

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC**  
**DEPOSITO LEGAL**  
**PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

EFFECTO DE LA APLICACION DE TRES DOSIS DE ACIDO GIBERELICO EN  
TRES EPOCAS SOBRE PLANTAS DE TOMATE (LYCOPERSICUM ESCULENTUM)  
AFECTADA POR EL VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (VMT)

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

Por

NEFTALI HUMBERTO CORONADO KISH

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, junio de 1986

D.L.  
01  
T(841)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Oscar R. Leiva Ruano
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL CUARTO:	P. A. Angel Leopoldo Jordán
VOCAL QUINTO:	P. A. Axel Gómez Chavarrí
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Heber Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Guillermo Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda

Guatemala,  
junio de 1986.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

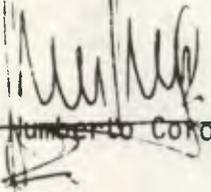
En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EFECTO DE LA APLICACION DE TRES DOSIS DE ACIDO GIBERELICO EN  
TRES EPOCAS SOBRE PLANTAS DE TOMATE (Lycopersicum esculentum)  
AFECTADA POR EL VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (VMT)

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo.

Atentamente,

  
Neftali Humberto Coronado Kish



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

5 de junio de 1986.

Señor Decano  
Ing. Agr. César Castañeda  
Facultad de Agronomía  
Edificio

Señor Decano:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que por designación de esa Decanatura, se procedió a asesorar la tesis del estudiante Neftali Humberto Coronado Kish, sobre el tema "EFECTO DE LA APLICACION DE TRES DOSIS DE ACIDO GIBBERELICO EN TRES EPOCAS SOBRE PLANTAS DE TOMATE (Lycopersicon esculentum) AFECTADAS POR EL VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (WMT)".

Me es grato informarle que dicha investigación llena todos los requisitos legales, ya que fue sometida según las normas de la Facultad de Agronomía, a los seminarios I y II incorporándosele las sugerencias emanadas de los examinadores, por lo que me permito sugerirle su aprobación final previo a la presentación del Examen General Público.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

  
Ing. Agr. Carlos Fernández

CF/eov.

## TESIS QUE DEDICO

A:

El Municipio de Amatitlán

La Facultad de Agronomía

A la Dirección General de Servicios Agrícolas - DIGESA  
Ministerio de Agricultura

Mi Asesor de tesis

## ACTO QUE DEDICO

A:  
Dios

A MIS PADRES:  
Neftali Coronado Andrade  
Margoth Kish de Coronado

A MIS HERMANOS:  
Marco Antonio Coronado Kish  
Nancy Elizabeth Coronado de Mackenzie

A MI ESPOSA:  
Alma Haydee Benavente de Coronado

A MIS HIJOS:  
Carlos Humberto Coronado Benavente  
Mario Roberto Coronado Benavente

A MIS PADRINOS:  
Carlos Campos  
Helena Kish de Campos

A MIS SUEGROS:  
Jorge Benavente  
Alma Ruby Turcios de Turmail

A:  
Mis abuelos que en paz descansan

A:  
Mis tíos y primos

A:  
Mis amigos

## AGRADECIMIENTO

- \* Al Ing. Agr. Carlos Fernández, por su valiosa orientación en la realización de este trabajo.
- \* Al P. A. Alejandro Leiva, quien me brindara su colaboración y consejos en la elaboración del documento escrito.
- \* Al Profesor Otto René Vargas Lorenzana, por su valiosa colaboración en la recolección de datos de campo.
- \* A Srita Silvert Pimentel, por su valiosa colaboración en la realización del trabajo mecanográfico.
- \* A mi prima Lucrecia Cortéz K, por haber colaborado con la realización de este trabajo en el procesamiento de datos.
- \* Al Profesor Alberto Azmitia, por su colaboración en la adquisición de literatura.
- \* Al Ing. Agr. Luis Reyes quien me brindara su colaboración en la interpretación de datos.
- \* Al personal de campo del proyecto de Conservación de suelos, cuenca Michatoya, DIGESA-Amatitlán que colaboraron en la realización de los trabajos de campo.
- \* A todas las personas que en una u otra forma me brindaron su ayuda y que hicieron posible la culminación de esta tesis.

## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	3
2. JUSTIFICACION	5
3. OBJETIVOS	6
4. HIPOTESIS	7
5. REVISION BIBLIOGRAFICA	8
5.1 DESCRIPCION BOTANICA	8
5.2 ECOLOGIA	9
5.3 ENFERMEDADES	10
5.4 CRECIMIENTO	10
5.5 DESARROLLO	10
5.6 NATURALEZA DE LOS VIRUS	10
5.7 TRANSMISION	11
5.8 SINTOMATOLOGIA CAUSADA POR LOS VIRUS	12
5.9 PROCESO INFECTIVO DEL VIRUS	13
5.10 QUIMIOTERAPIA	14
5.11 REGULADORES DEL CRECIMIENTO	15
5.11.1 AUXINAS	15
5.11.2 CITOCININAS	16
5.11.3 INHIBIDORES	16
5.11.4 GIBERELINAS	17
5.12 USOS AGRICOLAS	18

	<b>Pág .</b>
6. MATERIALES Y METODOS	22
6.1 LOCALIZACION	22
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	22
6.2.1 VARIEDAD DE TOMATE	22
6.2.2 PRODUCTO HORMONAL	22
6.2.3 JUGO CELULAR	22
6.2.4 ABRASIVO	22
6.2.5 EQUIPO	24
6.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	24
6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION	29
8. CONCLUSIONES	50
9. RECOMENDACIONES	52
10. BIBLIOGRAFIA	53

## RESUMEN

En el departamento de Guatemala, importante región productora de tomate, el control de la enfermedad provocada por el virus del mosaico del tabaco en este cultivo es uno de los principales problemas que se afronta, la que, los efectos negativos del virus se manifiesta sobre el crecimiento y rendimiento de frutos.

Por otra parte, algunas tentativas de control para otros virus y otros cultivos se han ideado y basado en la prevención de la infección por eliminación de la fuente de inóculo, también por prevención de la diseminación del virus y creando variedades resistentes o inmunes y por último algunos estudios experimentales y resultados de investigaciones han recomendado el empleo de substancias reguladores del crecimiento. Dentro de los reguladores del crecimiento se escogió el ácido giberélico como alternativa de control del virus del mosaico del tabaco, por ser la substancia con la que más se ha trabajado en este caso.

Basados en lo anterior y pensando en contrar una solución al problema planteado, se realizó en terrenos ubicados en el valle de la Cuenca del Rfo Michatoya, Aldea el Rincón, municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, el estudio del efecto de tres dosis de ácido giberélico (50, 100 y 150 ppm\*) y tres épocas de aplicación (20, 40 y 60 DDT\*\*). Esto comprendió las combinaciones de dosis - época en un total de 11 tratamientos inclusive testigos viral y absoluto, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; siendo las variables que se estudiaron: - Altura de plantas, rendimiento de frutos maduros comerciales y peso seco de plantas.

Para el efecto se plantearon los objetivos siguientes: Determinar la dosis económica de ácido giberélico que mejor efecto produjera sobre el virus del mosaico del tabaco (VMT) en tomate y determinar la época adecuada de aplicación de ácido giberélico que mejor produjera sobre el virus del mosaico del tabaco (VMT) en tomate.

De acuerdo con las variables estudiadas los resultados obtenidos en el estudio revelaron que los efectos negativos sobre el crecimiento y rendimiento provocados por el virus del mosaico del tabaco (VMT) en tomate, variaron significativamente de acuerdo con la época de aplicación de ácido giberélico; lo contrario sucedió con las diferentes dosis de ácido giberélico aplicadas ya que no presentaron diferencia significativa.

En otro orden de ideas, el análisis económico permitió determinar - que la dosis de 50 ppm de ácido giberélico aplicada a los 40 días después del trasplante fue el tratamiento más económico que representó mayor relación beneficio y costo.

\* pastes por millón

\*\* días después del trasplante.

## 1. INTRODUCCION

En Guatemala el cultivo de tomate es de gran importancia económica. La producción ha ido en aumento y en la actualidad se cultiva en gran escala en las regiones del departamento de Zacapa, El Progreso, Jutiapa, Jalapa, Baja Verapaz y Guatemala. En 1981 se sembraron 3331.46 Has de terreno habiéndose producido 3,605,072.50 cajas de 22.7 kg de peso neto de tomate. Una parte de la producción la absorbió la industria de enlatado y lo demás se utilizó para llenar los requerimientos del consumo nacional y exportación a países del área Centroamericana (3).

En la producción participa un grueso número de agricultores que obtienen del tomate su sustento diario y que por lo delicado que resulta su cultivo debido a los múltiples problemas que lo afectan tienen que recurrir constantemente a mejorar la tecnología con el objeto de reducir los daños e incrementar los rendimientos.

En el departamento de Guatemala, importante región productora, la incidencia de enfermedades y específicamente el virus del mosaico del tabaco (VMT) es el principal problema que se afronta y que frecuentemente produce decensos de los rendimientos.

Concretamente el control de los efectos negativos sobre el crecimiento y por lo tanto de los rendimientos provocados por el virus del mosaico del tabaco (VMT) es el principal tropiezo no sólo por la falta de conocimiento sobre la etiología sino también por la carencia de métodos efectivos de control.

El virus se manifiesta en cualquier fase del desarrollo de la planta, ya sea desde su germinación o durante el resto del ciclo del cultivo. Generalmente cuando una planta ha sido infectada por virus no ha habido forma económica de curarla, es decir, métodos prácticos de control.

Algunas tentativas de control para otros virus y otros cultivos se han ideado y basado en la prevención de la infección por eliminación de la fuente de inóculo, también por prevención de la diseminación del vi-

rus y creando variedades resistentes o inmunes a ese microorganismo y - por último algunos estudios experimentales y resultados de investigaciones han recomendado el empleo de sustancias del crecimiento.

Cuando un cultivo ya manifiesta la presencia del virus ha resultado inútil su control precisamente por la falta de métodos "Curativos" y en este último aspecto es donde los reguladores de crecimiento representan una buena alternativa.

Dentro de los reguladores del crecimiento, es el ácido giberélico - con el que más se ha trabajado fuera de nuestro medio para el control de los efectos negativos de crecimiento provocados por el virus del mosaico del tabaco en cultivo de tomate. Finalmente se agrega que, debido a que en nuestro medio no se ha estudiado lo suficiente sobre el uso de reguladores de crecimiento específicamente en cuanto a las dosis y épocas apropiadas de aplicación se refiere, se planeo un experimento considerando - esos dos aspectos y cuyos resultados se plantean en esta tesis.

## 2. JUSTIFICACION

Considerando que el cultivo de tomate tiene importancia económica para un buen número de agricultores, y que con frecuencia los rendimientos se ven afectados negativamente por la alta susceptibilidad de éste a numerosas enfermedades, siendo una de las más importantes, las de etiología viral. Se planteó llevar a cabo este estudio ya que la aplicación de reguladores del crecimiento, en este caso, el ácido giberélico, representó una buena alternativa como un método de control sobre la virosis en el cultivo de tomate y que por lo tanto pudo permitir mejorar la productividad del cultivo en experimento.

### 3. OBJETIVOS

Determinar la dosis económica de ácido giberélico que mejor efecto produzca sobre plantas de tomate afectadas por el virus del mosaico de tabaco (VMT).

Determinar la época adecuada de aplicación de ácido giberélico que mejor efecto produzca sobre la planta de tomate afectadas por el virus del mosaico de tabaco (VMT).

#### 4. HIPOTESIS

- La aplicación de diferentes dosis de ácido giberélico reduce significativamente los efectos negativos de crecimiento provocados por el virus del mosaico del tabaco (VMT) en plantas de tomate, y por consecuencia incrementa los rendimientos.
- Los efectos negativos sobre el crecimiento y rendimiento provocados por el virus del mosaico del tabaco (VMT) en plantas de tomate varía significativamente de acuerdo con la época de aplicación del ácido giberélico.

## 5. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 5.1 DESCRIPCION BOTANICA

El tomate (Lycopersicum esculentum) pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta que se cultiva como anual, de tallo herbáceo y ramificado; según la variedad puede alcanzar alturas de 80 a 250 cms. Las hojas son alternas y alargadas, compuestas, con bordes dentados; se cultiva por sus frutos, los cuales pueden ser redondos o alargados de acuerdo con la variedad, por lo que ha dado en llamársele tipo manzano y tipo ciruela, respectivamente (4).

Las inflorescencias pueden ser en racimos simples que se presentan con más frecuencia en las partes bajas, y bifurcadas o ramificadas en las partes superiores (1).

La semilla es pequeña (300 semillas/gramo), velluda y de germinación superficial. Después de haber desarrollado dos cotiledones ovoides foliáceos, la joven planta produce de 7 a 14 hojas compuestas, cada vez con más foliolos antes de desarrollar su primer inflorescencia. A continuación se encuentran generalmente después de la producción de la primera inflorescencia no más que una o dos hojas entre aquellas, y el tallo acaba con una inflorescencia terminal en la axila de la hoja (7).

El tallo es herbáceo y rastrero por naturaleza si no posee ningún sostén; los tallos, las hojas y los frutos jóvenes están recubiertos por dos clases de pelos: pelos simples y pelos glandulares coronados por cuatro células que contienen aceites volátiles. Los órganos verdes (tallos, hojas y frutos inmaduros) contienen un alcaloide que posee un núcleo de esterol, la tomatina (7).

La flor de corola amarilla contiene un ovario que permite adivinar la forma del fruto el cual está coronado por un estilete rodeado por los estambres automáticamente el estilete, que normalmente no sobresale del cono estaminal. El tomate está pues considerado como autógeno, no obstante se observa en regiones tropicales un 5 a 10% de fecundación cruce-

da, realizada por himenópteros que pueden entrar en las flores. La flo- rescencia se realiza de 50 a 65 días después del semillero (7).

Entre la floración y el maduramiento comercial del correspondiente fruto transcurren de 45 a 55 días y en consecuencia de 90 a 120 días des- de el semillero hasta la primera cosecha.

Según la variedad se observan numerosas variaciones en la forma de frutos; pueden ser aplanados o redondos, alargados o piriformes. Al sec cionarlos transversalmente se observa que son pluriloculares o con celdi- llas irregulares, pudiéndose presentar algunos biloculares dependiendo - de la posición de la inflorescencia. En algunas variedades el fruto pro ducido por la primera flor del acecillo presenta más lóculos que los de- más.

El color de los tomates clásicos se debe a los pigmentos contenidos en la carne del fruto, carotenoides de los cuales los más abundantes son el Lycopeno y Beta caroteno (7). Desde el punto de vista alimenticio el tomate es considerado como activador de la secreción gástrica; su aroma estimula el apetito, aumenta la secreción de la saliva y hace más agrada- bles los alimentos insípidos de elevado valor nutritivo. Es rico en ami- noácidos y ácidos orgánicos; contiene importante cantidad de vitamina C y en menor cantidad E y D.

En los Estados Unidos se le da a los lactantes como integrador nutri- tivo, y es considerado por muchos, superior al jugo de naranja (1).

## 5.2 ECOLOGIA

Es una planta de origen tropical, precisa temperaturas sensiblemente altas para asegurar el ciclo total de su vegetación y llegar a madurar - completamente (1).

El tomate es una planta que requiere suelos ricos en nutrientes, - días soleados, temperaturas medianas pero uniformes; así como suelos con suficiente humedad. Especialmente exigente en nitrógeno y potasio, agra decida por suelos ricos en materia orgánica (9).

### 5.3 ENFERMEDADES

Los daños causados en el cultivo del tomate pueden ser ocasionados por causas meteóricas, fisiológicas y parasitarias. En cualquiera de esos casos, los perjuicios atañe a la cantidad de producción y calidad del producto (1).

Casi todas las enfermedades vegetales son infecciosas; la mayoría de los patógenos de las plantas son hongos, bacterias, virus, nemátodos o fanerógamas parasíticas. En última instancia el control de las enfermedades depende del conocimiento del ciclo de vida del patógeno y su comportamiento en la naturaleza (15).

### 5.4 CRECIMIENTO

Es el aumento en la planta, y por tanto es un fenómeno cuantitativo susceptible de medirse, expresándolo como aumento de longitud y diámetro del cuerpo del vegetal y aumento en peso fresco o seco (11).

### 5.5 DESARROLLO

Paralelamente al aumento en tamaño las células sufren modificaciones en la estructura de su protoplasma, en el que aparecen organillos especializados en funciones determinadas y al fin toda célula aparece con una serie de estructuras cuya forma está en relación a su función.

Como un efecto, la planta va desarrollando tejidos y órganos, y por consecuencia su metabolismo general se modifica (madura); estos cambios son cualitativos y por tanto no pueden ser medidos (11).

### 5.6 NATURALEZA DE LOS VIRUS

Los virus son entes infecciosos, submicroscópicos y compuestos de una o varias moléculas de ácido nucléico. La mayoría de los virus que afectan las plantas consisten de ácido ribonucleico (ARN), mientras que la mayoría que afecta a los animales consisten de ácido desoxirribonucleico (ADN).

Cleotilde Jauch (5), nos dice que el virus del mosaico del tabaco - está constituido por ARN en su parte interna y se halla recubierto de - proteína, que constituye la envoltura exterior o estuche.

El ácido nucléico está dispuesto en forma de espiral hueca en su interior, de modo que se le puede comparar con una manguera.

Los virus se multiplican solamente dentro de células vivas. El ácido nucléico viral contiene toda la información genética necesaria para - organizar su propia multiplicación, pero dependerá por entero de compo- nentes aportados por la célula (2).

Todos los virus de plantas estudiados en detalle, poseen las caracte- rísticas siguientes:

- Sus partículas son núcleo-proteínas, es decir, están constituidas - por proteínas y ácido nucléico.
- Contiene un sólo ácido nucléico (ARN).
- La multiplicación está bajo el control del material genético ARN que es la porción infecciosa de la partícula del virus.
- El ARN y las sub-unidades de proteína se forman separadamente en la célula y se combinan para formar una partícula intacta de virus.
- Los virus no poseen sistemas enzimáticos (15).

#### 5.7 TRANSMISION

La capacidad de transmisión, características de todos los agentes - infecciosos, reviste gran importancia con los virus. Los medios de transmisión de un virus determina su capacidad de diseminación y por ende los posibles medios de combate; también constituye uno de los principales cri- terios para su identificación (2).

Los virus fitopatógenos se transmiten de una planta a otra por vía vegetativa: semillas, pólen; por vía mecánica en caso de jugo celular o injerto; y también por insectos, nemátodos y hongos (5).

Sarasola y Sarasola (13), afirma que el virus del mosaico del taba-

co se transmite por inoculación del jugo celular y por injerto; es extremadamente infeccioso y resulta suficiente para producir infección la ruptura de un pelo de hoja con un instrumento contaminado.

Sarasola y Sarasola (13) continúan diciendo que debido a la resistencia al desecamiento y a la alta inactividad termal el virus del mosaico - del tabaco permanece viable en cigarrillos y tabaco para pipa. El obrero fumador contamina fácilmente con sus manos las plantas sanas en las labores culturales, al tocar primero las plantas enfermas.

Entre los insectos vectores de virus más importantes son los que pertenecen al orden de los Homópteros como áfidos (familia Aphididae) que se ha demostrado son transmisores de más de 170 virus. Otro grupo de virus (cerca de 100) son transmitidos por cigarritas (familia Cicadellidae y - Delphacidae); un grupo menos numeroso pero importante, son transmitidos por crisomélidos (orden colcópteros, familia Chrysomelidae) y por mosca blanca (orden Homóptera, familia aleyrodidae). Unos pocos virus son transmitidos por nemátodos de los géneros Xiphinema, Longidorus y Trichodorus - (2).

#### 5.8 SINTOMATOLOGIA CAUSADA POR LOS VIRUS

Dependiendo de la relación virus hospedante y otros factores como el ambiente y estado fisiológico de la planta, los síntomas de las enfermedades virales son progresivos y pueden variar; en general causan cambios de color forma y tamaño de las plantas, debilitamiento y reducción de la capacidad productiva. Entre los síntomas, el más común en el follaje es el mosaico que consiste en áreas amarillas o verde—claro, alternando - con áreas verde-oscuro en la lámina de la hoja; ésto es debido a la inhibición de la formación de cloroplastos; a menudo esta condición va precedida por aclaramiento de venas secundarias de hojas jóvenes. Otros efectos comunes en la lámina es la deformación, encrespamiento y epinastía que en la planta pueden ocasionar enanismo, proliferación de ramas, - disminución de yemas florales y caída prematura de frutos (2).

Por otro lado, Sarasola (13), profundiza aún más especificando so-

bre los síntomas del virus del mosaico del tabaco, en el cultivo de tabaco diciendo que: Los primeros síntomas de la infección sistémica consisten en una clarificación de las nervaduras de las hojas nuevas, seguida de un moteado y de distorciones. Las hojas nuevas tienen los bordes doblados hacia arriba alrededor de la lámina, luego se producen ampollas de tejido verde distribuidas irregularmente sobre un fondo de un verde más pálido. Al final la lámina presenta un moteado constituido por parches de color verde oscuro y verde claro, es un típico mosaico.

#### 5.9 PROCESO INFECTIVO DEL VIRUS

Los virus no disponen de medios para penetrar por si solos en la célula de manera que deben ser introducidos a través de heridas por agentes extraños (2).

Al penetrar el virus en la planta, se despeja de la protefna y es capaz de formar nuevamente su cápsula en el interior de la célula en la cual penetró (5).

Después de realizarse la infección, los virus se diseminan pronto a todas las partes de la planta y la infección se torna sistemática, tal es el caso del virus de tipo mosaico que pertenece al grupo de distribución general, que pueden iniciar la infección con solo lograr acceso a las células de la epidermis; de éste pasa al mesófilo de la hoja; una vez que alcanza las ramificaciones del floema son transportados rápidamente a otras partes de la planta, principalmente a los órganos en desarrollo que están utilizando gran parte de nutrientes transportados por el floema (2).

Cuando el virus fitopatógeno, cuya transmisión natural se hace por el jugo celular, se pone en contacto con el hospedante, se produce rápidamente su absorción. Si se coloca por ejemplo jugo celular infectado sobre una hoja en la que se hirió ligeramente la epidermis con el abrasivo carborundun el virus penetra enseguida. Se comprobó que aunque se lave pronto la hoja, la infección ya ha ocurrido (5).

Las características de los virus son que rara vez es posible impedir la penetración con productos químicos y la infección se torna sistémica o irreversible, habiendo una relación tan íntima entre los virus y las células del hospedante que resulta imposible destruir los primeros sin destruir los segundos (2).

En el ensayo de Samuel (1934) citado por Jauch C. (5), explica que una planta de tomate infectada con virus del mosaico del tabaco (VMT) después de 25 días, éste es trasladado a todas las partes de la planta.

#### 5.10 QUIMIOTERAPIA

Se entiende por quimioterapia el control de enfermedades por medio de sustancias químicas que actúan en el interior de la planta. Este principio puede utilizarse para proteger las plantas de la invasión de patógenos, o para tratar las infecciones establecidas. En esencia, la quimioterapia es un principio para el control de enfermedades de la planta que ofrece grandes promesas para el futuro. Desde 1940 los resultados alentadores de numerosos experimentos para controlar enfermedades originadas por hongos, bacterias y virus señalan las posibilidades de este método (15).

Los agentes químicos pueden actuar internamente en las plantas en varias formas:

- Directo sobre el patógeno
- Por efectos indirectos
- O por una combinación de estos mecanismos

Los métodos indirectos de la quimioterapia consisten en aumentar la resistencia del huésped o cambiar su metabolismo, para que deje de ser un substrato para el patógeno. Algunos reguladores del crecimiento parecen actuar de esta manera. Así, un método terapéutico sería el empleo de compuestos que producen cambios en las plantas susceptibles, de manera que éstas sean análogas a las plantas que tienen resistencia genética a las enfermedades, donde la resistencia se debe a una sustancia química (15).

## 5.11 REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas, algunas de las cuales pueden producir provechos para el hombre (16).

Al respecto, tanto los estudios experimentales, como los resultados de investigaciones básicas, han recomendado el empleo de sustancias sin téticas de crecimiento en la agricultura (16).

En la actualidad, los reguladores del crecimiento de las plantas se utilizan ampliamente en el control de malas hierbas, desarrollo de frutos, defoliación, propagación y control del tamaño, a la vez que pueden utilizarse reguladores de crecimiento a fin de incrementar la resistencia de las plantas a algunas enfermedades de etiología viral, m cótica y a ciertos desórdenes fisiológicos (16).

En la actualidad se conocen cuatro tipos generales de hormonas de las plantas: Auxinas, citocininas, Inhibidores y Giberelinas (16).

### 5.11.1 AUXINAS

En un término genético que se aplica al grupo de los compuestos caracterizados por su capacidad de inducir la extensión de las células de los brotes (16).

Las auxinas provocan el crecimiento por elongación de las células. Al ácido Indolil-3 Acético (IAA) se le considera el representante de este grupo. El punto de vista de Rodas, R.M. (6), es que, las auxinas intervienen dentro del metabolismo de las plantas en muchos aspectos, siendo los más importantes:

1. Alargamiento celular:
  - a. Aumento de solutos osmóticamente activos.

- b. Incremento de la permeabilidad de la membrana celular.
  - c. Aumento de síntesis de la pared.
  - d. Reducción de la presión de la pared.
  - e. Inducción de síntesis de ARN.
2. Formación de callo.
  3. Desarrollo de fruto.
  4. Abscisión.
  5. Respiración.

#### 5.11.2 CITOCININA

Son sustancias del crecimiento de las plantas, que provocan división celular (16).

La citocinina o citoquinina es una 6-furfurilaminopurina que aplicada en forma exógena su efecto se hace sentir sobre la división celular. (5).

Según Rodas, R.M. (6), la acción de la citoquinina en la mayoría de los casos necesita de la presencia de otras hormonas, especialmente auxinas por lo que resulta difícil determinar las funciones independientes de cada una de estas hormonas. Entre sus funciones se encuentran:

- División celular.
- Diferenciación celular.
- Agrandamiento celular.
- Iniciación y crecimiento de las raíces.
- Iniciación y crecimiento de la parte aérea.
- Desarrollo de yemas laterales.
- Retardamiento de senescencia foliar.

#### 5.11.3 INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO

El término "inhibidor" incluye a un grupo heterogéneo de reguladores y sustancias tóxicas que actuando conjuntamente con las hormonas del crecimiento, controlan la elongación y desarrollo normal del cuerpo vegetal (6).

#### 5.11.4 GIBERELINAS

En 1809, un granjero japonés iletrado, dictó un libro sobre agricultura. En el describió una enfermedad del arroz que hoy se llama "Bakanae" o "Plantita loca". Las plantas afectadas eran más altas generalmente cloróticas, las hojas eran más largas estrechas y delgadas. En los casos benignos, las flores aparecían dos o tres días más temprano (8).

En 1898, Hori, un patólogo japonés, describió el agente de la enfermedad y el cual era un hongo imperfecto: el Fusarium heterosporium. En los años posteriores se describió el estado perfecto del hongo, de manera que en 1931 oficialmente se le llamó Giberella fujikuroi. Así comenzó la historia de la giberelina. En 1926 Kurosawa produjo en plantulas de arroz y maíz los síntomas del "Bakanae" tratando estas plantas con un medio en el cual se había cultivado G. fujikuroi (8).

En 1938 Yabuta y Sumuki citados por Miller (8), anunciaron haber aislado dos substancias cristalinas que eran biológicamente activos; las giberelinas A y B, y un tercer compuesto activo que le llamaron Giberelina C.

En 1955 Stodola y Borrow citados por Miller (8), en Estados Unidos e Inglaterra respectivamente, aislaron un nuevo compuesto de los cultivos de Giberella fujikuroi, al que llamaron ácido giberélico.

El tratamiento con giberelina ha superado el enanismo genético, fisiológico o patológico (causado por virus). En general, el crecimiento de las plantas jóvenes es más rápido y extensivo pero no desoldenado (8).

Al igual que el ácido indolacético, el ácido giberélico desarrolla funciones sobre:

- Estimulación del alargamiento celular.
- Iniciación del alargamiento celular.
- Producción de síntesis de ARN y proteína.

Entre las propiedades propias del ácido giberélico y que no presenta el ácido indolacético se pueden mencionar.

- Desaparecimiento del enanismo genético.
- Espigamiento y floración (6).

Weaver (16), afirma que el uso de Giberelina puede provocar cambios a nivel genético que estimulan a la vez la síntesis enzimática de las células, provocando la estimulación de la síntesis del ARN en las capas de aleurona.

Garcidueñas (10), amplía un poco más en lo expresado por Weaver indicando que la giberelina (GA) tiene como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el ARN y que cuando falta se presenta el síntoma típico de falta de amilasa en la planta, enzima que deshace el almidón lo cual permite utilizarlo para obtener energía.

Garcidueñas (10), menciona también algo más al respecto, sosteniendo en su teoría que las giberelinas tienen relación con la síntesis del ARN mensajero, dirigido por el ADN en el núcleo, de tal manera que modifican el ARN producido, tomando parte en el control sobre la expansión celular, así como otras actividades del crecimiento y desarrollo vegetal.

Garcidueñas (10), en otro sentido, manifiesta que los fito-reguladores se aplican para restablecer el equilibrio hormonal y por lo tanto el desarrollo normal de la planta o bien para activar, retardar o modificar algún efecto del desarrollo.

#### 5.12 USOS AGRICOLAS

En general las soluciones de fito-reguladores se usan muy diluidos y se dan en parte por millón (ppm) siendo 1 mg/1 lit = 1 ppm o sea en líquidos 1cc/1 lit = 1000 ppm (10).

En septiembre de 1978 en el departamento de Zacapa, Guatemala, Rossel (12), aplicó ácido Giberélico a dos variedades de tomate (Italian Canner y Rossol) para evaluar cuaje y rendimiento de fruto; en ese estudio pudo observar que a pesar de haber tenido una infección de visosis - de aproximadamente el 98%, es notorio el incremento de la producción por lo que pudiera ser que la Giberelina ayudara a enmascarar el efecto de -

la virosis, favoreciendo a la planta en la continuación de su crecimiento y posterior producción.

Maramoch (1957) citado por Jauch C. (5), fue el primero en demostrar que la disminución del crecimiento de vegetales con visoris sería evitando, pulverizando las plantas con ácido Giberélico. Algo más al respecto observó Yerkis también citado por Jauch (5), al estudiar la disminución del crecimiento del poroto causado por Stunting Bean virus. Yerkis (1960) encontró que el Stunting causado por el virus y el alargamiento o elongación causado por acción de la giberelina (GA), están ubicados en diferentes locus. Esta conclusión la basó en la respuesta pobre de la giberelina en plantas infectadas una semana antes, en contraste con el buen alargamiento logrado usando el tratamiento con giberelina y la infección con el virus fueron simultáneas.

El mismo Yerkis citado nuevamente por Jauch (5), en otro estudio realizado sobre el Stunting del tabaco causado por etch virus, encontró que éste puede ser parcialmente combatido en infecciones avanzadas pulverizando las plantas con ácido giberélico y demostró que cuando se incorpora más citoquinina, se interfiere la actividad del virus y su multiplicación. Esto puede observarse con el ejemplo que ofrecen las plantas de petunia atacadas por el virus que produce el leaf-stripe. Mediante ensayos, comprobó que al elevar la concentración de citoquinina, el número de lesiones - del estriado (stripe) disminuye de 42 a 4 por hoja.

Jauch (5), manifiesta que otros investigadores como Király y Pozsár, encontraron una relación inversa entre el grado de incorporacion de amino ácidos y la susceptibilidad a la infección por virus. Esto sugiere que - el efecto de la citoquinina puede actuar vinculado con una alteración de la síntesis de proteína en la hoja.

Parker y colaboradores (1964) citados por Weaver (16), manifestaron que los cerezos agrios afectados por la infección de virus amarillo, producen un excesivo número de yemas florales en los brotes terminales y laterales. El resultado es un aumento transitorio de la producción de frututos por rama; sin embargo años después de la aparición de la enfermedad,

se produce una reducción drástica del rendimiento, debido a que no se desarrollan yemas vegetativas laterales que produzcan espolones y frutificación.

Al tratar árboles infectados por la enfermedad con GA<sub>3</sub> en concentraciones de 10 a 15 ppm, dependiendo de la gravedad de la enfermedad indicada por la presencia de ramas largas y estériles, se reduce el porcentaje de yemas florales y aumenta el número de yemas vegetativas en los brotes terminales y laterales. Al año siguiente al tratamiento, la mayoría de yemas vegetativas desarrolladas producen espolones que llevan frutos.

El tratamiento tiene otros efectos además del esperado, realza el color de hojas y reduce los daños causados por el viento.

Otros compuestos que de una u otra forma también intervienen directa o indirectamente sobre los virus son las auxinas. En este aspecto, Jauch C. (5), manifiesta que en el Southern bean mosaic, la disminución en el crecimiento (stunting) y la deformación de las hojas se atenuaron aplicando la substancia del crecimiento llamada auxina y en plantas de papa atacadas por el virus X, los X Y, y el potato leaf roll virus presentan un contenido de auxinas libre, más bajo que en las plantas sanas. Este contenido bajo de auxinas mencionado por Jauch, quizás nos indica que otras cantidades de auxinas fueron utilizadas para contrarrestar al virus.

En otro orden de ideas Jauch C. (5), expresa que el triptofano y la escopolatina tienen cierto papel en la economía de la auxina en las plantas viróticas. El triptófano, precursores de las auxinas está ausente en tubérculos de papa con Leaf - roll.

Tahori y sus colaboradores (1965) citados por Weaver (16), probaron los efectos de los retardadores del crecimiento en el virus del mosaico del tabaco. Se asperjaron plantas de Nicotina glutinosa con soluciones de SADH (ácido N,N,dimetilaminosuccinámico) CCC (Cyocel), Phospond-D (cloruro de 2,4-diclorobencil tributil fosfórico). Dos días después se infectó a las plantas con el virus del mosaico del tabaco. Resulta in-

teressante observar que las lesiones de las plantas tratadas con Phosphon-D fueran mayores y más rojas que las no tratadas, en tanto que las tratadas con casi todos los demás compuestos utilizados presentaron más lesiones - que las no tratadas.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 LOCALIZACION

El experimento se inició en el mes de diciembre de 1,985 y finalizó en mayo de 1,986, en un terreno ubicado en el valle de la cuenca del Río Michatoya, Aldea El Rincón, municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.

El lugar está ubicado a 1190 m.s.n.m., con una precipitación pluvial promedio anual de 924.50 m.m., con una temperatura media de 20.4°C y una evaporación diaria de 3.7 m.m.

Según Simons et al (14), el suelo corresponde a la serie Moran-franco arcilloso, de textura franco-arcillosa, consistencia friable, profundo, bien drenado, desarrollado sobre ceniza volcánica pomácea.

### 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

- 6.2.1 Variedad de tomate "roforto", planta de crecimiento determinado tipo pasta, de frutos ovalados, productiva y una de las favoritas de los agricultores del área la cual ha manifestado síntomas de susceptibilidad al virus del mosaico del tabaco (VMT).
- 6.2.2 Producto hormonal marca "pro-Gibb" formulado como polvo soluble cuyo ingrediente activo es el ácido giberélico concentrado al 10%.
- 6.2.3 Jugo celular obtenido de plantas de tomate enfermas con virus del mosaico del tabaco, lo que comprobó con plantas indicadoras de las especies Lycopersicum esculentum, Nicotiana - tabacum var. Xanthi, Dathura metel, Phaseolus vulgaris var. pinto, Espinacea Oleracea; las cuales manifestaron la sintomatología del virus del mosaico del tabaco (13).
- 6.2.4 Abrasivos: partículas muy finas de vidrio molido.



DEPARTAMENTO DE  
G U A T E M A L A

Municipio de  
Amatitlán

COLINDANCIAS  
DEL  
DEPARTAMENTO

### 6.2.5 EQUIPO

- a. Bomba despejadora, con capacidad para 4 gals de solución.
- b. Balanza de brazo con capacidad de 5 kilos.
- c. Balanza ordinaria con capacidad de 9 kilos.
- d. Horno de secado en seco.

### 6.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

El experimento fue establecido con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial  $3^2$ , con tres repeticiones. Se establecieron 33 parcelas experimentales con las características siguientes:

- Superficie de la parcela experimental 17.6 mts<sup>2</sup>.
- Superficie de parcela neta 8.8 mts<sup>2</sup>.
- Número de surcos por parcela experimental = 4.
- Número de surcos por parcela neta = 2.
- Longitud de surcos 4 mts.
- Distancia entre surcos 1 mt.
- Distancia por postura 0.40 mts.
- Número de plantas por postura = 2.
- Número de posturas por surco 11.
- Número de plantas por parcela experimental 88 (posturas 44).
- Número de plantas por parcela neta 44 (posturas 22).

Los factores básicos que se consideraron para el experimento fueron:

DOSIS (3) = 50,100,150 partes por millón (ppm) de ácido giberélico.

EPOCA (3) = 20, 40, 60 días después del transplante (DDT).

Los tratamientos que se estudiaron son: 11 tratamientos = 1 Factorial  $3^2$  + 1 testigo infectado con virus (VTM) y sin tratamiento con GA<sub>3</sub> + 1 testigo absoluto.

CUADRO 1. Tratamientos a estudiar según época y dosis.

DOSIS (E)	D O S I S ( D )		
	D1	D2	D3
E1	(E1D1)	(E1D2)	(E1D3)
E2	(E2D1)	(E2D2)	(E2D3)
E3	(E3D1)	(E3D2)	(E3D3)

CUADRO 2. Concentración de ácido giberélico en ppm. y épocas de aplicación según el tratamiento.

TRATAMIENTOS	EPOCA DE APLICACION	DOSIS
1 (E1D1)	20 DDT *	50 ppm**
2 (E1D2)	" "	100 "
3 (E1D3)	" "	150 "
4 (E2D1)	40 DDT	50 ppm
5 (E2D2)	" "	100 "
6 (E2D3)	" "	150 "
7 (E3D1)	60 DDT	50 ppm
8 (E3D2)	" "	100 "
9 (E3D3)	" "	150 "
10 TESTIGO Infectado con VTM y sin ácido Giberélico.		
11 TESTIGO ABSOLUTO		

\* DDT = Días después del transplante.

\*\* ppm = partes por millón.

Los datos que se tomaron en cuenta para el análisis estadístico fueron:

- Altura de plantas.  
De cada parcela neta se midieron alturas de la población total de plantas correspondientes y de las cuales se obtuvo un promedio.
- Rendimiento total de los surcos centrales, expresado en libras de frutos maduros, comerciales de cada parcela experimental.
- Peso seco promedio del área foliar de plantas: se tomó una muestra

de 10 plantas de cada parcela, a las cuales se le determinó el peso seco, habiéndose determinado posteriormente el promedio.

- Costo en quetzales por actividad ejecutada.

#### 6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de riego y con prácticas culturales que se recomiendan y emplean en la región.

##### - SEMILLERO:

Se preparó una mesa de 15 mts de largo por 1 mt de ancho, realizado en el mismo lugar en donde se montó el experimento. Se mezcló abono orgánico (gallinaza) a razón de 10 lbs/mt<sup>2</sup> de semillero. Para prevenir el ataque provocado por hongos como "Mal del talluelo" (*Rizoctonia*) se aplicó producto químico cuyo ingrediente activo es: 5-Exthoxy-3-Trichla romelbye - 1,2,4- triadiazole; Dimethyl 4,4-0 phemylenebis (3-Thiallophanate) después de descubierto el semillero, operación que se repitió 10 días después a razón de 28 gr/4 galones de agua/mts<sup>2</sup> de semillero. A la vez que se fumigó cada 10 días con una mezcla de 20 gr de Etileno-bis-ditiocarbomato de magnesio y 15 cc de 0,5 dimetil fosforamidotiodato, para proteger la plantilla contra insectos y tizón (*Phytophthora infestans*).

##### - PREPARACION DEL TERRENO:

Un mes antes del trasplante se mecanizó la tierra, dando una pasada de arado, dos pasadas de rastra y una de surqueado; posteriormente una semana antes del trasplante se cajuelió.

##### - TRANSPLANTE:

Las plantas de tomate se transplantaron a la edad de 25 días, habiéndose colocado dos plantas por postura a la distancia de 0.40 mts y entre surcos a 1 mt, previo al trasplante se ahoyó a las distancias ya mencionadas.

##### - FERTILIZACION:

Se realizó un primer abonamiento con estiércol de bovino (Bio-abono) con una cantidad de 100 galones aplicado a los 5 días después de transplanar

tado, luego se realizaron tres más con fertilizante químico de la fórmula 12-24-12 en intervalos de 15 días a partir de los 10 días después del trasplante, hasta completar el equivalente a 6 qq/ha, con la misma frecuencia se realizaron 3 fertilizaciones foliares con abono foliar completo a razón de 75 cc/4 galones de agua.

- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES:

Este control se llevó a cabo mediante la aplicación de pesticidas tanto al área foliar como al suelo; para el control de insectos que atacan el área foliar como Gusano enrollador (Keypheria lycopericela) tortuguilla (Diabrotica Sp), mosca blanca (Bamicia Sp), Gusano del fruto (Heliothis Sp), se usó Metilo: Semtil-N- [(metil carbamoil) oxi] tiocitimidato en dosis de 15 cc/4 galones de agua.

Para el control de enfermedades como Tizón (Phytophthora infestans y Alternaria solani), se aplicó Etileno -bis-ditiocarbomato de magnesio a razón de 75 gr/4 galones de agua.

Insecticidas y fumicidas se aplicaron mezclados en las fumigaciones cada 10 días a partir de los 5 días después del trasplante.

A partir de los 5 días después del trasplante se hicieron 3 aplicaciones localizadas al pie de la planta con Metilo-N-N-dimetilo-N-(metil-carbamoil) exi-1-tiooxamidato, fungicida a razón de 30 gr/4 galones de agua.

- CONTROL DE MALAS HIERBAS:

La primera limpia (raspado) se hizo a los 20 días después del trasplante y la 2da a los 30 días después de la primera, ambas fueron en forma manual utilizando azadón.

- TURORADO:

Cuando las plantas habían alcanzado de 25 a 30 cms de altura se procedió a turorar, usando estacas de cafeto de aproximadamente 1.50 mts colocados del surco de plantas haciendo un total de 2 pasadas de pita de acuerdo a la altura de la planta.

- RIEGOS:

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de riego los que se realizaron dos veces por semana durante todo el ciclo del cultivo utilizando para tal actividad una bomba de agua marca Briggs & Stratton de 3 Hp y poliducto de dos pulgadas de diámetro.

- COSECHA:

La cosecha se inició a los 97 días después del trasplante. Se recolectaron los frutos maduros comerciales, a intervalos de 8 días, habiéndose concluido con 6 cortes a los 35 días de iniciada.

- INOCULACION DE VIRUS:

10 días después del trasplante se procedió a efectuar la inoculación artificial en forma manual, frotando todas las hojas con el abrasivo (vidrio molido) junto con el jugo celular infectado con virus (VMT) - habiéndose manifestado la sintomatología propia del virus del mosaico del tabaco en aproximadamente el 99% de la población total del experimento.

- APLICACION DE ACIDO GIBERELICO:

Las aplicaciones se realizaron con intervalos de 20 días, habiéndose iniciado la primera a los 20 días de realizado el trasplante y en concentraciones respectivas, habiéndose utilizado el producto hormonal diluido en agua y aplicado con una asperjadora de mochila con capacidad de 4 galones de solución sobre toda el área foliar hasta producir un ligero escurrimiento de la mezcla.

- RECOLECCION DE MUESTRAS PARA PESO SECO:

Terminada la cosecha, se tomó una muestra de 10 plantas de cada parcela neta, las cuales fueron llevadas al laboratorio para someterlas a tratamiento de secado en horno seco durante 72 horas a una temperatura de 60°C. Luego se procedió a determinar el peso en seco de cada muestra habiéndose sacado un promedio respectivo de cada parcela neta.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a lo planteado, los criterios utilizados para la evaluación efectuada en el presente trabajo fueron el rendimiento de frutos maduros comerciales, altura de plantas y peso seco de plantas, como puede observarse en cuadros 3, 8 y 13 respectivamente.

Respecto al análisis de varianza de los rendimientos (cuadro 5) sin incluir a los testigos, se comprobó que existieron diferencias significativas entre las épocas, no así entre las dosis e interacciones época-dósis. Esto nos permite demostrar que la segunda de las hipótesis planteada en esta tesis, la cual dice que "Los efectos negativos sobre el crecimiento y rendimiento provocados por el virus del mosaico del tabaco (VMT) en plantas de tomate, varía significativamente de acuerdo con la época de aplicación del ácido giberélico". Se cumple en parte, dado a que los rendimientos varían según la época de aplicación de ácido giberélico.

En lo que respecta a la primera de las hipótesis la cual dice que: "La aplicación de diferentes dosis de ácido giberélico reduce significativamente los efectos negativos de crecimiento provocados por virus del mosaico del tabaco (VMT) en plantas de tomate, y por consecuencia incrementa los rendimientos". Se rechaza en todo su contenido dado a que como se planteó anteriormente, no hay diferencias significativas entre las dosis de ácido giberélico.

Sin embargo en otro de los análisis de varianza (cuadro 6 que complementa al cuadro 5), el cual incluye a los testigos y que se refiere a todos los tratamientos o combinaciones consideradas, se determinaron diferencias significativas.

Basados en el análisis de varianza de rendimientos generados por las combinaciones o tratamientos (cuadro 6) se procedió a realizar la prueba de Tukey para establecer las diferencias entre tratamientos probados. Según esta prueba el testigo absoluto fue superior en rendimiento (52.21 - T.M./Ha) al resto de tratamientos y también al testigo viral (27.79 T.M./Ha). El otro en su orden que presentó diferencias significativas en ren

dimiento también sobre el resto de tratamientos y al testigo viral fue - el tratamiento formado por la segunda época (40 DDT) y segunda dosis - - (100 p.p.m. de ácido giberélico), con un promedio de 45.93 TM/Ha reportadas. Todo este comportamiento explicado puede apreciarse en mejor forma en cuadro 4 y figura 1.

Haciendo una estimación de varianza combinada en base a contrastes octagonales para la variable de rendimientos, podemos ver que al hacer - comparaciones entre tratamientos y los testigos presentan diferencias - significativas al nivel de 5%, lo que podemos observar en el cuadro 7.

CUADRO 3. Rendimiento en Tm/Ha por repetición según dosis en ppm de ácido giberélico y épocas de aplicación.

No. REPETICION	TRATAMIENTO	E P O C A		
		1*	2*	3*
1	Testigo absoluto	52.20		
	Testigo viral	27.22		
	50 ppm	37.45	42.45	36.26
	100 ppm	30.96	44.88	36.42
	150 ppm	28.89	37.32	35.74
2	Testigo absoluto	56.66		
	Testigo viral	27.50		
	50 ppm	33.86	41.81	36.10
	100 ppm	35.28	45.49	37.19
	150 ppm	39.03	39.90	38.64
3	Testigo absoluto	47.78		
	Testigo viral	28.64		
	50 ppm	36.61	44.07	32.12
	100 ppm	40.84	47.42	34.12
	150 ppm	36.54	41.52	31.58

- 31 -

\* 1ra, 2da y 3ra época de aplicación de ácido Giberélico (20,40 y 60 DDT).

CUADRO 4. Rendimientos promedio en Tm/Ha según dosis en ppm de ácido Giberélico y épocas de aplicación.

TRATAMIENTO	E P O C A		
	1*	2*	3*
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
Testigo absoluto	52.21		
Testigo viral	27.79		
50 ppm	35.98	42.78	34.83
100 ppm	35.69	45.93	35.91
150 ppm	34.82	39.58	35.32

\* 1ra, 2da y 3ra época de aplicación de ácido giberélico (20,40 y 60 DDT).

CUADRO 5. Análisis de varianza del rendimiento de frutos comerciales se  
gún época de aplicación y dosis de ácido giberélico.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
EFFECTOS PRINCIPALES	4	353.879	88.470	9.390	0.000
EPOCA	2	323.719	161.859	17.179	0.000 *
DOSIS	2	30.160	15.080	1.601	0.229 NS
INTER ACCION	4	33.294	8.324	0.883	0.494
EPOCA X DOSIS	4	33.294	8.324	0.883	0.494 NS
VARIACION	8	387.173	48.397	5.137	0.002
ERROR EXPERIMENTAL	18	169.597	9.422		
T O T A L	26	556.770	21.414		

\* Significativo al 1 y 5%.

CUADRO 6. Análisis de varianza del rendimiento de frutos comerciales se  
gún tratamiento (época-dosis).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	10	1302.7242	130.272	13.629	0.0000 *
ERROR	22	210.2867	9.5585		
T O T A L	32	1513.0107			

\* Significativo al 1 y 5 %.

CUADRO 7. Estimador de varianza combinada respecto a la variable de rendimiento de frutos de tomate.

COMBINACION	GRADO DE LIBERTAD	$\sum Ciyi$	SUMA DE CUADRADOS	VALOR DE T.	SIGNIFICANCIA
Testigo absoluto Vrs. todos los tratamientos con testigo viral	22.0	-153.4670	18.7210	- 8.198	0.000 **
Testigo viral Vrs. Tratamientos sin tes- tigo absoluto.	22.0	90.5329	16.9338	5.346	0.000 **
Testigo absoluto Vrs. Tratamientos sin testigo viral	22.0	-129.0669	16.9338	-7.622	0.000 **

\*\* Significativo al 1 y 5%

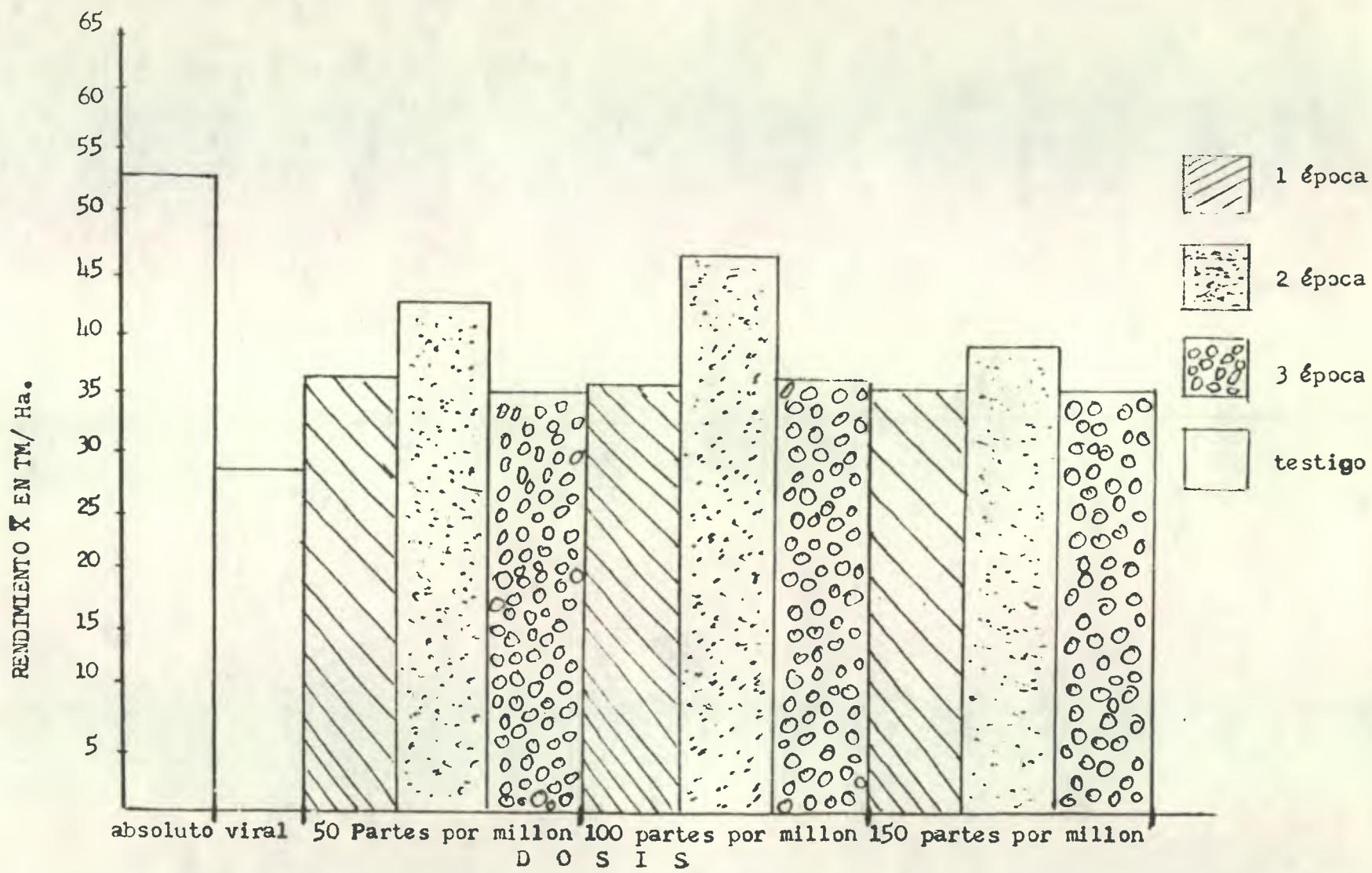


FIGURA 1 RENDIMIENTO PROMEDIO EN TM/ Ha. SEGUN DOSIS EN ppm. DE ACIDO GIBBERELICO Y EPOCAS DE APLICACION

Otra variable estudiada es la altura de plantas que se presenta en los cuadros 8 y 9. El análisis de varianza cuadro 10 sin incluir los testigos reportó también diferencias significativas entre épocas de aplicación de ácido giberélico, y de igual manera las dosis probadas no presentaron diferencias significativas. Esto nos permite completar la respuesta a la segunda hipótesis antes mencionada, indicando que esta se aceptado que el crecimiento en altura varía según la época de aplicación de ácido giberélico. Sin embargo, en este caso, en la interacción época-dosis, si manifiesta diferencia significativa.

En lo que respecta a la primera de las hipótesis ya mencionadas suceder lo mismo pues las diferencias significativas entre dosis no existieron por lo que se rechaza.

El cuadro 11 que completa el cuadro 10 de análisis de varianza que incluye a todos los tratamientos y además a los testigos, reporta diferencias significativas entre tratamientos.

De acuerdo con lo anterior y referido a la altura de plantas, se procedió también a analizar las respectivas medias mediante la prueba de Tukey. Según esa prueba, los tratamientos formados por la dosis de 150 p.p.m. de ácido giberélico aplicada a los 40 DDT, y dosis de 50, 100 y 150 p.p.m. de ácido giberélico aplicadas a los 60 DDT, que fueron los que presentaron las cifras significativas más elevadas (86.89 cms 59.66 cms y absoluto 75.89 cms). Es de hacer notar que también el testigo absoluto, significativamente fue superior al testigo viral. (ver cuadro 9 y figura 2).

Analizando el cuadro 12, podemos observar que al comparar los tratamientos contra el testigo viral, manifiesta diferencia significativa al nivel de 5%.

CUADRO 8. Altura de plantas en cms por repetición según dosis en ppm de ácido giberélico y época de aplicación.

No. REPETICION	TRATAMIENTO	E P O C A		
		1*	2*	3*
1	Testigo absoluto	71.17		
	Testigo viral	58.17		
	50 ppm	72.83	75.00	86.83
	100 ppm	69.17	85.33	93.83
	150 ppm	69.00	89.00	83.83
2	Testigo absoluto	70.00		
	Testigo viral	57.00		
	50 ppm	69.70	68.00	88.50
	100 ppm	66.83	73.83	88.80
	150 ppm	77.83	86.83	87.00
3	Testigo absoluto	86.50		
	Testigo viral	63.82		
	50 ppm	72.00	77.67	87.33
	100 ppm	70.00	77.67	97.00
	150 ppm	64.00	84.83	86.33

\* 1era, 2da, y 3ra época de aplicación de ácido giberélico (20, 40 y 60 DDT).

CUADRO 9. Altura de plantas promedio en centímetros, según dosis en ppm de ácido giberélico y época de aplicación.

TRATAMIENTO	E P O C A		
	1*	2*	3*
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
Testigo absoluto	75.89		
Testigo viral	59.66		
50 ppm	71.51	73.56	87.55
100 ppm	68.67	78.94	93.21
150 ppm	70.28	86.89	85.72

- 38 -

\* 1era, 2da y 3ra época de aplicación de ácido giberélico (20, 40 y 60 DDT).

CUADRO 10. Análisis de varianza de la altura de plantas según época de aplicación y dosis de ácido giberélico.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
EFFECTOS PRINCIPALES	4	1636.396	409.099	29.646	0.000
EPOCA	2	1579.599	789.800	51.443	0.000 *
DOSIS	2	56.797	38.398	1.850	0.186 NS
INTERACCION	4	316.174	79.043	5.148	0.006
EPOCA X DOSIS	4	316.173	79.043	5.148	0.006 *
VARIACION	8	1952.570	244.071	15.897	0.000
ERROR EXPERIMENTAL	18	276.354	15.353		
<b>T O T A L</b>	<b>26</b>	<b>2228.924</b>	<b>85.728</b>		

\* Significativo al 1 y 5%.

CUADRO 11. Análisis de varianza de la altura de plantas según tratamiento (época - dosis).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	10	3035.9152	303.5913	14.115	0.0000 *
ERROR	22	473.1799	21.5082		
<b>T O T A L</b>	<b>32</b>	<b>3509.0950</b>			

\* Significancia al 1 y 5 %.

CUADRO 12. Estimación de varianza combinada respecto a la variable de altura de plantas de tomate (Lycopersicum esculentum)

COMBINACION	GRADO DE LIBERTAD	$\sum Ciyi$	SUMA DE CUADRADOS	VALOR DE T	SIGNIFICANCIA
Testigo absoluto Vrs. todos los tratamientos y testigo viral	22	17.2661	28.0826	0.615	0.545 N.S.
Testigo viral Vrs. Los tratamientos sin testigo absoluto	22	179.5996	25.4017	7.070	0.000 **
Testigo absoluto Vrs. Todos los tratamientos sin testigo viral	22	33.4995	25.4017	1.319	0.201 N.S.

\*\* Significancia al 1 y 5 %.

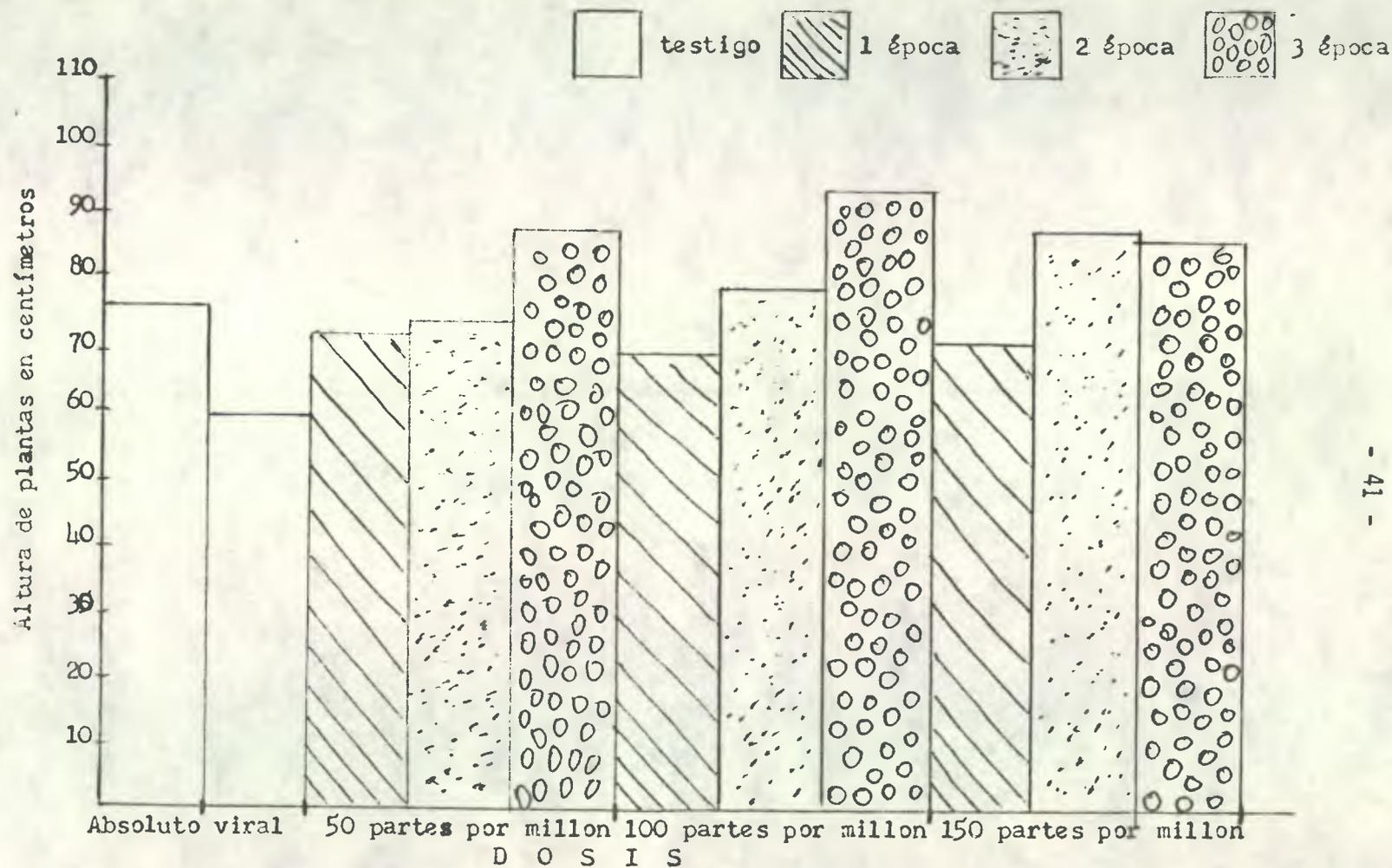


FIGURA 2. ALTURA PROMEDIO DE PLANTAS EN CENIMETROS SEGUN DOSIS EN ppm.  
DE ACIDO GIBERELICO Y EPOCA DE APLICACION

Por último una tercer variable evaluada fue el peso seco de plantas (ver cuadros 13 y 14). El análisis de varianza de las medias (cuadro 15) respectivo sin incluir los testigos, manifestó diferencias significativas entre épocas de aplicación consolidándose este resultado con las otras variables en este caso, las dosis si presentaron diferencias significativas. Respecto a la interacción época-dosis, el análisis de varianza presentado en el cuadro 15 se completa con el análisis de varianza del cuadro 16 que incluye además a los testigos. En él se puede apreciar nuevamente diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Basados en esto último se efectúa la prueba de Tukey para determinar cual de las medias de la variable estudiada en este caso fueron las superiores significativamente hablando. De este modo se encontró que el tratamiento formado por la dosis de 100 ppm de ácido gibelérico aplicada a los 60 DDT con rendimientos en materia seca de 255.83 gr rebasó a todos los demás tratamientos incluyendo al testigo viral (115.33 gr) y al testigo absoluto (150.83 gr). Además el testigo absoluto también fue superior significativamente al testigo viral. Todo lo relativo a esta variable evaluada puede apreciarse en el cuadro 14 y figura 3.

Analizando el cuadro 17 vemos que al comparar los tratamientos contra el testigo viral, manifiesta una significancia del 5%,

CUADRO 13. Peso seco de plantas en gramos por repetición según dosis en ppm de ácido giberélico y época de aplicación.

No. REPETICIÓN	TRATAMIENTO	E P O C A		
		1*	2*	3*
1	Testigo absoluto	143.50		
	Testigo viral	111.50		
	52 ppm	161.50	164.50	200.00
	100 ppm	139.50	189.00	250.00
	150 ppm	138.00	205.00	188.00
2	Testigo absoluto	138.50		
	Testigo viral	114.50		
	50 ppm	131.50	128.50	175.50
	100 ppm	139.00	153.00	300.00
	150 ppm	173.00	181.50	193.50
3	Testigo absoluto	170.50		
	Testigo viral	120.00		
	50 ppm	129.00	130.00	189.00
	100 ppm	128.50	148.00	217.50
	150 ppm	127.00	163.00	170.00

\* 1era, 2da y 3ra época de aplicación de ácido giberélico (20, 40 y 60 DDT).

CUADRO 14. Peso seco de plantas en gramos promedios según dosis en ppm de ácido giberélico y época de aplicación.

TRATAMIENTO	E P O C A		
	1*	2*	3*
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
Testigo absoluto	150.83		
Testigo viral	115.33		
50 ppm	140.67	141.00	118.17
100 ppm	135.67	163.33	255.83
150 ppm	146.00	183.17	183.83

\* 1era, 2da, y 3ra época de aplicación (20, 40 y 60 DDT).

CUADRO 15. Análisis de varianza del peso seco de plantas, según época de aplicación y dosis de ácido giberélico.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
EFFECTOS PRINCIPALES	4	25669.590	6417.395	13.340	0.000
EPOCA	2	22056.793	11028.395	22.925	0.000 *
DOSIS	2	3612.796	1806.398	3.755	0.043**
INTERACCION	4	8999.152	2249.788	4.677	0.009
EPOCA X DOSIS	4	8999.152	2249.788	4.677	0.009 *
VARIACION	8	34668.742	4333.590	9.008	0.000
ERROR EXPERIMENTAL	18	8659.133	481.063		
<b>T O T A L</b>	<b>26</b>	<b>43327.875</b>	<b>1666.457</b>		

\* Significativo al 1 y 5%

\*\* Significativo al 5%

CUADRO 16. Análisis de varianza del peso seco de plantas según tratamiento (Epoca - Dosis)

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	10	43561.7119	4356.1680	10.317	0.0000 *
ERROR	22	9288.9988	422.2271		
<b>T O T A L</b>	<b>32</b>	<b>52850.7070</b>			

\* Significativo al 1 y 5%.

CUADRO 17. Estimador de varianza combinada respecto a la variable de peso seco de plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum*)

COMBINACION	GRADO DE LIBERTAD	$\sum C_{iy}$	SUMA DE CUADRADOS	VALOR DE T	SIGNIFICANCIA
Testigo absoluto Vrs. Todos los tratamientos y testigo viral	22	144.6660	124.4253	1.163	0.257 N.S.
Testigo viral Vrs. Todos los tratamientos sin testigo absoluto	22	499.6663	112.5469	4.440	0.000 **
Testigo absoluto Vrs. Todos los tratamientos sin testigo viral	22	180.1663	112.5469	1.601	0.124 N.S.

\*\* Significativo al 1 y 5 %.

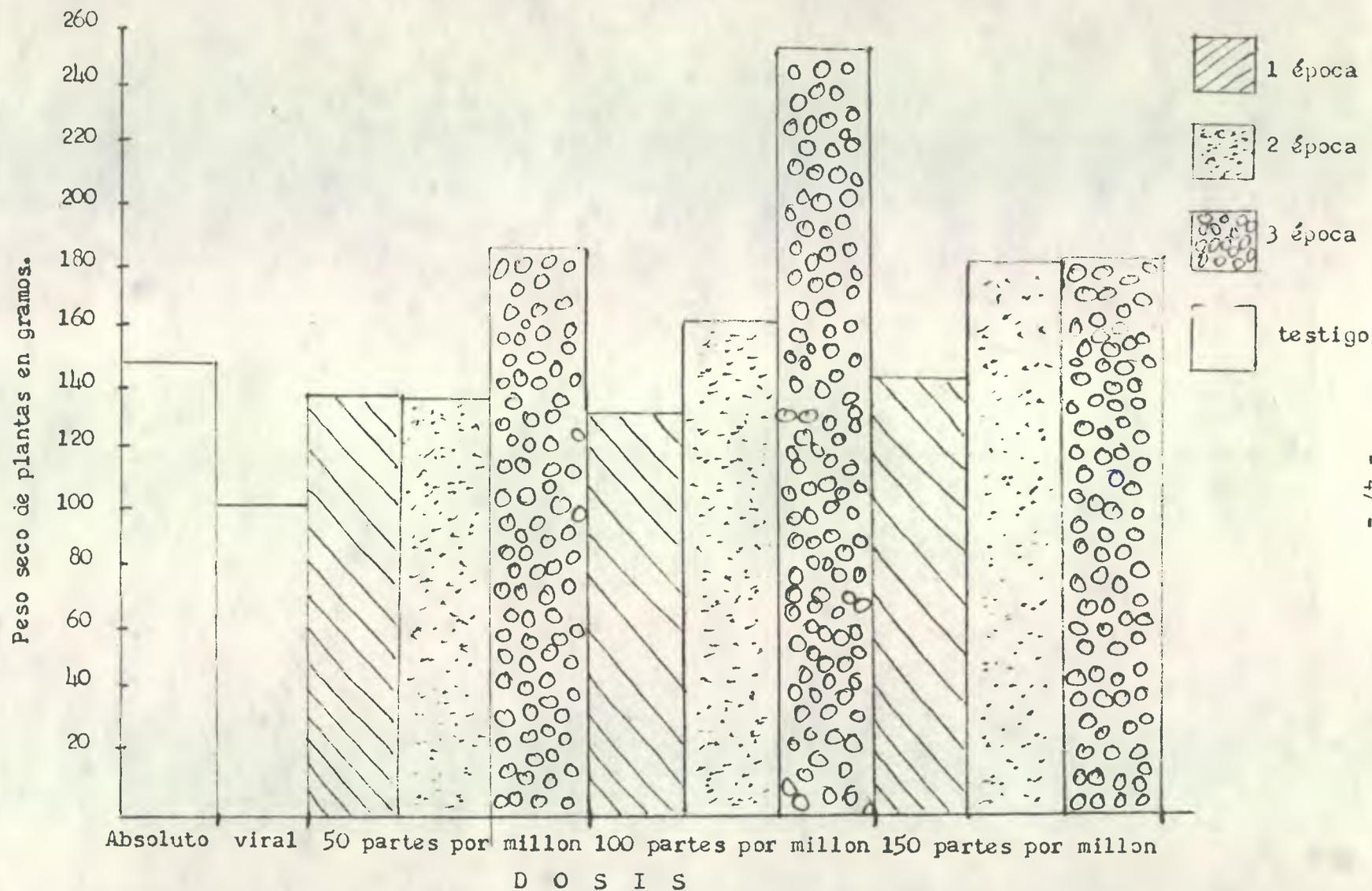


FIGURA 3 PESO SECO PROMEDIO DE PLANTAS, EN GRAMOS SEGUN DOSIS EN ppm. DE ACIDO GIBERELICO Y EPOCA DE APLICACION!

En otro orden de ideas el análisis económico de esta evaluación fue de especial importancia, pues permitió determinar cual de los tratamientos es el más económico desde el punto de vista práctico. De esta manera y para entender este procedimiento se presenta el cuadro 18 en el que se considera el rendimiento en TM/Ha, precio por TM en quetzales, ingreso bruto, costo de producción total/Ha sin tratamiento, diferencia del ingreso bruto y costo de producción sin tratamiento, costo de tratamiento en quetzales, utilidad neta, relación beneficio costo y % de incremento sobre el testigo viral.

Analizando este cuadro se puede observar que a excepción de los tratamientos 3 y 9 todos presentan una relación beneficio costo, aunque variada, es positiva y por consecuencia un porcentaje de incremento de utilidad sobre el testigo viral, pero que los tratamientos económicamente más aceptables resultaron ser el No. 4 (40 días después del trasplante y dosis de 50 ppm de ácido giberélico) con una relación beneficio/costo de Q 3.49 y un porcentaje sobre el testigo viral de 77.78 y el No. 5 (40 ddt y dosis de 100 ppm de ácido giberélico) con una relación de beneficio/costo de Q 1.72 y porcentaje de incremento respectivo de 76.55. De estos dos tratamientos los cuales estadísticamente fueron los mejores en rendimiento que el testigo viral y de ambos el segundo fue superior al primero, y definitivamente desde el punto de vista económico el tratamiento No. 4 fue superior. Pues como se mencionó anteriormente, presenta la relación beneficio/costo más alta y su costo de tratamiento más bajo (Q 520.83). Es de hacer notar que el testigo absoluto por cierto presentó un porcentaje de incremento sobre el testigo viral de 162.95 y por lo tanto fue la cifra mayor que la presentada por el resto de tratamientos, debiéndose esto a que el resto de tratamientos fueron afectados por la presencia del virus del mosaico del tabaco y el testigo absoluto no, por su propia condición, el cual tuvo la oportunidad de rendir bien sin ningún problema. Ver cuadro 18 y figura 1.

CUADRO 18. Análisis económico por tratamiento.

TRATAMIENTO	RENDIMIEN- TO EN TM/Ha	PRECIO POR TM EN Q	INGRESO BRUTO	COSTO DE PRODUCCION TOTAL/Ha SIN TRATAMIENTC	DIFERENCIA	COSTO POR TRATAMIENTO EN Q/Ha	UTILIDAD NETA	RELACION BENEFICIO/ COSTO	% DE INCREMEN- TO SOBRE TES- TIGO VIRAL
Testigo ab- soluta	52.21	176.00	9,188.96	3,033.76	6,155.20	-	6,155.20	-	162.95
Testigo vi- ral	27.79	176.00	4,891.04	2,550.24	2,340.80	-	2,340.80	-	00.00
1 = (E1 D1)	35.98	176.00	6,332.48	2,701.27	3,631.21	520.83	3,110.38	1.4776	32.88
2 = (E1 D2)	35.69	176.00	6,281.44	2,706.67	3,574.77	1,041.66	2,533.11	0.1846	8.22
3 = (E1 D3)	34.82	176.00	6,128.32	2,689.44	3,438.88	1,562.49	1,876.39	-0.2972	-19.84
4 = (E2 D1)	42.78	176.00	7,529.28	2,847.04	4,682.24	520.83	4,161.41	3.4956	77.78
5 = (E2 D2)	45.93	176.00	8,083.68	2,909.41	5,174.27	1,041.66	4,132.65	1.7201	76.55
6 = (E2 D3)	39.58	176.00	6,966.08	2,783.68	4,182.40	1,562.49	2,619.91	0.1786	11.92
7 = (E3 D1)	34.83	176.00	6,130.08	2,689.63	3,440.45	520.83	2,919.62	1.1113	24.73
8 = (E3 D2)	35.91	176.00	6,320.16	2,711.02	3,609.14	1,041.66	2,567.48	0.2176	9.68
9 = (E3 D3)	35.32	176.00	6,216.32	2,699.34	3,516.98	1,562.49	1,954.49	-0.2472	-16.50

## 8. CONCLUSIONES

- a. La aplicación de diferentes dosis de ácido giberélico no tuvo diferencia significativa al 5% sobre la altura de plantas el peso seco de plantas y el rendimiento de frutos pues éstos no variaron significativamente, por lo que la primera de las hipótesis se rechaza.
- b. De acuerdo con la época de aplicación de ácido giberélico la altura de plantas, el peso seco de plantas y los rendimientos de frutos maduros, variaron significativamente, por lo que la segunda de las hipótesis se acepta.
- c. La variable peso seco de plantas sin incluir los testigos presentó diferencias significativas entre épocas de aplicación entre dosis y también en lo que respecta a interacción épocas de aplicación, entre dosis y también en lo que respecta a interacción época-dosis.
- d. Analizando los tratamientos o combinaciones incluyendo testigos se encontró que estadísticamente presentaron diferencias significativas de acuerdo con los rendimientos. Siendo el testigo absoluto el superior y en su respectivo orden le siguió el tratamiento No. 5 - (40 DDT y 100 p.p.m.).
- e. La altura de plantas varía significativamente entre tratamientos que incluye testigos; siendo los tratamientos formados por la dosis de 150 ppm, de ácido giberélico aplicada a los 40 DDT y dosis de 50, -- 100 y 150 ppm de ácido giberélico aplicado a los 60 DDT y el testigo absoluto, los mejores.
- f. La variable peso seco de plantas presentó diferencias significativas entre tratamientos incluyendo testigos, siendo el tratamiento formado por la dosis de 100 ppm de ácido giberélico aplicada a los 60 DDT el superior a todos los demás. También el testigo absoluto fue superior al testigo viral.
- g. Desde el punto de vista económico el tratamiento que mayor beneficio

costo proporciona, es el tratamiento No. 4 (50 ppm de ácido giberélico, a los 40 días después del trasplante).

- h. El ácido giberélico tiene influencia sobre la altura de la planta, producción de materia seca y rendimiento de frutos de tomate, consecuentemente sobre el cuaje de frutos.

## 9. RECOMENDACIONES

- a. Estudiar otros reguladores del crecimiento para el control de los efectos negativos del virus del mosaico del tabaco (VMT) en plantas de tomate, como por ejemplo las auxinas y citoquininas.
- b. Estudiar el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico junto a otros factores como diferentes niveles de fertilización.
- c. Estudiar el comportamiento del virus del mosaico del tabaco (VMT) a nivel celular en presencia del ácido giberélico aplicado en forma exógena.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERLINI, R. El cultivo de tomate. Madrid, Mundi Prensa, 1976. 211 p.
2. GONZALEZ, L.C. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA, 1977. 48 p.
3. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZACION AGRICOLA. Diagnostico de comercialización de tomate. Guatemala, 1984. s.p.
4. GUDIEL, V. M. Manual agrícola Superb. Guatemala, Superb, 1980. 201 p.
5. JAUCH, C. Patología vegetal. Buenos Aires, Argentina, Ateneo, 1976. 270 p.
6. MARTINEZ RODAS, R. Hormonas vegetales. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, s. f. 21 p.
7. MESSIAEN, C. M. Las hortalizas; técnicas agrícolas y producciones tropicales. México, Blume, 1979, 455 p.
8. MILLER, E. V. Fisiología vegetal. trad. de la 1 ed. española por Francisco Lattore. México, UTEHA, 1967. 344 p.
9. PLAGAS Y enfermedades en el cultivo del tomate. Guatemala, Servicio Técnico Bayer, s. f. 38 p.
10. ROJAS GARCIDUEÑAS, M. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores. México, Limusa, 1980. 115 p.
11.           . Fisiología vegetal aplicada. 2 ed. México, McGraw-Hill, 1979. 262 p.
12. ROSSEL SERRE, C. E. Efecto de giberelina en el cuaje y rendimiento del fruto en dos variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum*) tipo pasta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 41 p.
13. SARASOLA, A. A. y SARASOLA, M. A. R. DE. Fitopatología; curso moderno. México, Hemisferio Sur, 1975 V. 3.
14. SIMONS, CH. S., TARRANO, J. M. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
15. U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Control de plagas de plantas y animales; desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. Trad. de la 1 ed. española por Manuel Aragonés A. México, Limusa, 1981 233 p.
16. WEAVER, R. J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contín. México, Trillas, 1980. 622 p.



*[Handwritten signature]*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1945

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	.....
Asunto	.....
	.....

"IMPRIMASE"

1974  
1974  
1974



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.  
D E C A N O