del procera fue del 167 por ciento sobre el tipo silvestre, pero cuando se le aplicó ácido giberélico a este ultimo, hubo un incremento del 160 por ciento total de la planta. Otro efecto que encontró Jones (1987), estuvo en la forma de la hoja, ya que al aplicar GA_3 a los nueve días de imbibición en el primordio de la hoja en desarrollo, de plantas normales produjo una reducción el lóbulo de las hojillas superiores y supresión del desarrollo de hojillas inferiores en el foliolo, lo cual es una característica del mutante procera.

Se ha tenido una respuesta positiva al aplicar GA_3 a plántulas en la solución nutritiva de un sistema hidropónico, el área foliar también tiene un

crecimiento significativo, pero disminuye la coloración verde de las hojas (Bugbee y White 1984), esto concuerda con lo descrito por Marcelle y Oben (1973) y Henry et al (1990); donde el GA_3 aplicado foliarmente incrementa el área foliar, pero disminuye el contenido de clorofila sin embargo, se incrementa la asimilación de dióxido de carbono por unidad de área foliar. Esto es que las aplicaciones de ácido giberélico puedan incrementar el crecimiento por alterar la distribución de la materia seca y/o por incrementar la tasa fotosintética por unidad de área foliar, lo cual puede ocurrir simultáneamente.

Entonces, podemos determinar, que la aplicación de GA_3 incrementa el crecimiento de plantas de tomate primeramente por aumentar el área foliar (Hayashi, 1961), debido al aumento del dióxido de carbono tomado por unidad de área foliar según Coulombe y Paquin, (1959).

En cuanto a la longitud de entrenudos se ha demostrado que la aplicación de ácido giberélico a plantas de tomate induce tanto a la elongación de los entrenudos, así como al incremento en número de estos, debido a que se incrementa la longitud y el número de células proporcionalmente, lo que involucra a los procesos de división y elongación celular; de tal manera que la aplicación de ácido giberélico así como el mutante procera de tomate, involucran ambos procesos. Debido a esto, se puede hipotetizar que, un solo factor puede interactuar con dos receptores independientes para la regulación de la división y elongación celular, así como puede influir en la distribución entre la pared y el citoplasma celular de un segundo mensajero, el cual regula tanto el

ciclo de la célula así como la extensibilidad de la pared celular. Una acción primaria sobre la extensibilidad de la pared puede llevar a un afecto en la división celular, lo que se puede dar si un control dependiente del tamaño actúa en el ciclo celular. Otra razón pueden ser los cambios en la expresión del gene comparadas a aquellas plantas tratadas con auxinas, que pueden ser involucradas en las acciones múltiples del ácido giberélico y el gene *procera* (Jupe *et al* 1988).

Un dato muy importante recabado por Jupe y colaboradores (1988), es que al aplicar GA₃ en etapas tempranas de crecimiento, provoca un aumento considerable en la altura de la planta, sin embargo al aplicarlo en etapas tardías la curva de crecimiento coincide con plantas tratadas y no tratadas. Lo que indica que la tasa de crecimiento varía significativamente durante el curso de crecimiento

Floración.

Hasta hace algunos años poco se sabia del control hormonal del crecimiento de la flor, pero en la actualidad se sospecha fuertemente la participación de las giberelinas en la floración (Salisbury, 1994).

Las giberelinas son las únicas sustancias químicas capaces de promover la formación de flores, de tal manera que parecen tener la capacidad

de reemplazar ciertas condiciones ambientales específicas que controlan la formación de flores (Weaver, 1976).

Lo anterior se atribuye a que las giberelinas están involucradas en el proceso de fotoperiodo, así que se involucra con el fitocromo, el receptor que dice a la planta las horas de luz diarias que recibe y que hace que las plantas se ajusten a su fotoperiodo para florecer (Rojas, 1987), de tal manera que las giberelinas pueden substituir el requerimiento del día largo en algunas especies. Las giberelinas también suplen la necesidad que tienen algunas especies de un período inductivo frío si están apunto de florecer o para hacerlo más pronto (vernalización) (Salisbury, 1994).

En muchas plantas de día corto o en otras cuya floración no requiere variaciones en la iluminación, la aplicación de giberelinas retrasa por lo común la iniciación floral o la bloquea del todo. Dicho retraso puede deberse al crecimiento rápido de brotes que da por resultado una gran competencia entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo floral (Weaver, 1976).

Sin embargo, aún y cuando las giberelinas estén directamente involucradas en la floración, pareciera ser que no tienen un efecto significativo al ser aplicados exógenamente a la planta de tomate, pero si quizá en combinación con otros reguladores de crecimiento. Ya que se ha encontrado que al aplicar giberelinas a la planta de tomate bajo condiciones adversas de luz muestran poco efecto en el desarrollo de la inflorescencia y en algunos casos se presenta un efecto inhibitorio. La promoción de floración por esta

hormona en varias especies de roseta es bien conocida, pero una inhibición en muchas otras especies también ha sido reportada. En contraste a esto se han obtenido buenos resultados cuando las giberelinas se combinaron con una citocinina (BA) que tiene una acción secuencial en regular el desarrollo de la inflorescencia de tomate, efecto importante, de esta combinación, es que además de desarrollar las inflorescencias, promueve también el desarrollo de yemas laterales, eliminando de ellas la dominancia apical (Kinet *et al* 1978).

Por su parte Wien y Turner (1994), al aplicar GA₃, encontraron que se incrementaba el número de racimos cuando se aplicaba a plantas de mediana edad.

Se ha encontrado también que la aplicación de ácido giberélico tiene influencia sobre la morfología floral. Chandra y Sawhney (1989) afirman que al asperjar las plantas de tomate con esta sustancia, los estambres se unían en grupos de 2 ó 3, así como también observaron rajaduras del pistilo. Otras características notables, son el crecimiento de los estambres, carpelos y lóculos, así como en el aumento del ovario, lo cual afecta directamente el desarrollo subsecuente de los frutos (Kinet *et al*, 1978).

Rendimiento.

A menudo se habla del rendimiento como una característica unitaria de la planta, e incluso se dice que hay “genes de rendimiento”. En realidad el rendimiento es la suma de un enorme número de características intrínsecas heredadas, modificadas por un enorme número de características extrínsecas o del ambiente.

Los factores del medio o extrínsecos pueden aproximarse al óptimo o ser tan deficientes que se vuelvan limitantes; de tal manera que retrasarían el desarrollo de plantas y por lo tanto el rendimiento. Los factores intrínsecos aunque están dados por el marco hereditario, necesitan para su expresión de ciertos factores externos (tales como la luz, temperatura, etc.). En cierto sentido todos los procesos fisiológicos van a influir en el rendimiento pero los más importantes son la absorción del agua y nutrientes minerales, la fotosíntesis y el transporte direccional y repartición de los nutrientes elaborados (Rojas, 1987).

Un objetivo primordial es incrementar el porcentaje y cantidad de energía de la radiación fotosintética activa que va a los productos cosechables y no a partes vegetativas a lo que fisiológicamente se denomina índice de cosecha (Salisbury, 1994). Para lo cual se ha experimentado con reguladores de crecimiento para modificar algunos factores que determinan el rendimiento. Por ejemplo, en una aplicación de Biosyme (GA_3 mas extractos vegetales y micronutrientes) en tomate, uno de los tratamientos determinó un incremento

significativo en el rendimiento, pero no en el número de flores ni área foliar, (Rojas, 1987), en parcelas tratadas con 5 centímetros cúbicos por litro, asperjando a un punto de goteo a plantas en botón.

La acción de las giberelinas sobre el rendimiento de tomate no es muy clara, ya que en algunos casos no se ha determinado cambios en este, o que ha determinado incrementos o decrementos según los cultivares de tomate (Rojas, 1987).

Estudios realizados por Henry *et al* (1990), han demostrado que la aplicación foliar de GA₃ no tienen influencia en el diámetro del ovario en antesis, diámetro final del fruto o peso final del fruto; debido a que las giberelinas no incrementan la expansión del tejido celular; Gustafson (1980) observa este mismo efecto pero además encuentra que la aplicación de giberelinas sobre los racimos fue efectivo para incrementar el número de frutos producidos por racimo y un peso total de fruto por racimo pero no el tamaño de fruto. Sin embargo, Sawhney (1971), afirma que la aplicación de ácido giberélico a plantas de tomate incrementa significativamente el número de carpelos y lóculos por ovario, así como el desarrollo de estas.

Un factor limitante en el rendimiento, es el disturbio fisiológico en tomate llamado cara de gato, que produce grandes pérdidas de tomate para mercado en fresco. Se sabe que es inducido por temperaturas elevadas y que

actualmente se ha encontrado también que se presenta por aplicaciones de ácido giberélico bajo condiciones de temperaturas bajas.

El tratamiento a transplantes con GA_3 , incrementa la incidencia de cara de gato en plantas jóvenes y de mediana edad que aquellas plantas mas viejas. Sin embargo, las plantas de mediana edad (48 días, aplicando GA_3 2 días antes o después del transplante) tienen un mayor rendimiento comercial y total, así como mayor peso del fruto, a pesar de haber sido el tratamiento con un mayor número de frutos deformes (Wien y Turner, 1994).

Resultados similares se obtuvieron al evaluar 14 variedades diferentes, con lo que llegan a la conclusión de que existen variedades resistentes a este disturbio (Wien y Zhang 1991).

Correlaciones Fenotípicas

En una muestra o en una población es posible estudiar a los individuos atendiendo a la variación simultánea de dos o más características y el estudio de ésta variación se puede hacer mediante la correlación (Reyes, 1983).

La correlación simple, estudia la variación simultánea de dos variables y se utiliza para indicar aquellos casos en que los cambios de una variable van asociados con los cambios de otra variable, existiendo una relación concreta

entre dichas variables. Cuando las variables cambian juntas, en tal forma que un aumento de una de ellas va asociado con un incremento en la otra, se dice que las variables están correlacionadas positivamente. Si el aumento en una variable coincide con una disminución en la otra, se dice que las dos variables están correlacionadas negativamente. Si no hay una relación entre las dos variables, se dice que son independientes o que no están correlacionadas (Reyes, 1983).

Es de importancia el conocimiento de la asociación de dos características, porque dicha asociación tiene un valor predictivo. Es decir, sabiendo que existe la correlación se puede estimar el valor de una variable si se encuentra el valor de la otra (Reyes, 1983).

Coeficiente de correlación: Es un valor que indica el grado de intensidad de asociación entre dos variables (Reyes 1983; Zar 1984; Daniel, 1987). Varios casos son posibles:

1. Si el valor del coeficiente de correlación es cero o estima a cero, las variables son independientes, no hay correlación.
2. Si el valor del coeficiente es mas uno, hay una correlación positiva y perfecta.
3. Si el valor del coeficiente es menos uno, hay una correlación negativa y perfecta.

4. Valores de cero a mas uno y de cero a menos uno sugieren cierto grado de asociación.

El coeficiente de correlación nunca es mayor de uno o menor de menos uno; dado que en el calculo de este, el numerador nunca es mas grande que el denominador. Otro hecho importante es que el denominador es siempre positivo y el numerador puede ser positivo o negativo (Zar, 1984).

Algunos trabajos realizados en tomate en la aplicación de ácido giberélico se han encontrado correlaciones entre pares de características por el efecto de esta sustancia.

En el crecimiento se encontró que este se encuentra altamente correlacionado con el nivel normal de giberelinas endógenamente. Lo cual indica que el proceso de crecimiento, por si mismo puede tener un efecto indirecto sobre el nivel de giberelinas (Jones, 1987).

Por otra parte Kinet *et al* en 1978 encontró que el desarrollo de las inflorescencias esta correlacionado con el efecto de dominancia apical, así como también que el crecimiento de las plantas bajo condiciones favorables de luz tiene cierto grado de correlación y que este es menor par casos de ihnibición. Otra característica que encontró este investigador es que el desarrollo de las inflorescencias están correlacionadas con el estado hormonal

y nutricional de la planta, lo cuales están controlados por el medio ambiente y la relación existente entre los órganos.

Owen y Aung 1990, afirman que el tamaño de fruto no esta correlacionado con el crecimiento de la planta, pero si se relaciona con el tamaño del meristemo. Una correlación positiva ha sido encontrada entre el tamaño del ovario del tomate al aplicar ácido giberélico al momento de la antesis y el tamaño final de fruto.

Sawhney y Greyson (1971), obtuvieron resultados similares, ellos observaron que el tamaño del fruto esta correlacionado con el incremento del número de lóculos. Pero de la misma manera se ha encontrado que el número de lóculos es positivamente correlacionado con la incidencia de cara de gato (Wien y Turner, 1994; Wien y Zhang, 1991).

Otros trabajos realizados demuestran que el tamaño del fruto esta correlacionado con altos niveles de GA_3 (Koshioka *et al* 1994).

III. MATERIALES Y METODOS.

Localización del área experimental.

La realización de este experimento se llevó a cabo en el periodo Agosto de 1996 - Junio de 1997, en el invernadero número cinco, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la cual está ubicada al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Cuyas coordenadas son: Latitud 25°22' N y Longitud 101°00' W y, una altitud de 1742 msnm., con un clima BwhW'' (e), que se clasifica como templado seco extremoso, de acuerdo al sistema Köppen, modificado por Enriqueta García (1973), con una temperatura media anual de 19.8°C según Mendoza (1983).

Características del área experimental.

El invernadero está orientado de norte a sur y la cama que se utilizó es la número seis de uno por trece metros, el invernadero cuenta con un calentador, dos ventiladores extractores, una pared fría; todos en buenas condiciones, sin embargo el calentador no fue suficiente en los meses más fríos, por lo que se tuvo que colocar un microtúnel sobre la cama, para proporcionar más calor al cultivo.

Sustrato experimental.

El sustrato utilizado fue tierra de barranco al cien por ciento. Colocado en bolsas de plástico de quince kilogramos de color negro, donde posteriormente se realizó el trasplante.

Material vegetativo.

El material vegetativo utilizado en este experimento, fueron plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*. Mill.) de la variedad Floradade. Las semillas de ésta fueron proporcionadas por el departamento de Horticultura de la UAAAN; cuyas características son: Variedad de crecimiento determinado, de fruto tipo bola y se adapta tanto a condiciones de invernadero como a campo abierto.

Labores culturales y Agronómicas.

La siembra en charola de la semilla de tomate, se realizó el día treinta de Agosto de 1996 y el trasplante a maceta fue el 28 de Octubre del mismo año. Se realizó una poda a los 90 días después del trasplante, eliminando los brotes laterales en los primeros 15 centímetros, se utilizó el sistema de entutorado Regional Modificado. La fertilización se realizó Mediante una solución nutritiva aplicada al agua de riego cada ocho días, el riego normal (sin solución nutritiva), se realizó cada tercer día. Para el control de la mosquita blanca (*Bemisia*

spp.) se aplicó Confidor, para mancha foliar del tomate (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) se aplicó Agrimicin 100 y Ridomil Bravo para el control del Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

La cosecha se realizó manualmente cuando el fruto tenía tres cuartos de rojo.

Tratamientos.

En este experimento se evaluaron tres fuentes del ácido giberélico (GA₃) A, B y C, de las cuales se realizaron bioensayos, utilizando el método de pruebas de hipocotilos de lechuga, para determinar la dosis óptima de aplicación. De acuerdo a esto las dosis empleadas para el experimento se presentan en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Fuente y dosis de GA₃ aplicadas en el cultivo de tomate, cultivar Flora-dade; UAAAN, 1997.

Fuente	Dosis/lit de agua (ppm)	Tratamiento
Testigo	0	1
A (producto comercial)	5 (baja)	2
	10 (media)	3
	15 (alta)	4
B (extracto puro)	15 (baja)	5
	20 (media)	6
	25 (alta)	7
	1000 (baja)	8

C (extracto comercial)	2000 (media)	9
	3000 (alta)	10

Diseño Experimental.

El diseño estadístico que se utilizó fue el completamente al azar con arreglo factorial $A \times B = 4 \times 3$ y diez tratamientos, con seis repeticiones por tratamiento, donde el factor A es la dosis de aplicación y el factor B las diferentes fuentes de giberelinas, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para evaluar la significancia de los parámetros en estudio se utilizó la prueba de medias de Diferencia Mínima Significativa (DMS), cuya fórmula es:

$$DMS = T_{\alpha} \text{ glee } \sqrt{\frac{2(CMEE)}{r}}$$

Cabe aclarar que para realizar el análisis de varianza, se tomaron los valores de las plantas testigo dos veces más para cada una de ellas, ya que el análisis así lo requería para no encontrar error debido al diseño experimental utilizado, por lo que se obtuvo un total de 72 unidades experimentales.

Aplicación de AG₃.

La aplicación del ácido giberélico a las plantas se realizó utilizando un atomizador manual asperjándolas individualmente. Las fechas de aplicación fueron: Primera a los cuarenta días después del trasplante; segunda, a los cincuenta días; tercera, sesenta días y; la cuarta y última aplicación fue a los ochenta días después del trasplante.

Correlaciones Fenotípicas.

Se realizó un análisis de correlación entre pares de variables evaluadas para estimar el grado de asociación entre ellas.

Variables evaluadas:

Altura de planta: Para esta variable se realizaron tres muestreos. El primero a los ocho días después de la primera aplicación, el segundo a los dieciséis días después de la última aplicación y el tercero al final de la cosecha.

Longitud de entrenudos: Para la longitud de entrenudos se realizaron dos muestreos. El primero a los dieciséis días después de la última aplicación y el segundo al final de la cosecha.

Número de racimos por tratamiento: Este parámetro se midió contando todos los racimos florales de cada planta por tratamiento, se contó en cada muestreo el número de racimos total acumulado. Los muestreos que se realizaron fueron los siguientes: el primero a los veinte días antes de la primera aplicación, el segundo a los ocho días después de la primera aplicación, el tercero al cuarto día después de la última aplicación, el cuarto a los dieciséis días después de la última aplicación y el quinto al final de la cosecha.

Número de flores por racimo: Esta variable se obtuvo contando las flores que había en toda la planta dividiéndolo entre el número de racimos que había en la planta. Se realizaron cinco muestreos, los cuales coinciden con los tomados para número de racimos.

Número de cortes: Se contaron los cortes realizados por planta de cada tratamiento, obteniendo así los resultados de esta variable. El conteo de los cortes inicio el día 10 de febrero de 1997 y se termino el día 22 de Junio del mismo año. Los cortes se hicieron cada ocho días.

Diámetro de fruto: Se midió el diámetro ecuatorial de cada fruto utilizando para esto un vernier, esta medición se realizó a todos los frutos al momento de cosecharlos, al final de la cosecha se tomo el diámetro promedio de todos los frutos que habían sido cosechados de cada planta por tratamiento.

Número de frutos cosechados: Se realizó contando todos los frutos cosechados de cada planta por tratamiento, se hizo para número de frutos total acumulado, y para frutos de tamaño comercial y no comercial.

Rendimiento: Se obtuvo pesando los frutos por oportunidad de cosecha de cada planta por tratamiento, utilizando una báscula de precisión, También se realizó para rendimiento total acumulado, comercial y no comercial. Para el caso de rendimiento no comercial se consideraron todos los frutos deformes y los menores de cuatro centímetros de diámetro.

Nota: Los parámetros evaluados en comercial y no comercial se basaron en la apariencia física del tomate, por lo que se tomó como no comercial aquellos frutos menores de cuatro centímetros de diámetro, así como los frutos deformes y para comercial a frutos mayores o igual a cuatro centímetro de diámetro.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo, la interpretación de los mismos será discutida por variable para una mejor comprensión.

Altura de planta.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) realizados a los muestreos al final de la cosecha, presentados en el cuadro A.1. Para la altura de planta no se encontró diferencia estadística para el factor A (dosis), así como para el factor B

(fuentes); pero si se encontró diferencia significativa para la interacción entre ambos factores. El coeficiente de variación fue de 18.33 por ciento, por lo que nos indica un alto grado de confiabilidad.

El Cuadro 4.1 nos muestra la comparación de media para la interacción y podemos observar que el tratamiento 5 resultó ser el mejor teniendo las plantas mas altas, este tratamiento corresponde a la fuente 2 con la dosis de aplicación más baja. En la figura 4.1 podemos observar la representación gráfica de estos resultados.

Cuadro 4.1 Prueba de DMS para altura de planta en centímetros de plantasde tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Altura de planta (cm)
5	240.60 A
4	226.40 AB
3	222.20 ABC
8	211.80 ABC
6	206.00 ABC
testigo	202.00 ABC
2	194.20 ABCD
10	181.00 BCD
9	177.80 CD
7	154.20 D
DMS (0.05) = 47.02	

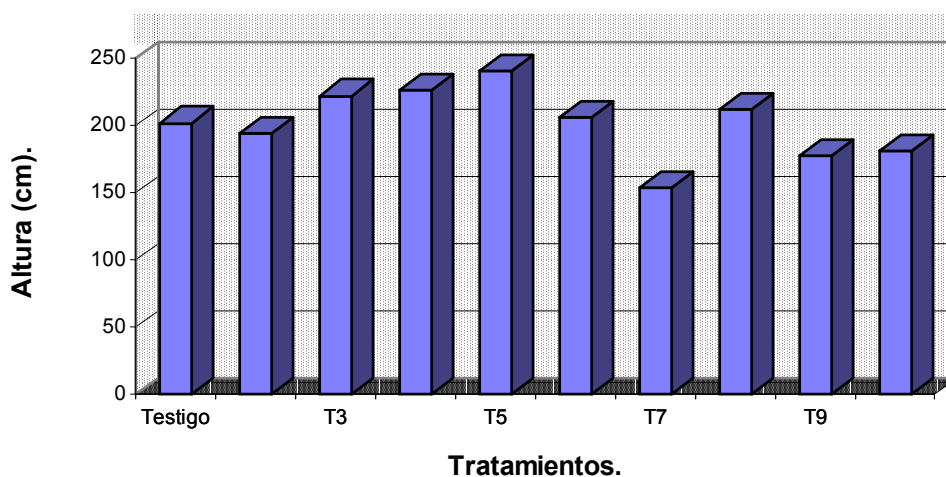


Figura 4.1 Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA₃ para altura de planta.

El efecto de las giberelinas en el crecimiento de la planta es indudable al observar que la altura se incrementa hasta un 18 por ciento más, con el tratamiento 5, con respecto al testigo.

Esta ganancia de crecimiento se debe a la acción de las giberelinas a nivel celular, ya que tienen la capacidad de estimular la división y la elongación de la célula, según Weaver (1976) y Salisbury (1994). De igual manera, Jones (1987), encontró que la aplicación de giberelinas a plantas de tomate, provoca un crecimiento sobrepasando a aquellas que no fueron tratadas, con un crecimiento de 160 por ciento. Por otro lado, así como hay respuesta positiva a la aplicación de giberelinas, también hay un efecto fitotóxico de estas sobre el cultivo cuando los requerimientos de la planta son exedidos, esto lo podemos observar debido a que a pesar de que la fuente 2 tenga el mejor tratamiento,

muestra que también dentro de la misma fuente se encuentra el tratamiento con menor crecimiento que corresponde a la dosis más alta.

La interacción entre ambos factores nos indica que la dosis de aplicación va a depender de la fuente que se utilice. Es obvio que dentro de la misma fuente, al variar la dosis de aplicación también cambiará la respuesta de la planta. Por ejemplo, mientras que para las fuentes 2 y 3 la dosis de aplicación mas baja, fue la mejor para altura de planta; para la fuente 1 fue la de menor altura y, la dosis mas alta presento ser la mejor en esta fuente (Cuadro A.5, tercer muestreo).

Sin embargo, parece ser que la aplicación de ácido giberélico, no muestra tener efecto alguno en etapas tempranas de desarrollo de la planta, lo que ocurrió después de la primera aplicación (dato observado en el primer muestreo). En el segundo muestreo, se empiezan a notar las diferencias entre los tratamientos mostrando el tratamiento 10 ser el mejor de todos. La figura 4.2 y el Cuadro A.5 nos muestra la tendencia de los tratamientos en las 3 fechas de muestreo.

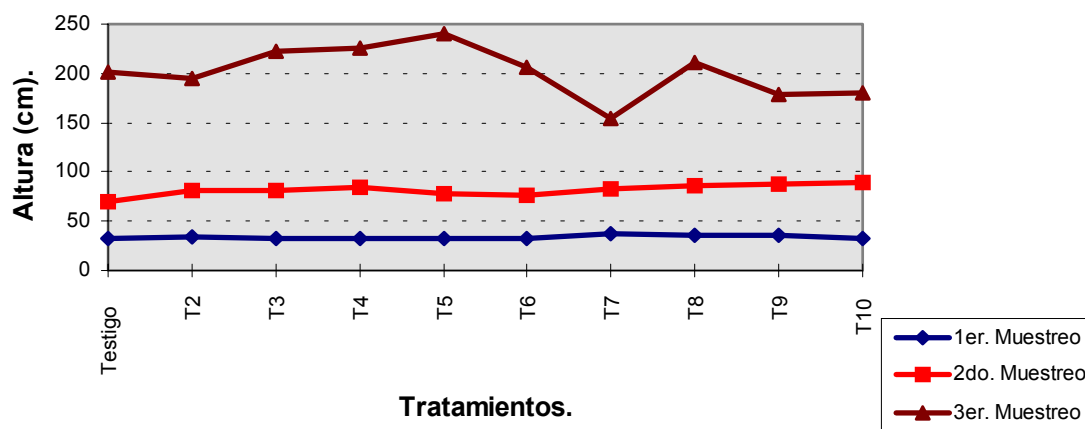


Figura 4.2 Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA_3 en tres muestreos para altura de planta en centímetros.

Longitud de entrenudos.

En el Cuadro A.1 se muestran los resultados del ANVA para esta variable, al final de la cosecha, encontrando diferencia altamente significaba para el factor A (dosis), el factor B (fuente) y la interacción no muestran diferencia estadística. el coeficiente de variación de 16.65 por ciento hace muy confiable esta prueba.

Al realizar la comparación de medias para el factor A (Cuadro 4.2), el tratamiento 1 (testigo) fué el mejor.

Cuadro 4.2. Prueba de DMS para longitud de entrenudos en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.

Dosis	Media (cm)
-------	------------

Testigo	9.60 A
2	8.15 B
3	8.13 B
4	7.62 B
DMS (0.05) = 1.02	

Parece ser entonces, que las giberelinas no tienen efecto sobre la longitud de entrenudos, sin embargo, en el primer muestreo hay respuesta de la planta a los diferentes tratamientos (figura 4.3), resultando ser el mejor el tratamiento 7 y el testigo fue el que tuvo la longitud de entrenudos mas corto que todos los tratamientos. Lo anterior concuerda con los trabajos realizados por Jupe *et al* (1988), ya que al aplicar ácido giberélico en tomate y encontró que se incrementaba la longitud de entrenudos, así como el número de los mismos.

En cuanto a la respuesta de la planta a las aplicaciones, en los dos muestreos realizados, se puede decir que el efecto de las giberelinas es transitorio, en el caso particular de esta variable, y que tienen relación con la edad de la planta; esto es, que las giberelinas tienen un efecto muy marcado en las primeras etapas de crecimiento de la planta y conforme avanza la edad de la misma, este efecto se va minimizando, tal como Jupe *et al* (1988) lo afirma. La figura 4.3 y el Cuadro A.6, nos muestran la respuesta de la planta por la aplicación de GA₃, en cuanto a longitud de entrenudos, en los dos muestreos realizados.

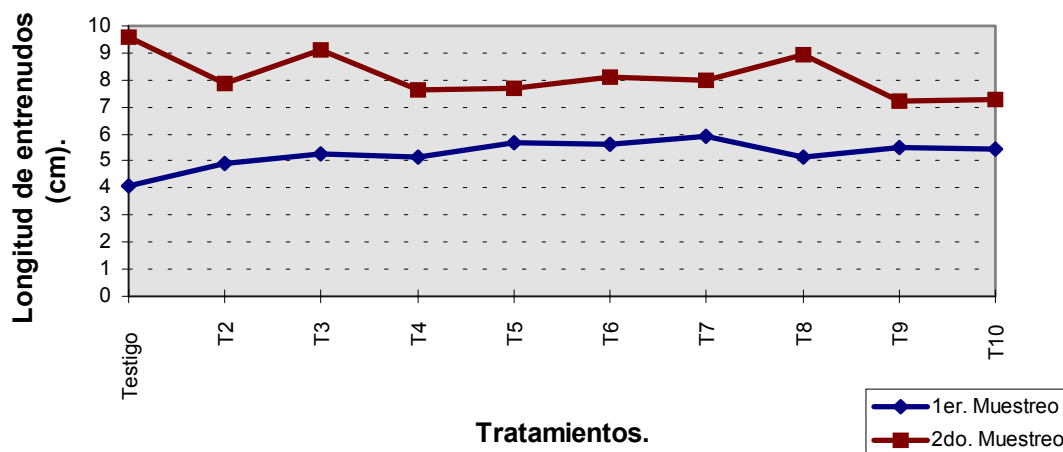


Figura 4.3 Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA_3 , en los dos muestreos para longitud de entrenudos en centímetros.

Número de Racimos florales.

Al realizar el ANVA (Cuadro A.1) para el último muestreo de esta variable (al final de la cosecha), el factor B (fuente) fue altamente significativo, mientras que el factor A (dosis) y la interacción no tienen diferencia estadística. El coeficiente de variación fue de 46.80 por ciento, por lo que resulta poco confiable.

La prueba de medias realizada para el factor B (Cuadro 4.3), nos muestra que la fuente 1 es la que presenta mejores resultados en cuanto al incremento de inflorescencias, ya que el tratamiento 3 (fuente 1, dosis intermedia) tiene casi el doble de racimos florales (101 racimos) que el testigo (67 racimos). En la figura 4.4 podemos observar esta diferencia.

Cuadro 4.3 Prueba de DMS para número de racimos florales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.

Fuente	Media (racimos)
1	86.37 A
2	60.58 B
3	60.25 B
DMS (0.05) = 18.64	

El efecto de las giberelinas sobre este parámetro, es contrario al obtenido por el crecimiento de la planta (altura y longitud de entrenudos), ya que en los muestreos realizados anteriores al último (Cuadro A.7), no se nota alguna tendencia a aumentar o a disminuir el número de racimos. Kinet *et al* (1978), también trabajó con tomate, pero bajo condiciones adversas de luz, y encontró que las giberelinas no tienen efecto alguno sobre la floración y que hasta pueden causar un efecto inhibitorio si no son aplicadas en combinación secuencial con alguna citocinina.

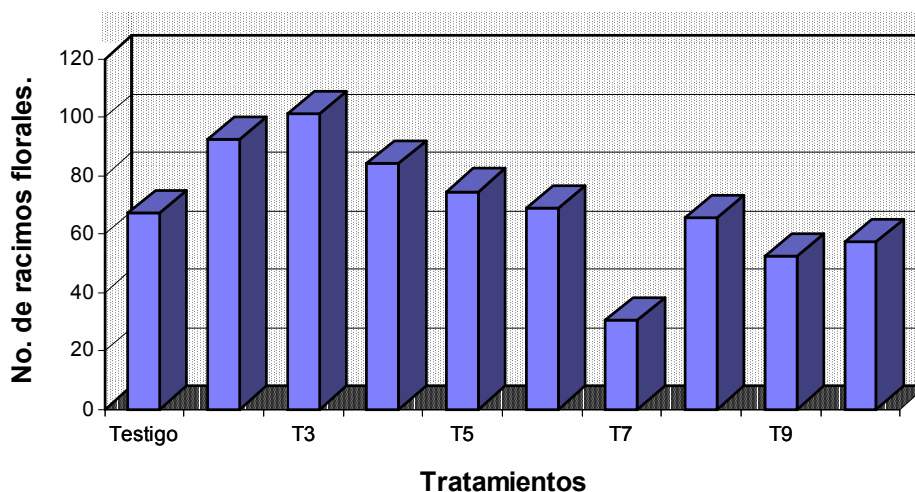


Figura 4.4 Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA_3 para número de racimos florales.

Por su parte, Wien y Turner (1994), afirman que con la aplicación de ácido giberélico, se incrementa el número de racimos florales.

Esta diferencia se puede deber a las condiciones del medio que rodean a la planta y, que al ser sometidas a poca luz, es desactivado el fitocromo debido a que este requiere de cierto tipo de luz roja para ser funcional (Salisbury, 1994).

Número de flores por racimo.

Para esta variable no se encontró diferencia estadística, para los factores A (dosis) y B (fuentes); ni tampoco para la interacción, el coeficiente de variación de 13.64 por ciento, indica un alto grado de confiabilidad (Cuadro A.2).

Como podemos observar, la aplicación de GA₃ afecta el número de flores por racimo, esto puede deberse a que la función principal de las giberilinas está en la elongación y división celular y no sobre los caracteres hereditarios de la planta.

Sin embargo, hay trabajos realizados donde se ha encontrado que esta sustancia tiene influencia sobre la morfología floral (Chandra y Sawhney, 1989) lo que provoca efectos secundarios sobre el desarrollo del fruto (Kinet *et al*, 1978).

Número de cortes.

En el Cuadro A.2 se presentan los resultados del ANVA para esta variable, encontrando tanto para el factor A (dosis) como para el factor B (fuente) alta significancia, para el caso de la interacción solo se encontró diferencia significativa. El coeficiente de variación de 10.33 por ciento nos indica un alto grado de confiabilidad.

Al realizar la comparación de medias para el factor A, la cual se presenta en el Cuadro 4.4, observamos que la dosis baja, en cualquiera de los tres fuentes, es la mejor. También podemos observar que la aplicación con dosis altas nos causa cierta toxicidad a la planta, ya que estas disminuyen el número de cortes, tal como lo podemos ver para el caso de la dosis mas alta en las tres fuentes.

Cuadro 4.4. Prueba de DMS para número de cortes de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.

Dosis	Media (cortes)
2	9.72 A
Testigo	8.85 B
3	8.61 B
4	7.94 C
DMS (0.05) = 0.6041	

La comparación de medias para el factor B (fuentes), se muestra en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Prueba de DMS para número de cortes en plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas.

Fuente	Media (cortes)
1	9.70 A
2	8.37 B
3	8.25 B
DMS (0.05) = 0.5232	

De los resultados de esta comparación, podemos decir que la fuente 1 es la mejor de las tres, obteniéndose un corte más durante el ciclo del cultivo.

Para la interacción de ambos factores, la prueba de medias se presenta en Cuadro 4.6, aquí podemos ver que los tratamientos 2 y 3, son estadísticamente iguales y que son los que tienen mayor número de cortes. Ambos pertenecen a la fuente 1 con dosis de aplicación baja e intermedia, respectivamente.

Cuadro 4.6 Prueba de DMS para número de cortes de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Número de cortes
2	11.50 A
3	9.66 A
8	9.33 B
Testigo	8.83 B
4	8.83 B
6	8.50 C
5	8.33 C
7	7.83 C
9	7.66 C
10	7.16 D
DMS (0.05) = 1.04	

El tratamiento 2, tiene tres cortes más que el testigo, lo que representa una ganancia en la producción de fruto, ya que al incrementarse el número de cortes, es obvio que también se incrementará el número de frutos, lo cual se discutirá más adelante. En la figura 4.5. observamos este efecto.

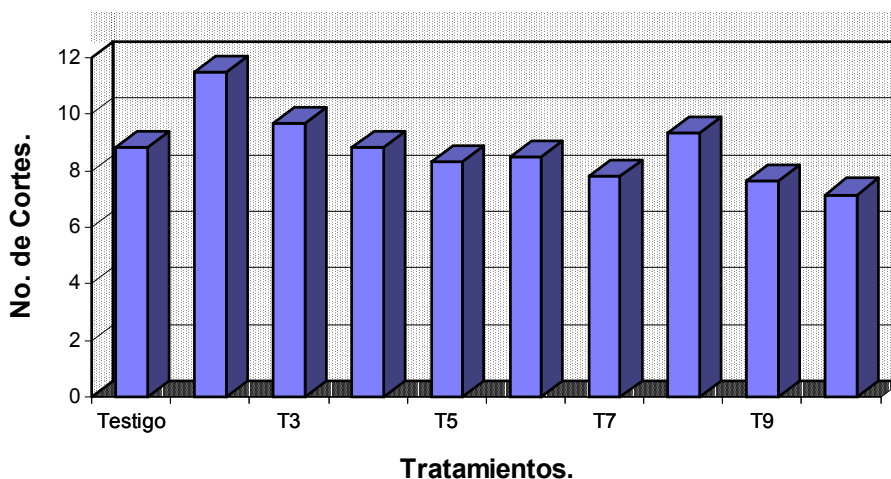


Figura 4.5 Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA_3 para número de cortes.

Diámetro de fruto.

El ANVA (Cuadro A.2) nos muestra los resultados para esta variable, siendo el factor A (dosis) altamente significativo, mientras que el factor B (fuente) no presenta diferencia estadística, la interacción es significativa. El coeficiente de variación de 11.64 por ciento nos indica un alto grado de confiabilidad.

Al realizar la prueba de medias para el factor A (dosis), podemos observar que el testigo tuvo mayor crecimiento de fruto. El Cuadro 4.7 nos muestra estas diferencias.

Cuadro 4.7. Prueba de DMS para diámetro de fruto en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN,1997.

Dosis	Media (cm)
Testigo	4.93 A
2	4.57 B
3	4.41 BC
4	4.11 C
DMS (0.05) = 0.3497	

Para la interacción, la prueba de medias se presenta en el Cuadro 4.8.

De igual manera, el tratamiento con mayor diámetro de fruto es el testigo.

Cuadro 4.8 Prueba de DMS para diámetro de fruto en centímetros de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Diámetro de fruto (cm)
Testigo	4.93 A
8	4.71 AB
5	4.65 AB
3	4.55 AB
10	4.55 AB
6	4.48 AB
2	4.36 AB
4	4.35 AB
9	4.21 B
7	3.43 C
DMS (0.05) = 0.60	

Lo anterior se debe a que este tratamiento produjo menor número de frutos lo que le permitió tener un mayor tamaño de los mismos. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Gustfson (1980), que al aplicar giberelinas, observa que no hay crecimiento de fruto.

Por otra parte, Sawhney y Greyson (1971), afirman que sí hay crecimiento del fruto al asperjar las plantas de tomate con GA_3 , debido a que esta sustancia incrementa el número de lóculos, lo cual está relacionado con el peso y tamaño de fruto.

Número total de frutos cosechados.

Los resultados del ANVA para esta variable se presentan en el Cuadro A.3. Los factores A (dosis) y B (fuente), así como la interacción, presentan ser altamente significativos. El coeficiente de variación de 12.61 por ciento indica un alto grado de confiabilidad.

Se procedió a realizar la prueba de DMS, la cual se muestra en el Cuadro 4.9 para el factor A (dosis), donde podemos ver que la dosis mas baja y la intermedia son estadísticamente iguales y superiores al testigo y a la dosis mas alta.

Cuadro 4.9. Prueba de DMS para número total de frutos cosechados de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997,

Dosis	Media (frutos)
-------	----------------

2	48.50 A
3	45.11 A
Testigo	39.00 B
4	29.33 C
DMS (0.05) = 3.4024	

La prueba de medias para el factor B (fuente) se presenta en el Cuadro 4.10, aquí la fuente 1 muestra ser la mejor obteniendo mayor número de frutos cosechados.

Cuadro 4.10. Prueba de DMS para número total de frutos cosechados de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.

Fuente	Media (frutos)
1	46.79 A
2	37.79 B
3	36.87 B
DMS (0.05) = 2.94	

Para el caso de la interacción, en el Cuadro 4.11 se presentan los resultados de la prueba de medias.

Cuadro 4.11. Prueba de DMS para número total de frutos cosechados de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Número total de frutos cosechados.
2	58.33 A
3	55.16 AB
6	50.50 B

8	48.66	C
Testigo	39.00	D
5	38.50	D
4	34.66	DE
10	30.16	E
9	29.66	E
7	23.16	F
DMS (0.05) = 5.89		

Los tratamientos 2 y 3 son estadísticamente iguales y tienen el mayor número de frutos cosechados total.

Al separar los frutos en tamaño no comercial y tamaño comercial, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para los frutos no comerciales, el ANVA (Cuadro A.3) nos indica que el factor A (dosis) y la interacción son altamente significativos, mientras que para el factor B (fuentes) no hay diferencia estadística. La dosis intermedia y la mas baja, son las que tienen mayor número de frutos no comerciales. El Cuadro 4.12 nos muestra esta diferencia de acuerdo a la comparación de medias.

Cuadro 4.12. Prueba de DMS para frutos no comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN,1997.

Dosis	Media
2	17.50 A
3	15.35 A
4	11.77 B
1	7.33 C
DMS (0.05) = 3.03	

La comparación de medias para la interacción (Cuadro 4.13), muestra que los tratamientos 2, 8 y 6; son los producen mayor número de frutos no comerciales y el tratamiento 5 es el que produce menos.

Cuadro 4.13. Prueba de DMS para frutos no comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Frutos no comerciales
2	24.16 A
8	21.33 A
6	19.83 A
7	14.00 B
9	14.00 B
3	12.16 BC
4	11.33 BC
10	10.00 BC
Testigo	7.33 C
5	7.00 C
DMS (0.05) = 5.25	

Como puede observarse las plantas al ser tratadas con GA₃, muestran la tendencia de aumentar el número de frutos deformes por lo que se incrementa el número de frutos no comerciales.

Para el caso de los frutos comerciales, el ANVA (Cuadro A.3) encontró diferencia altamente significativa para los factores A (dosis) y B (fuentes), así como la interacción. Se obtuvo un coeficiente de variación de 18.65 por ciento, lo que indica un alto grado de confiabilidad.

El testigo, la dosis más baja y la intermedia, son estadísticamente iguales, mientras que la dosis mas alta es diferente e inferior a las demás. El Cuadro 4.14 nos muestra la comparación de medias para el factor A.

Cuadro 4.14. Prueba de DMS para frutos comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.

Dosis	Media (frutos)
Testigo	31.66 A
2	31.55 A
3	30.33 A
4	17.66 B
DMS (0.05) = 3.45	

En el Cuadro 4.15 se presenta la comparación de medias para el factor B. La fuente 1 es la mejor al obtener el mayor número de frutos comerciales, al compararla con las fuentes 2 y 3, las cuales son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.15. Prueba de DMS para frutos comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.

Fuente	Media (frutos)
1	33.04 A
2	26.16 B
3	24.20 B
DMS (0.05) = 2.99	

Al realizar la prueba de medias para la interacción (Cuadro 4.16), observamos que el tratamiento 3, que corresponde a la dosis intermedia de la fuente 1, fue el mejor obteniendo 43 frutos comerciales, 12 más que el testigo. El peor tratamiento es el 7, que es el que produjo menor número de frutos comerciales.

Cuadro 4.16. Prueba de DMS para frutos comerciales de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997

Tratamiento	Frutos comerciales.
3	43.00 A
2	34.16 B
6	32.33 B
Testigo	31.66 B
5	31.50 B
8	29.00 BC
4	23.33 CD
10	20.50 DE
9	15.66 E
7	9.16 F
DMS (0.05) = 5.98	

En general podemos decir que de las tres fuentes utilizadas, la 1 es la mejor, ya que es esta donde se encuentran los tratamientos con mayor número de frutos producidos, como lo es el caso de los tratamientos 2 y 3. Siguiendo la fuente 2 con el tratamiento 6 (dosis intermedia), de los que se puede considerar con alto porcentaje de frutos producidos. El peor tratamiento fue el 7 que también corresponde a la fuente 2, pero con la dosis alta. La figura 4.6 nos muestra la representación gráfica de estos resultados.

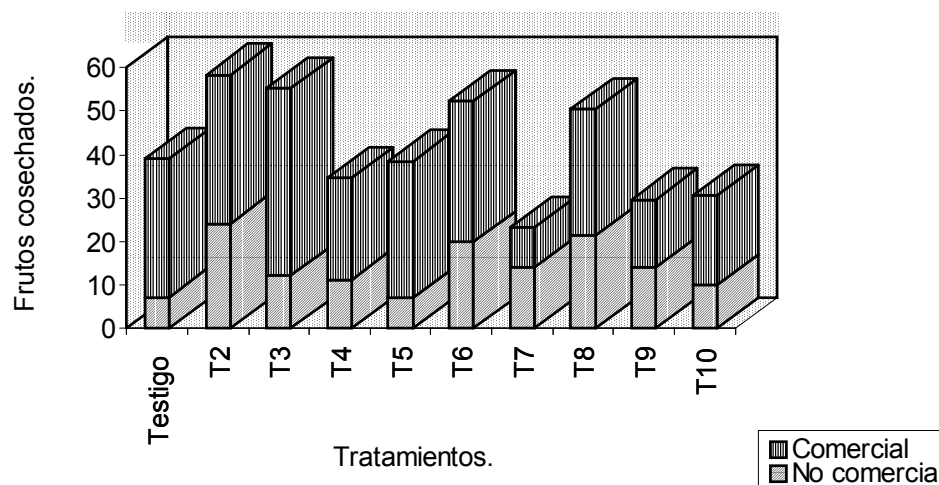


Figura 4.6 Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a la aplicación de GA_3 para número total de frutos cosechados, no comerciales y comerciales.

La aplicación de GA_3 aumenta la producción de frutos, tal como ya se mencionó para el tratamiento 2, que es uno de los aquellos que a pesar de que tiene muchos frutos no comerciales, también produce mucho fruto comercial. El mismo caso lo podemos observar para el tratamiento 6, aunque este último es estadísticamente igual al testigo en el caso de frutos comerciales. Por otra parte, el tratamiento 3 que pertenece a la fuente 1 es el que tiene mayor número de frutos comerciales, aunque también tiene la misma tendencia de producir muchos frutos no comerciales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gustafson (1980), que al aplicar GA_3 sobre los racimos florales de tomate, encontró que se incrementaba el número de frutos.

Rendimiento.

Los resultados del ANVA para esta variable se presentan en el Cuadro A.4. El factor A (dosis) muestra ser altamente significativo por lo que se realizó la prueba de DMS representada en el Cuadro 4.17, donde se muestra que la mejor dosis fue la intermedia con un promedio de rendimiento de 2,639 gramos, aunque el testigo y la dosis mas baja son estadísticamente iguales a esta. La dosis de aplicación más alta, por el contrario, es la que tiene menor rendimiento con 1,312 gramos. Debido que se excedieron los requerimientos óptimos de la planta observandose cierto grado de fitotoxicidad

Cuadro 4.17. Prueba de DMS para rendimiento en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.

Dosis	Media (Kg)
3	2.63978 A
2	2.52275 A
testigo	2.41383 A
4	1.31228 B
DMS (0.05) = 0.35519	

Con relación al factor B (fuentes), este muestra ser altamente significativo, por lo que se efectuó la prueba de DMS, en la cual los resultados obtenidos nos muestran diferencias en el rendimiento, observándose que la mejor fuente es la 1 obteniendo 2725 gramos (Cuadro 4.18).

Cuadro 4.18. Prueba de DMS para rendimiento en gramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelina. UAAAN, 1997.

Fuente	Media (Kg)
1	2.72541 A

2	1.99126 B
3	1.94988 B
DMS (0.05) = 0.30760	

En la interacción de ambos factores, se presenta alta significancia, el Cuadro 4.19 nos muestra la comparación de medias por la prueba de DMS.

Cuadro 4.19. Prueba de DMS para rendimiento en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Rendimiento total (Kg/tratamiento).
3	3.97500 A
2	2.86550 B
6	2.45233 B
Testigo	2.41383 B
5	2.41258 B
8	2.29116 BC
4	1.64733 D
10	1.60353 D
9	1.49201 D
7	0.68630 E
DMS (0.05) = 0.61521	

El tratamiento 3 que corresponde a la fuente 1, con la dosis intermedia, muestra ser el mejor con un rendimiento de 3.975 kilogramos. Lo que da una ganancia de 1.561 kilogramos con respecto al testigo, mientras que el tratamiento 7 (correspondiente a la fuente 2, con la dosis más alta) se comporto como el peor con un rendimiento total de 0.686 kilogramos.

Al realizar el análisis para rendimiento no comercial y comercial, los resultados fueron los siguientes:

Para detectar diferencia para rendimiento no comercial se efectuó el ANVA respectivo, resultando para el factor A (dosis) y para la interacción una diferencia altamente significativa, mientras que el factor B (fuente) mostró ser significativo. El coeficiente de variación de 32.11 por ciento, nos indica que hubo cierto error al estimar este parámetro (Cuadro A.4).

Debido a lo anterior se realizó la prueba de DMS para cada uno, encontrando que la dosis más baja es la que tuvo mayor rendimiento no comercial, siguiendo la dosis intermedia que estadísticamente son iguales. El testigo fue quien mostró tener menor número de fruto no comercial. El Cuadro 4.20 nos muestra estas diferencias.

Cuadro 4.20. Prueba de DMS para rendimiento no comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.

Dosis	Media (Kg)
2	3.2258 A
3	2.8813 A
4	1.9661 B
testigo	1.4541 C
DMS (0.05) = 0.5095	

Con relación al factor B (fuente), las fuentes 1 y 3 son estadísticamente iguales pero la 1 es la que muestra tener mayor rendimiento no comercial. La fuente 2 presenta ser la de menor rendimiento no comercial (Cuadro 4.21)

Cuadro 4.21. Prueba de DMS para rendimiento no comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997..

Fuente	Media (Kg/trat)
1	0.26003 A
2	0.25133 A
3	0.20318 B
DMS (0.05) = 0.04412	

Con respecto a la interacción el Cuadro 4.22 nos muestra los resultados de prueba de DMS. Aquí, el tratamiento 2 (fuente 1, con la dosis más baja) es la que tiene mayor rendimiento no comercial, y el testigo y el tratamiento 5 (fuente 2, dosis más baja) son los que producen menor rendimiento no comercial.

Cuadro 4.22. Prueba de DMS para rendimiento no comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Rendimiento no comercial (Kilogramos)
2	0.44205 A
8	0.39683 AB
6	0.35351 BC
9	0.26105 D
3	0.24983 D
4	0.20285 DE
10	0.20205 DE
7	0.18495 DE
Testigo	0.14541 E
5	0.12886 E
DMS (0.05) = 0.08825	

Para el caso del rendimiento comercial, el ANVA (Cuadro A.4) nos muestra que tanto los factores A (dosis) y B (fuentes), así como la interacción presentan diferencia altamente significativa. Resultando un coeficiente de variación de 28.06 por ciento que nos indica que hubo cierto error al estimar este parámetro.

Al realizar la prueba de medias de DMS para el factor A (dosis) observamos que la dosis intermedia es la mejor, con un rendimiento medio de 2 348 gramos, sin embargo el testigo y la dosis más baja son estadísticamente iguales a esta. La dosis más alta, por el contrario muestra ser la peor, estas diferencias las podemos observar en el Cuadro 4.23.

Cuadro 4.23. Prueba de DMS para rendimiento comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por dosis de aplicación. UAAAN, 1997.

Dosis	Media (Kg)
3	2.34855 A
Testigo	2.26833 A
2	2.19850 A
4	1.11577 B
DMS (0.05) = 0.37071	

En relación al factor B (fuente), observamos que la fuente 1 es la mejor. Las fuentes 2 y 3 son estadísticamente iguales pero inferiores a la 1. La comparación de medias por la prueba de DMS se presenta en el Cuadro 4.24.

Cuadro 4.24. Prueba de DMS para rendimiento comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade por fuente de giberelinas. UAAAN, 1997.

Fuente	Media (Kg)
1	2.46412 A
2	1.78570 B
3	1.69854 B
DMS (0.05) = 0.32104	

Con respecto a la interacción la prueba de medias se muestra en el Cuadro 4.25, aquí observamos que el tratamiento 3 (fuente 1, dosis intermedia) es el mejor con 3.725 kilogramos, mientras que el tratamiento 7 (fuente 2, dosis alta) es el peor con 501 gramos.

Cuadro 4.25. Prueba de DMS para rendimiento comercial en kilogramos de plantas de tomate cultivar Flora-dade para la interacción A (dosis) por B (fuente). UAAAN, 1997.

Tratamiento	Rendimiento comercial (Kg/tratamiento)
3	3.72516 A
2	2.41850 B
5	2.28366 B
Testigo	2.26833 B
6	2.08950 BC
8	1.89333 BC
4	1.44450 D
10	1.40150 D
9	1.23100 D
7	0.50133 E
DMS (0.05) = 0.64209	

De acuerdo a los resultados anteriores, para los tres casos, podemos asumir que la aplicación de ácido giberélico incrementa el rendimiento total en la planta de tomate, observándose la tendencia de que los tratamientos que producen mayor rendimiento no comercial, son aquellos que presentan mayor rendimiento comercial, tal como lo observamos para los tratamientos 2 y 3 (que pertenecen a la fuente 1 con las dosis baja e intermedia, respectivamente). Esto concuerda con lo mencionado por Wien y Turner (1994) que al aplicar ácido

giberélico en plantas de tomate se incrementa el rendimiento total y el rendimiento comercial. La figura 4.7 y el Cuadro A.11, nos muestran los resultados en los tres casos de rendimiento.

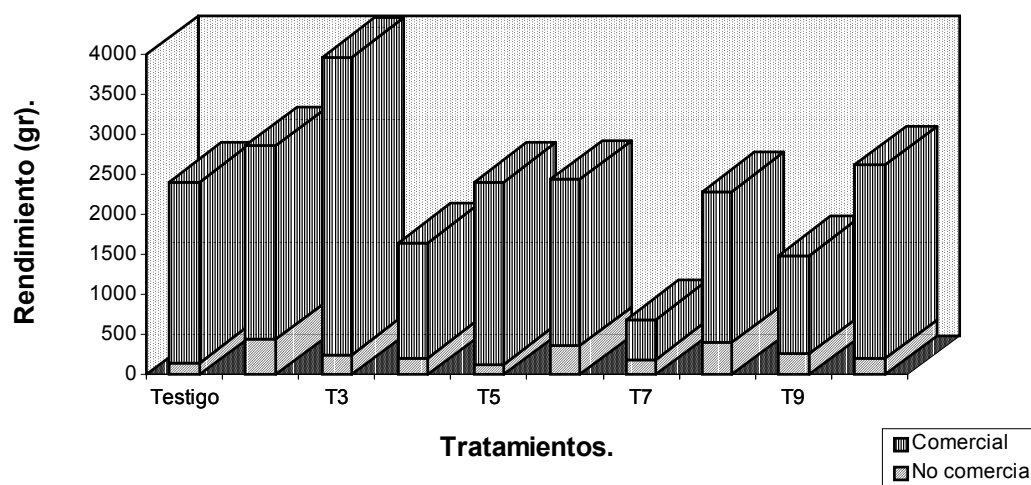


Figura 4.7. Representación gráfica de la respuesta de la planta de tomate a GA_3 para rendimiento total, no comercial y comercial en gramos.

Al hacer la conversión a toneladas por hectárea, el tratamiento 3 con 55.6 toneladas en rendimiento total, tiene una ganancia de 64.5 por ciento sobre el testigo y este mismo tratamiento para rendimiento comercial supera al testigo con 20 toneladas que corresponde a un 63 por ciento. Todos los tratamientos, excepto 5, superan al testigo en el caso para rendimiento no comercial, pero las tratamientos 2 y 3 tienen más rendimiento total y comercial, aunque sean de los que tengan mas rendimiento no comercial, lo cual ya fue

discutido. El Cuadro 4.26 nos muestra el rendimiento en toneladas por hectárea.

Cuadro 4.26. Rendimiento comercial, rendimiento no comercial y rendimiento total en toneladas por hectárea. UAAAN, 1997.

Tratamiento	Rendimiento comercial (ton/h)	Rend. no comercial (ton/h)	Rendimiento total (ton/ha)
Testigo	31.8	2.0	33.8
2	33.8	6.2	40.0
3	52.1	3.5	55.6
4	20.2	2.8	23.0
5	32.0	1.8	33.8
6	29.3	4.9	34.2
7	7.0	2.6	9.6
8	26.6	5.5	32.1
9	17.2	3.6	20.8
10	19.6	2.8	22.4

Correlaciones fenotípicas.

Las correlaciones calculadas entre las características en este trabajo reflejan en una forma más real las relaciones existentes entre los caracteres evaluados por el efecto del ácido giberélico.

El Cuadro 4.27 nos muestra las correlaciones fenotípicas entre las características agronómicas evaluadas. Aquí podemos observar que se encontraron correlacionados en forma positiva y significativa la altura de planta con el número de racimos florales, esto nos indica que entre más alta sea una planta mayor será el número de racimos florales, de la misma manera estuvo correlacionado con el número de flores por racimo, lo que nos indica que al aumentar la altura se incrementará el número de flores por racimo, lo que es complejo, ya que el ANVA para número de flores por racimo no muestra alguna diferencia significativa. Lo mismo ocurre al correlacionarse la altura con el diámetro del fruto que según este análisis al haber mayor altura habrá mayor diámetro. La altura también se correlaciona significativamente con el rendimiento comercial, lo que quiere decir que a mayor altura mayor rendimiento comercial.

La longitud de entrenudos, está correlaciona positiva y significativamente con la cosecha de frutos comerciales lo que indica que al haber mayor longitud de entrenudos habrá mayor producción de frutos comerciales.

El número de racimos florales presentó correlación positiva altamente significativa con las variable, número de flores por racimo, número total de frutos cosechados, frutos comerciales, rendimiento total y rendimiento comercial; mientras que con el número de cortes presentó correlación positiva significativa. Esto nos indica que al inducir la producción de racimos florales con la aplicación de ácido giberélico, obtendremos mayor rendimiento.

En el caso de número de flores por racimo, este se encuentra correlacionado en forma positiva y altamente significativa con rendimiento total y rendimiento comercial, mientras que con el número total de frutos cosechados y frutos comerciales se correlaciona en forma positiva y significativa. Lo que quiere decir, que si bien no se incrementa el número de flores por racimo y no hay una diferencia estadística al aplicar ácido giberélico (de acuerdo al ANVA realizado para esta variable que se muestra en el Cuadro A.2), la planta responde con un mayor amarre de fruto (dato no realizado en el presente trabajo), debido a que al haber pocas flores en una inflorescencia (alrededor de 4), estas tienen mas posibilidad de formar fruto y que estos lleguen a la madurez.

Por su parte, el número de cortes está correlacionado en forma positiva y altamente significativa con el número total de frutos cosechados, mientras que con el número de frutos comerciales y rendimiento total se correlaciona de manera positiva y significativa. Esto indica que al haber mayor número de cortes habrá mayor producción de frutos y en consecuencia se incrementará el rendimiento en la planta.

Para el número de frutos cosechados, este se encuentra correlacionado en forma positiva y altamente significativa con el número de frutos comerciales, rendimiento total y rendimiento comercial, tanto que con el rendimiento no comercial hay una correlación positiva y significativa. De acuerdo a esto, se

asume que al haber mayor número de frutos cosechados habrá mayor rendimiento, incrementándose también la calidad del fruto, en cuanto a tamaño y peso.

En el caso de número de frutos no comerciales, este se encuentra correlacionado positiva y altamente significativa con el rendimiento no comercial, que es claro, que al haber mucho fruto comercial se incrementará el rendimiento no comercial.

Por último, el rendimiento total se encuentra correlacionado positivo y altamente significativo con el rendimiento comercial, lo que es obvio que al incrementarse el rendimiento total se incrementará el rendimiento comercial.

Es necesario aclarar que la respuesta de la planta en el crecimiento, al aplicar ácido giberélico, es de cierta manera confuso, ya que a pesar de no haber diferencia estadística, el testigo es el que tiene mayor longitud de entrenudos, pero esto no influye en la altura de la planta, esto lo podemos afirmar porque los tratamientos 4 y 5, que son algunos de los que presentan tener entrenudos más cortos, son los que alcanzan mayor altura (Cuadro A.5, tercer muestreo), por lo que el análisis de correlación nos indica que no hay asociación entre estos factores y que por lo tanto son independientes uno del otro. Entonces, suponemos que el incremento de altura se deba al aumentar el número de entrenudos (dato no presentado en este trabajo), tal como la menciona Jupe et al (1988).

En los resultados obtenidos para número de racimos florales y número de flores por racimo, observamos que en el primer caso, aumentan las inflorescencias, pero no el número de flores en ellas. Esto se puede atribuir a que la función de las giberelinas está sobre la elongación y división celular y no puede modificar el código genético para número de flores.

Para el caso de diámetro de fruto, el testigo mostró ser mejor que aquellas plantas que se trataron con GA_3 , alcanzando el tamaño más grande, esto nos indica que el cultivo del tomate se ve afectado por la aplicación de giberelinas. Por lo anterior, podemos asumir que la planta fisiológicamente está limitando la energía fotosintética dirigida hacia los frutos sacrificando la calidad de los mismos teniendo un efecto similar al de raleo de fruto, porque la planta al ser estimulada por las giberelinas para obtener mayor crecimiento, está dirigiendo esa energía a las partes vegetativas y no a las partes reproductivas.

Dentro de los efectos principales, que causan las aplicaciones de giberelinas sobre el cultivo de tomate, son sin duda sobre los parámetros de rendimiento, de los cuales en el presente trabajo se obtuvieron buenos resultados y que están muy relacionados entre sí, tal como lo demuestra el análisis de correlación. Por lo que sí es recomendable aplicar ácido giberélico sobre este cultivo, siempre y cuando se tomen las medidas adecuadas con el uso de estas sustancias.

La mejor fuente de aplicación es la 1, en aquellas variables que muestran diferencia estadística, tales como número de racimos florales, número de cortes, Número total de frutos cosechados, frutos comerciales, rendimiento total, rendimiento no comercial y rendimiento comercial (Cuadros 4.4, 4.6, 4.10, 4.15, 4.18, 4.21 y 4.24; respectivamente), siguiendo siempre la fuente 2 como mejor, aunque esta siempre mostró ser estadísticamente igual a la 3.

Para el caso de las dosis de aplicación, estas mostraron estar en función de la fuente utilizada, ya que no hubo alguna que fuera exacta en las tres fuentes, sin embargo, la dosis mas baja y la intermedia (en las tres fuentes) parecieron tener mejores resultados, mientras que la dosis mas alta mostró tener cierto grado de fitotoxicidad en aquellos parámetros en los que se encontró diferencia estadística para este factor. Para la fuente tres, en particular, las dosis empleadas en esta investigación fueron perjudiciales para la planta.

Hay mucha controversia entre los resultados obtenidos en los trabajos realizados por otros autores y muchos de ellos coinciden con los obtenidos en el nuestro, pero también hay quienes afirman lo contrario mostrando algún efecto negativo. Estas diferencias se deben a que el genotipo utilizado, así como las condiciones ambientales a las cuales las plantas son sometidas, la etapa fisiológica y la dosis de aplicación, son diferentes.

Cuadro 4.27 Correlaciones fenotípicas de las variables evaluadas en tomate cultivar Flora-dade. UAAAN, 1997.

	Altura de planta	Longitud entrenudo	No. racimos	No. flores x racimo	No. de cortes	Diámetro de fruto	frutos cosechados	Fruto no comercial	Fruto comercial	Rendimiento total	Rend. no comercial	Rend. comercial
Altura de planta	1.000	0.2454 NS	0.7387 *	0.7418 *	0.3165 NS	0.6661 *	0.4972 NS	-0.4972 NS	0.6159 NS	0.62227 NS	-0.0645 NS	0.6503 *
Longitud entrenudo		1.000	0.2646 NS	0.1450 NS	0.3777 NS	0.4388 NS	0.4428 NS	-0.0198 NS	0.6397 *	0.5325 NS	0.0301 NS	0.5458 NS
No. racimos			1.000	0.9075 **	0.7164 *	0.5468 NS	0.7916 **	0.1181 NS	0.7857 **	0.8614 **	0.2822 NS	0.8522 **
No. flores x racimo				1.000	0.6217 NS	0.4813 NS	0.6578 *	-0.0850 NS	0.7543 *	0.8285 **	0.0591 NS	0.8472 **
No. de cortes					1.000	0.2145 NS	0.8173 **	0.5622 NS	0.6682 *	0.6439 *	0.6172 NS	0.5870 NS
Diámetro de fruto						1.000	0.4831 NS	-0.1818 NS	0.5124 NS	0.6103 NS	0.0297 NS	0.6258 NS
frutos cosechados							1.000	0.5631 NS	0.8617 **	0.8776 **	0.6842 *	0.9688 **
Fruto no comercial								1.000	0.1405 NS	0.1393 NS	0.9688 **	0.0219 NS
Fruto comercial									1.000	0.9392 **	0.2497 NS	0.9369 **
Rendimiento total										1.000	0.3074 NS	0.9928 **
Rend. no comercial											1.000	0.1915 NS
Rend. comercial												1.000

NS = CORRELACION NO SIGNIFICATIVA AL NIVEL DE 0.05

* = CORRELACION SIGNIFICATIVA AL NIVEL DE 0.05

** = CORRELACION ALTAMENTE SIGNIFICATIVA AL NIVEL DE 0.01

V. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se derivan las siguientes conclusiones.

La mayor altura de planta se obtuvo con el tratamiento 5 (fuente 2, dosis baja), sin embargo, este incremento no se observó ninguna influencia sobre la floración y los parámetros de rendimiento.

Ninguno de los tratamientos contribuyó al incremento en longitud de entrenudos al final de la cosecha, pero sí en etapas tempranas de desarrollo de crecimiento, por lo que la aplicación del ácido giberélico está en función de la edad de la planta.

La floración se ve favorecida con la aplicación de giberelinas en un cincuenta por ciento, al incrementarse el número de racimos florales, lo que es determinante en el rendimiento de la planta, a pesar de no haber diferencia en el número de flores por racimo.

El rendimiento total de la planta de tomate se incrementa con la aplicación de ácido giberélico al aumentar el número de cortes.

Para el cultivar Flora-dade de tomate, no hay influencia de la aplicación de giberelinas en el tamaño de fruto.

El efecto de las giberelinas es directamente proporcional sobre el número de frutos cosechados y rendimiento, ya que en los tratamientos que presentaron el mayor número de frutos cosechados alcanzaron los mas altos rendimientos.

La mejor fuente de giberelinas es la 1, en aquellos parámetros en los que se encontró diferencia estadística para este factor. Las fuentes 2 y 3 mostraron se estadísticamente iguales pero inferiores a la primera.

El efecto de las giberelinas por la dosis de aplicación está en función de la fuente utilizada. La fuente tres mostró fitotoxicidad con las dosis empleadas en el presente trabajo, por lo que se debe emplear la dosis ideal para cada fuente, tomando también en cuenta la etapa fisiológica de la planta, así como las condiciones prevalecientes bajo las cuales se encuentre.

Los resultados obtenidos en el análisis de correlaciones , nos señalan una asociación del rendimiento comercial con la altura de planta de manera positiva significativa y, se correlaciona fuertemente con número de racimos y número de flores por racimo. El diámetro de fruto no se correlaciona con ningún parámetro

a excepción de la altura de planta, donde se encontró una relación positiva y significativa.

En general existe una tendencia a incrementar los frutos deformes al asperjar las plantas de tomate con giberelinas.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero en el período Agosto 1996 - Junio 1997, en la UAAAN con el propósito de evaluar tres fuentes de ácido giberélico (GA_3) en tres dosis de aplicación, así como estimar el grado de asociación entre algunas variables en el cultivo de tomate. Se realizaron pruebas de bioensayo utilizando el método de hipocotilos de lechuga para determinar las dosis de aplicación para cada fuente de GA_3 . se utilizó el diseño experimental completamente al azar con dos factores A X B, donde A = Dosis y B = Fuente, con seis repeticiones y un testigo absoluto. Para hacer la comparación de medias en los que se detecto significancia se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS). Se corrió un análisis de correlaciones simples fenotípicas para las variables evaluadas.

El cultivo de tomate responde a la aplicación de ácido giberélico incrementando la altura de planta, número de racimos florales, número de cortes, número total de frutos cosechados, frutos no comerciales y comerciales; así como también el rendimiento total, no comercial y comercial; mientras que para longitud de entrenudos y diámetros de fruto se observo lo contrario ya que el testigo obtuvo las medias mas altas para estos parámetros. Para la variable número de flores no se detecto efecto. La mejor fuente de giberelinas fue la 1 obteniendo con esta los mejores resultados en aquellos parámetros de rendimiento considerados como de mayor importancia. La dosis de aplicación está en función de la fuente utilizada. La fuente 3 mostro efectos fitotóxicos con las dosis empleadas en esta investigación.

En general las dosis mas bajas y la intermedia de cada fuente mostrarón ser las mas adecuadas.

El análisis de correlación mostró que el rendimiento comercial se correlaciona con la altura de planta positiva y significativamente mientras que con el número de racimos y con el número de flores por racimo se asocia fuertemente. El diámetro de fruto no se correlacionó con ningún parámetro, excepto con la altura de planta.

VII. LITERATURA CITADA.

Arteca, R. N. 1982. Effect of root applications of kinetin and gibbellic acid on transplanting shock in tomato plants. In: "Hortscience" 17 (4):633-634.

- Bidwell, R; G. S. 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor, México, D. F. Primera edición en español.
- Bugbee, B. and White, J.W. 1984. Tomato growth as affected by root-zone temperature and the addition of gibberellic acid and kinetin to nutrient solutions. In: "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 109 (1): 121-125.
- Chandra, K; N.S. and Sawhney, V.K. 1989. Regulation of the fusion of floral organs by temperature and gibberellic acid in the normal and solanifolia mutant of tomato (*Lycopersicum sculentum*) In: "Canadian Journal Botanic" 68:713-718.
- Crozier, A. and Reid, D.M. 1970. Do roots synthesize gibberellins. In: "Canadian Journal Botanic" 49:967-975.
- Daniel, W.W. 1987. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Primera edición al español. Editorial Limusa. México, D.F. pág. 439-447.
- Frost, D. J. and Kretchman, D.W. 1987. Use of growth retardant to improve ripening uniformity and yield of processing tomatoes. In: "Hortscience" 22 (5): 422-423.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, UNAM, Instituto de Geografía, México.
- Gonzales, B; R.J. 1986. Efecto de bioreguladores y polinización en manzano cultivar "Red delicious" . Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Iñiguez, J. 1983. Efecto de Biorreguladores en el cuajado de fruto en cerezo dulce (*Prunus avium* L.) Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Jones, M. G. 1987. Gibberellins and the procera mutant of tomato. In: "Planta" 172: 280-284.

- Jupe, S.C.; Causton, D.R, and Scott, I.M. 1988. Cellular basis of the effects of gibberellins and the progene on stem growth in tomato. In: "Planta" 174:106-111.
- Kinet, J.M.; Hurdebise, D.; Parmentier A. and Stainier, R. 1978. Promotion of inflorescence development by growth substance treatments to tomato plants growth in insufficient light conditions. In: " J. Amer. Soc. Hort. Sci." 103 (6):724-729.
- Koshioka, M.; Nishijima, T.; Yamazaki, H.; Liu, Y.; Nonaka, M.; and Mander L.N. 1994. Analysis of gibberellins in growing fruits of *Lycopersicum esculentum* after pollination or treatment with 4-Chlorophenoxyacetic acid. In "Journal of Horticultural Science". 69(1) 171-179.
- Luckwill, L. C. 1976. Growth regulation in top fruit. England, catalogo.
- Mendoza, H; J.M. 1983. Diagnóstico climatérico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Agrometereología.
- Redondo, J. E. 1991. Importancia de las hortalizas en México. Taller regional Centroamericano y consulta sobre planificación de investigación hortícola. Editado por Instituto Interamericano de cooperación para la gricultura (IICA). San Jose Costa Rica. Pág. 113-126.
- Reyes, C.P. 1983. Bioestadística aplicada: Agronomía, Biología, Química. Primera edición, Editorial Sagitario, S.A. México, D.F. Pág. 163-165.
- Salisbury, F. 1994. Fisiología Vegetal. Primera edición. Editorial Limusa, México, D.F.
- Sawhney, V.K. and Greyson, R.I. 1971. Induction of multilocular ovary in tomato by gibberellic acid. In: "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 96 (2): 196-198.
- Sehwabe and Mills. 1981. Hormones and parthenocarpic fruit set. Horticultural, abstracts. 51 (10):661-684.

- Ueda, J.; Tanaka, K.; and Kato J. 1986. Plant growth regulators in *Cucumis melo* L. Variedad flexuosus naud fruit during rapid growth. In: "Plant cell physiological".27 (5):809-818.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. Sexta reimpresión. Editorial Limusa. México D. F.
- Wien, H. C. and Turner, A.D. 1994. Severity of tomato blossom-end scarring is determined by plant age at induction. In: "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 119 (1): 32-35.
- Wien, H. C. and Turner, A. D. 1994, Screening fresh-market tomatoes for susceptibility to catfacing with GA3 foliar sprays, In " Hortscience" 29 (1):36-37.
- Wien, H. C. and Zhany, Y. 1991. Gibberellic acid foliar aprays show promise as screening fool for tomato fruit catfacing. In: "Hortscience" 26 (59): 583-585.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Prentice-Holl, New Jersey, E.U.A. pág 306-308.

VIII. APENDICE.

Cuadro A.1 Cuadrados medios (CM) y por ciento de Coeficiente de variación (C.V.) de las variables de evaluadas, por la apicación de GA₃ sobre el cultivo de tomate cultivar Flora-dade. UAAAN, 1997.

FV	gl	CM ₍₁₎	CM ₍₂₎	CM ₍₃₎
DOSIS	3	2008.91 NS	10.8404 **	1419.08 NS
FUENTES	2	1643.50 NS	0.4570 NS	5391.34 **
INTERACCION	6	3428.16 *	2.3003 NS	1282.86 NS
ERROR	60	1364.88	1.9459	1044.69
C.V. (%)		18.32	16.65	46.8

1. Altura de planta.
2. Longitud de entrenudos.
3. Número de racimos florales.

Cuadro A.2 Cuadrados medios (CM) y por ciento de Coeficiente de variación (C.V.) de las variables de evaluadas, por la apicación de GA₃ sobre el cultivo de tomate cultivar Flora-dade. UAAAN, 1997.

FV	gl	CM ₍₄₎	CM ₍₅₎	CM ₍₆₎
DOSIS	3	0.193766 NS	9.7037 **	2.1098 **
FUENTES	2	0.362122 NS	15.6806 **	0.3444 NS
INTERACCION	6	0.119303 NS	3.4396 *	0.7255 *
ERROR	60	0.266085	0.8222	0.2755
C.V. (%)		13.64	10.33	11.64

4. Número de flores por racimo.
5. Numero de cortes.
6. Diámetro de fruto.

Cuadro A.3 Cuadrados medios (CM) y por ciento de Coeficiente de variación (C.V.) de las variables de evaluadas. por la apicación de GA₃ sobre el cultivo de tomate cultivar Flora-dade. UAAAN, 1997.

FV	gl	CM ₍₇₎	CM ₍₈₎	CM ₍₉₎
DOSIS	3	1273.23 **	355.79 **	828.94 **
FUENTE	2	720.72 **	18.09 NS	516.51 **
INTERACCION	6	392.33 **	203.70 **	333.12 **
ERROR	60	26.08	20.71	26.87
C.V. (%)		12.61	35.05	18.65

7. Número total de frutos cosechados.

8. Frutos de diámetro no comercial.

9. Frutos de diámetro comercial.

Cuadro A.4 Cuadrados medios (CM) y por ciento de Coeficiente de variación (C.V.) de las variables de evaluadas. por la apicación de GA₃ sobre el cultivo de tomate cultivar Flora-dade. UAAAN, 1997.

FV	gl	CM ₍₁₀₎	CM ₍₁₁₎	CM ₍₁₂₎
DOSIS	3	6775125.50 **	119710.83 **	6081365.50 **
FUENTE	2	4568576.00 **	22504.00 **	4215856.00 **
INTERACCION	6	2385098.75 **	56490.00 **	2521829.25 **
ERROR	60	284243.18	5849.29	309627.71
C.V. (%)		23.99	32.11	28.06

10. Rendimiento total.

11. Rendimiento no comercial.

12. Rendimiento comercial.

Cuadro A.5. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, en tres muestreos para altura de planta (cm). UAAAN, 1997.

Fuente	Dosis	Tratamientos	Altura (cm) 1er. Muestreo	Altura (cm) 2do. Muestreo	Altura (cm) 3er. Muestreo
--	--	Testigo	32.83	69.16	202.00
1	Baja	T2	33.83	80.66	194.20
	Media	T3	32.16	81.00	222.20
	Alta	T4	31.66	84.66	226.40
2	Baja	T5	33.25	78.66	240.60
	Media	T6	32.25	77.00	206.00
	Alta	T7	37.66	83.33	154.20
3	Baja	T8	35.75	85.50	211.80
	Media	T9	36.08	88.00	177.80
	Alta	T10	32.58	89.16	181.00

Cuadro A.6. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, en dos muestreos para longitud de entrenudos (cm). UAAAN, 1997

Fuente	Dosis	Tratamiento	Longitud entre nudos (cm) 1er. muestreo	Longitud entre nudos (cm) 2do. muestreo
--	--	Testigo	4.10	9.60
1	Baja	T2	4.91	7.86
	Media	T3	5.28	9.10
	Alta	T4	5.12	7.62
2	Baja	T5	5.68	7.68
	Media	T6	5.64	8.08
	Alta	T7	5.89	8.00
3	Baja	T8	5.12	8.92
	Media	T9	5.49	7.22
	Alta	T10	5.45	7.26

Cuadro A.7. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, en cinco muestreos para número de racimos florales. UAAAN, 1997.

Fuente	Dosis	Tratamiento	Número de racimos por muestreo.				
			1	2	3	4	5
--	--	Testigo	2.50	3.33	6.80	9.00	67.33
1	Baja	T2	2.33	3.66	7.00	8.66	92.50
	Media	T3	1.83	2.66	6.50	9.50	101.33
	Alta	T4	2.16	2.83	4.66	7.66	84.33
2	Baja	T5	2.50	3.83	5.16	8.16	74.50
	Media	T6	2.16	3.16	5.33	8.50	68.83
	Alta	T7	4.16	4.66	7.33	9.83	30.33
3	Baja	T8	3.33	3.50	8.33	11.00	65.33
	Media	T9	3.33	4.00	7.16	8.83	52.50
	Alta	T10	3.16	3.16	5.83	8.66	57.33

Cuadro A.8. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, en cinco muestreos para número de flores por racimo. UAAAN, 1997.

Fuente	Dosis	Tratamiento	Número de flores por muestreo				
			1	2	3	4	5
--	--	Testigo	3.00	4.16	4.31	4.19	3.78
1	Baja	T2	2.83	4.58	3.82	4.21	3.98
	Media	T3	2.83	3.54	4.31	3.90	3.83
	Alta	T4	2.75	4.66	3.97	4.35	3.90
2	Baja	T5	3.30	4.66	3.85	4.02	4.00
	Media	T6	2.75	3.77	3.76	4.14	3.71
	Alta	T7	3.95	5.35	3.90	3.97	3.46
3	Baja	T8	3.70	5.17	3.81	4.15	3.65
	Media	T9	3.74	5.00	3.97	4.12	3.70
	Alta	T10	3.86	5.30	3.91	4.06	3.61

Cuadro A.9. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, para número de cortes y diámetro de fruto (cm). UAAAN, 1997.

Fuente	Dossi	Tratamiento	Número de cortes	Diámetro de fruto (cm)
--	--	Testigo	8.83	4.93
1	Baja	T2	11.50	4.36
	Media	T3	9.66	4.55
	Alta	T4	8.83	4.35
2	Baja	T5	8.33	4.65
	Media	T6	8.50	4.48
	Alta	T7	7.83	3.43
3	Baja	T8	9.33	4.71
	Madia	T9	7.66	4.21
	Alta	T10	7.16	4.55

Cuadro A.10. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, para número total de cosechados, fruto no comercial y comercial. UAAAN, 1997.

Fuente	Dosis	Tratamiento	Cosecha total	Fruto no comercial	Fruto comercial
--	--	Testigo	39	7.33	31.66
1	Baja	T2	58.33	24.16	34.16
	Madia	T3	55.16	12.16	43.00
	Alta	T4	34.66	11.33	23.33
2	Baja	T5	38.50	7.00	31.50
	Media	T6	50.50	19.83	32.33
	Alta	T7	23.16	14.00	9.16
3	Baja	T8	48.66	21.33	27.33
	Media	T9	29.66	14.00	15.66
	Alta	T10	30.16	10.00	20.16

Cuadro A.11. Respuesta de la planta de tomate cultivar Flora-dade a la aplicación de GA₃, para rendimiento total, no comercial comercial, en gramos. UAAAN, 1997.

Fuente	Dosis	Tratamiento	Rendimiento total (gr)	Rendimiento no comercial (gr)	Rendimiento comercial (gr)
--	--	Testigo	2413.83	145.41	2268.33
1	Baja	T2	2860.50	442.05	2418.50
	Media	T3	3975.00	249.83	3725.16
	Alta	T4	1647.33	202.85	1444.50
2	Baja	T5	2412.58	128.86	2283.66
	Media	T6	2443.33	353.51	2089.51
	Alta	T7	686.30	184.95	501.33
3	Baja	T8	2290.16	396.83	1893.33
	Media	T9	1492.01	261.05	1231.00
	Alta	T10	1603.53	201.05	2418.50