

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ciencias Agrícolas

EFFECTO DEL BIO-ESTIMULANTE ERGOSTIM  
(ACIDO FOLICO MAS CISTEINA) EN EL CULTIVO DE TOMATE  
(Lycopersicum esculentum Mills)  
CON DOS NIVELES DE FERTILIZACION

EDUARDO ARTURO CONTRERAS PACHECO

Trabajo de investigación presentado  
para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo en el grado de  
Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala

1983

EFFECTO DEL BIO-ESTIMULANTE ERGOSTIM  
(ACIDO FOLICO MAS CISTEINA) EN EL CULTIVO DE TOMATE  
(Lycopersicum esculentum Mills)  
CON DOS NIVELES DE FERTILIZACION

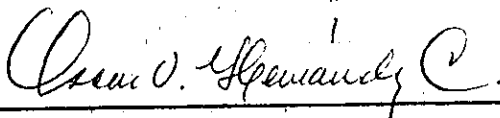
## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a los siguientes profesionales e instituciones por su valiosa colaboración en el planeamiento y desarrollo del presente trabajo:

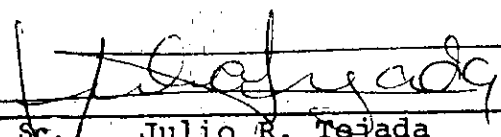
- Ing. Agr. Oscar Vinicio Hernández (Ms. Sc.)
- Agr. Héctor Suchini López
- Asociación de Graduados de la Escuela Agrícola Panamericana (AGEAP), Capítulo Guatemala
- Tabacalera Centroamericana, S.A.

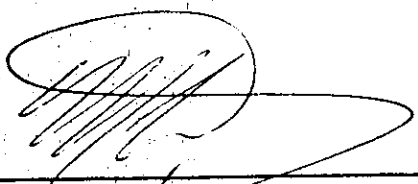
Guatemala, abril de 1983

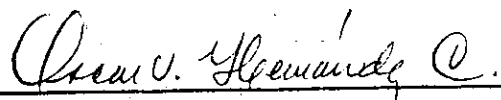
Vo. Bo.:

(f)   
Ing. Agrónomo Oscar Vinicio Hernández (Ms. Sc.)  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Ms. Sc. Julio R. Tejada

(f)   
Ing. Agrónomo Mario R. Vela D. (Ms. Sc.)

(f)   
Ing. Agrónomo Oscar Vinicio Hernández (Ms. Sc.)

Fecha de aprobación:

Agosto de 1983

# C O N T E N I D O

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| AGRADECIMIENTO                                | vii           |
| RESUMEN                                       | xi            |
| I. INTRODUCCION                               | 1             |
| A. Limitaciones de la investigación           | 4             |
| II. REVISION DE LITERATURA                    | 7             |
| A. Historia                                   | 7             |
| B. Descripción botánica                       | 8             |
| C. Antecedentes de reguladores de crecimiento | 11            |
| III. MATERIALES Y METODOS                     | 15            |
| A. Localización                               | 15            |
| B. Clima                                      | 15            |
| C. Suelos                                     | 15            |
| D. Material experimental                      | 16            |
| 1. Variedad                                   | 16            |
| 2. Fertilizante                               | 16            |
| 3. Bio-estimulante                            | 16            |
| E. Metodología experimental                   | 18            |
| F. Manejo del experimento                     | 20            |
| 1. Semillero                                  | 20            |
| 2. Preparación del terreno                    | 21            |
| 3. Fertilización                              | 21            |
| 4. Cosecha                                    | 22            |
| 5. Aplicación de ergostím                     | 22            |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION                    | 23            |
| A. Resultados                                 | 23            |
| B. Resultados de los análisis de varianza     | 29            |
| C. Discusión                                  | 33            |
| D. Costos de producción                       | 34            |
| V. CONCLUSIONES                               | 39            |
| VI. BIBLIOGRAFIA                              | 41            |

## LISTA DE CUADROS

| <u>Cuadro</u> |   | <u>Página</u> |
|---------------|---|---------------|
| 1.            | Fertilizante aplicado en los diferentes tratamientos en el cultivo del tomate UC 82 A   | 17            |
| 2.            | Fertilizante aplicado en los diferentes tratamientos según análisis de suelo en cultivo de tomate UC 82 A                           | 18            |
| 3.            | Dosis de ergostím y fertilizante aplicado en la variedad de tomate UC 82 A  | 20            |
| 4.            | Producción total de fruto de tomate y sus porcentajes relativos   | 25            |
| 5.            | Producción comercial del fruto de tomate UC 82 A y sus porcentajes relativos  | 26            |
| 6.            | Análisis de varianza para la producción total de fruto  | 30            |
| 7.            | Análisis de varianza para la producción de fruto comercial  | 31            |
| 8.            | Análisis de varianza con los valores transformados en la producción de fruto comercial de tomate UC 82 A                            | 32            |
| 9.            | Análisis económico de la producción de fruto comercial de tomate  | 36            |
| 10.           | Rentabilidad en orden decreciente del análisis económico de los tratamientos evaluados en la producción del fruto de tomate UC 82 A | 37            |

## LISTA DE FIGURAS

| <u>Figura</u> |  | <u>Página</u> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Producción total de tomate de los tratamientos en toneladas/hectárea     | 27            |
| 2             | Producción comercial de tomate de los tratamientos en toneladas/hectárea | 28            |
| 3             | Rentabilidad de la producción comercial de tomate, variedad UC 82 A      | 38            |

## RESUMEN

El tomate (Lycopersicum esculentum Mills) es uno de los productos hortícolas que más se consumen en estado fresco. Su producción es una de las más delicadas en cuanto al manejo del cultivo, industrialización y comercialización; ocupa un lugar importante en la economía de Guatemala. La investigación sobre nuevos productos químicos, bioquímicos, técnicas de cultivo, manejo y fertilización que se realice con el fin de obtener mejores rendimientos en cosecha y precios, será de mucho beneficio para el productor y consumidor.

El trabajo de investigación fue conducido durante el año agrícola 1981/1982 en la finca San Juan, ubicada en el valle de Monjas, del Departamento de Jalapa, situada a 960.68 m sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 22.02° centígrados con precipitación media anual de 956.7 mm y humedad relativa 65.4%. El suelo es de textura arcillosa, con un pH de 5.5.

El objetivo prefijado fue el de estudiar el efecto del bio-estimulante ergostim en la variedad de tomate UC 82 A (Lycopersicum esculentum Mills) a dosis de 350 cc y 700 cc por hectárea, en dos aplicaciones. Una al 50% de la flora-

ción y la otra al 90% de la misma, usando a la vez, dos niveles de fertilización 586.50 kg. y 1,115.00 kg por hectárea.

Se empleó el diseño de Cuadrado Latino con arreglo factorial. Durante el desarrollo del experimento se realizaron las labores requeridas para el cultivo que se emplean en la región mencionada.

El mayor rendimiento de tomate fue logrado cuando se aplicó el ergostim a dosis de 350 cc y 586.5 kg de fertilizante por hectárea. La aplicación se realizó en las dos épocas de floración mencionadas.

El rendimiento obtenido fue de 42.88 ton/ha. Con el otro tratamiento de 750 cc de ergostim y 1,115 kg de fertilizante se obtuvo un rendimiento de 34.94 ton/ha.

El porcentaje relativo de incremento obtenido en la producción, comparado con el del testigo, es similar al mencionado por otros autores citados en el presente trabajo; pero estadísticamente no es significativo con respecto a los niveles de fertilización empleados en la investigación efectuada en Monjas, Jalapa.

## I. INTRODUCCION

En Guatemala, el cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum Mills) ocupa un lugar importante en la economía nacional, especialmente para los pequeños y medianos agricultores de la zona sur-oriental. Esta hortaliza permite la rotación o diversificación de cultivos durante el año, por ser de período vegetativo relativamente corto. Los agricultores generalmente lo cultivan después del maíz y frijol. Los precios de venta en el mercado interno y externo (El Salvador) les permite obtener una rentabilidad aceptable.

En los últimos años se ha observado en Guatemala un incremento en el consumo de tomate fresco e industrializado en forma de salsa, de pasta o de jugo. En la década del 70 se establecieron nuevas industrias especializadas en el procesamiento, las cuales compran el tomate a precios acordes a la variedad, sabor, tamaño y calidad del fruto. Esto viene a compensar los costos de las labores técnico-agrícolas que exige este cultivo para alcanzar altos rendimientos y calidad. Con el establecimiento de Alimentos Kern's de Guatemala (11), en 1958, se inició la producción de tomate industrial en el oriente del país principalmente en Zacapa y Chiquimula. Los rendimientos siempre fueron bajos, pero en el año 1978, Alimentos Kern's de Guatemala hizo un nuevo esfuerzo agronómico

en beneficio de la industria y de los agricultores, buscando el incremento sustancial de los rendimientos. Con el éxito logrado, la industria tomatera obtuvo la estabilización de precios pagados al agricultor en los años 1979 a 1982. Los rendimientos obtenidos por los agricultores se elevaron significativamente de 17 ton/ha a 23 ton/ha en la zona de Zacapa y hasta 89 ton/ha en el valle de Salamá, Baja Verapaz (11).

Con el establecimiento de la planta industrial de tomate en Zacapa, propiedad de los agricultores de la zona, y las experiencias adquiridas, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, se interesó en resolver el problema a través del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Para ello se iniciaron estudios en 1980/1981 sobre adaptabilidad de 96 variedades de tomate procedentes de California, Estados Unidos de América. Un ensayo experimental se estableció en Jutiapa y otro en el valle de Monjas, en dichos años, según información de dicho instituto. Los resultados de estos ensayos están siendo tabulados para darlos a publicidad en su oportunidad (11).

"De acuerdo con los estudios realizados en Guatemala por SIECA-FAO, se estima que el área dedicada al cultivo del tomate durante el año de 1970 fue de 10,900 hectáreas con un rendimiento de 6,350 kg/ha con un valor de Q8.7 millones.

Para el año de 1990 se estima una extensión de 16,400 hectáreas con un rendimiento de 10,548 kg/ha, con un valor de Q12,182,000" (6).

En Guatemala hay zonas bien definidas para este cultivo, las cuales reúnen los requerimientos necesarios para el buen desarrollo del mismo. Entre estas zonas se pueden mencionar: en el Departamento de Zacapa, los municipios de Usumatlán, Estanzuela, Río Hondo, Teculután, Zacapa (aldea La Fragua), Gualán y Cabañas; en el Departamento de El Progreso, los municipios de Sanarate, El Progreso, San Cristóbal y El Jícaro; en el Departamento de Jutiapa, los municipios de El Progreso, Asunción Mita y Atescatempa; en el Departamento de Jalapa, el municipio de Monjas; en el Departamento de Baja Verapaz el municipio de San Jerónimo; en el Departamento de Guatemala, los municipios de Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales; en el Departamento de Chiquimula, los municipios de San Juan Ermita y Chiquimula. En algunos se usan métodos empíricos de cultivo y en otros una mediana tecnología avanzada.

El tomate es uno de los productos hortícolas que más se consumen en estado fresco, siendo su producción una de las más delicadas en cuanto a su cultivo, dada la diversidad de problemas fitopatológicos.

Actualmente se requieren nuevas técnicas de cultivo para la producción intensiva de hortalizas, teniendo como finali-

dad aumentar la productividad y así satisfacer, tanto el mercado interno como el externo. La creciente demanda de alimentos hace necesario emplear técnicas apropiadas de producción, dentro de las cuales está el uso de reguladores de crecimiento como medio para lograr rendimientos satisfactorios. El uso de estos reguladores abrió un vasto campo a la investigación agrícola con propósitos de incrementar la producción de muchos cultivos hortícolas y elevar la rentabilidad.

#### A. Limitaciones de la investigación

El crecimiento de una planta es resultado de muchos factores que afectan el rendimiento. Genéticamente, cada especie vegetal tiene cierto potencial para transformar en materia seca los nutrimentos minerales, energía solar, compuestos de dióxido de carbono y agua (3).

Según Donovan (5), agrónomicamente el rendimiento de un cultivo puede ser relacionado con un amplio rango de factores y lo plantea con la ecuación siguiente:

$$\text{Rendimiento} = f(\text{cultivo, suelo, clima... manejo})$$

Si se analiza la interrelación de estos factores, la evaluación de dosis de un bio-estimulante aplicado a la planta, no provee por sí sola la información suficiente para predecir el rendimiento de un cultivo; por lo que la contribución de todos los factores deberá ser cuantificada matemáticamente si la aplicación de un regulador tuviera que realizarse.

Por lo tanto, el propósito de la evaluación de los bio-estimulantes en las plantas es el proveer una guía sobre la contribución que se espera obtener de productos específicos en el rendimiento de la cosecha, y de otras enmiendas. La respuesta del rendimiento a los bio-estimulantes añadidos deberá, por lo tanto, ser relacionada con situaciones específicas del ecosistema y el cultivo.

Por la importancia de las consideraciones anteriores, se llevó a cabo el presente trabajo, efectuando aplicaciones de diferentes dosis del regulador de crecimiento de nombre comercial ergostim con dos niveles de fertilización. Dichos tratamientos se aplicaron a la variedad de tomate UC 82 A de tipo industrial, bajo condiciones de suelo y manejo similares a las usadas en la región. Los propósitos establecidos fueron:

- 1) Determinar si por medio de la aplicación del ergostim, se logra aumentar el rendimiento en la producción de tomate;
- 2) Determinar la dosis adecuada del bio-estimulante, la cual influye en la obtención de un rendimiento más rentable;
- 3) Evaluar la respuesta del bio-estimulante asociada a la dosis más alta de fertilización que las comúnmente usadas en la zona; y
- 4) Determinar la relación costo-beneficio, cuando se use este bio-estimulante.

En base a lo anterior, se plantearon las hipótesis si-

güentes: una en la que se espera igual rendimiento e igual calidad de tomate cuyas plantas fueron tratadas con ergostim, en comparación con plantas sin tratamiento o plantas testigo; y la segunda, que el uso de este coadyuvante no mejora la calidad ni el rendimiento del fruto de tomate.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Historia

Los españoles introdujeron el tomate en Europa, después del descubrimiento de América, conservándole el mismo nombre con que se le denominaba, en lengua Nahuatl, por nativos mexicanos, "tomate". Las poblaciones originarias de México y Perú, no utilizaron nunca sus frutos en su alimentación. Tanto es así, que los españoles lo definieron como planta ornamental.

Según Anderlini (1), "La utilización del tomate como planta de interés agrícola, es relativamente reciente; cultivándose escasamente como tal producto agrícola hacia el 1800, aunque a mitad del siglo XVI un audaz experimentador le atribuye propiedades excitantes y afrodisíacas, tal motivo dio lugar al romántico nombre de "Manzana de amor". En Italia se inició el cultivo del tomate en el final de 1600, pero sólo hasta el siglo XIX no se emprende su cultivo".

Según Kern's (11), "A principios de 1900, comenzó su industrialización y desde 1950, en California, E.U.A., se buscaron soluciones a la producción comercial de tomate, totalmente mecanizado desde siembra a cosecha. En California, se cultiva en un área que en la década del 70, aumentó de 56.5 a 119.7 miles de

hectáreas, con un promedio anual para dicho período de 90 mil hectáreas y una productividad media de 59 ton/ha."

"Fue a partir de 1930, que en Estados Unidos de América se diferenció entre el tomate de mesa y el industrial. Cada uno de ellos siguió diferentes actividades especializadas, de manera que el tomate de mesa se llevó una producción intensiva en invernaderos, alcanzándose rendimientos de 250 toneladas por hectárea y el tomate industrial se mecanizó totalmente, con rendimientos hasta de 135 toneladas por hectárea" (11).

#### B. Descripción botánica

Según Anderlini (1), el tomate (Lycopersicum esculentum Mills) se clasifica en la forma siguiente:

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| Tipo      | Fanerógamas             |
| Sub-tipo  | Angiospermas            |
| Clase     | Dicotiledoneas          |
| Sub-clase | Gamopétalas             |
| Orden     | Tubiflores polemoniales |
| Familia   | Solanáceas              |
| Género    | Lycopersicum            |
| Especie   | esculentum              |

El tomate es una planta herbácea bifurcada, no es anual como normalmente se cree. Sin embargo, ocasionalmente su ciclo puede ser anual debido a las condiciones climáti-

cas. También puede ser bienal y de distinta duración, según sea la variedad. Hay variedades de notable vigor que continuamente producen brotes axilares. Hay otras enanas, denominadas autopotadas que detienen precozmente su desarrollo.

El tomate puede alcanzar alturas de 0.50 a 1.50 m. Las hojas son alternas, imparipinadas, de 15 a 45 cm de largo, desigualmente pinadopartidas en 5 a 9 segmentos acorazonados u ovalados de 5 a 7 cm de largo, hendido-dentados. Las flores son amarillas en cimas corimbiformes, con los pedicelos articulados; de cáliz herbáceo y persistente, corola con su limbo hendido en 5, 6 o más partes, y con 5, 6 o más estambres insertos en la garganta de la corola saliente. Los filamentos cortos y las anteras oblogocónicas, trabadas con una membrana que sobresale del ápice y se abren por una hendidura longitudinal. El ovario es bitrimultilocular y las placentas pegadas al disepimiento y multi-ovaladas. (15)

El fruto del tomate (15) pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos. Es una verdadera baya. Su tamaño es variable y su forma esférica, bastante deprimida en su base y con surcos meridianos espaciados desigualmente; éstos de distinta profundidad y poco marcados en algunas variedades. La superficie del fruto es lisa y está formada por un epicarpio delgado, pero algo resistente y brillante en el exterior. Es verde antes de la maduración y se convierte en rojo vivo al producirse ésta. Interior-

mente está dividido en siete celdas desiguales llenas de sustancia pulposa, rojiza y acuosa, en las que se hallan las semillas. El olor es aromático, característico y el sabor agridulce. Existen algunas variedades de fruto amarillo y una variedad blanca.

La composición química de un fruto de tomate (15) es la siguiente:

| Compuestos                               | Porcentaje |
|--|------------|
| Agua                                     | 93.40      |
| Substancias protéicas                    | 1.00       |
| Materias grasas                          | 0.20       |
| Hidratos de carbono                      | 3.50       |
| Otras materias extractivas<br>no azoadas | 0.50       |
| Celulosa en bruto                        | 0.80       |
| Cenizas                                  | 0.60       |

Además, el fruto es rico en vitamina C, Complejo B y con una cantidad apreciable de las vitaminas A y D. Su valor energético es de 0.23 calorías por gramo.

### C. Antecedentes de reguladores de crecimiento

Los estudios experimentales o los resultados de investigaciones, han recomendado el empleo de sustancias sintéticas reguladoras de crecimiento en ciertos cultivos agrícolas, donde adquieren una importancia económica similar a la de los insecticidas y fungicidas. En la actualidad los reguladores de las plantas se utilizan ampliamente en el control de malas hierbas, en el desarrollo del fruto, control de maduración y tamaño del mismo, en defoliantes, inhibidores de crecimiento y propagación.

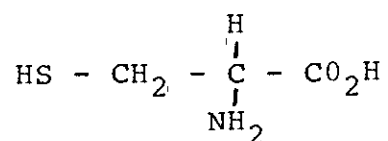
Se reconocen varios tipos de hormonas reguladoras de crecimiento o bio-estimulantes en las plantas, tales como las Auxinas, Giberelinas, Citoquininas e Inhibidores. Estos últimos no están bien delimitados y son más discutidos que los otros tres. Se han dado varios nombres a estas sustancias tales como: sustancias de crecimiento, reguladores de crecimiento, fito-hormonas, hormonas de crecimiento y bio-estimulantes. Estos variados términos no han sido aún preferidos y utilizados a conciencia (13).

Las hormonas de las plantas llamadas fito-hormonas son reguladores producidos por las mismas plantas; sustancias que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de aquellas. El término "hormona" empleado correctamente, se aplica en exclusividad a los productos naturales de las plantas, sin embargo, el término "regulador" no se limita a los compuestos

sintéticos, sino que puede incluir también hormonas. El término regulador, debe utilizarse en lugar de hormona, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilizan para el manejo de cultivos (12).

Ergostím es la marca registrada de la Folcisteína (FOP) es un compuesto derivado del ácido tiazolidón -4- (ATC), 0.1% de ácido fólico y cantidades mínimas de coadyuvantes y estabilizantes.

De acuerdo a su naturaleza química, la cisteína se encuentra clasificada dentro de los aminoácidos con grupos R polares; pero sin carga eléctrica. "La mayoría de estos aminoácidos contienen residuos R polares que pueden participar en un enlace por puente de hidrógeno. Algunos de ellos poseen un grupo hidroxílico (serina, treonina y tirosina) o bien grupo sulfhidrilo (cisteína), mientras que otros dos, la asparragina y la glutamina, poseen grupos amidas (3)."



Estructura de L - cisteína

Considerando la trascendencia de los mecanismos de acción bioquímica y fisiológica de los grupos tiólicos en el organismo viviente, según Brachet y Stern citados por Hurtado (7), éstos actúan en la molécula protéica, en función del

aparato mitótico de la división celular por estimulación de la morfogénesis y de los procesos de crecimiento.

Los grupos SH (grupo sulfhidrilo) han sido identificados en los cromosomas, donde estos grupos juegan una misión particular en la síntesis protéica y en el transporte de la albúmina en el citoplasma; asimismo, pueden influir sobre los procesos de oxi-reducción. Los grupos SH estimulan también el mecanismo de regulación de la respiración en la cadena respiratoria (7).

"Las investigaciones fisiológicas con ergostím indican a su vez un mejoramiento de los procesos de transpiración y un aumento de la intensidad de la fotosíntesis; proceso fundamental de las plantas, que permite la acumulación de las sustancias orgánicas y favorece el aumento de la producción" (7).

"Los datos de la investigación bioquímica pone en evidencia las mejoras cualitativas de las plantas tratadas con ergostím sobre la precocidad del desarrollo y maduración y sobre todo en el aumento de las cosechas" (7).

En 1977, Cerna y de la Torre, citados por Hurtado (7), probaron diferentes dosis y épocas de aplicación de ergostím en arroz (Oriza sativa L.) al transplante. Encontraron mayores rendimientos con la dosis de 250 cc por hectárea en la floración, sin diferir significativamente con el tratamiento

de 500 cc/ha. A su vez, estos tratamientos superaron significativamente al testigo sin aplicación de ergostím.

Pachon y Pérez (9), determinaron en este mismo cultivo que todas las parcelas tratadas con ergostím superaron al testigo, obteniéndose incrementos de 1.48 y 1.34 kg/parcela en relación con el testigo, cuando se usaron las dosis de 400 cc/ha. El mejor tratamiento fue el combinado con la época de macollamiento-embuchamiento-floración.

En 1978, Rimachi, citado por Hurtado (7), probó diferentes dosis y épocas de aplicación de ergostím en el cultivo del algodón (Gossypium hirsutum), encontrando que las aplicaciones del bio-estimulante incrementan los rendimientos en un 11% en relación con el testigo sin aplicación. En 1980, Hurtado (7), probó diferentes bio-estimulantes, entre ellos ergostím y atonik en el mismo cultivo. Los resultados indicaron que el mejor tratamiento fue el de ergostím a la dosis de 0.625 lts/ha (1.08%), dosis que incrementó el rendimiento en un 30% con relación al testigo. La aplicación se hizo al 50% del botonamiento con un rendimiento de 4.29 ton/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Localización

El ensayo se realizó en la época de verano, de noviembre 1981, a la segunda quincena de marzo 1982, en la finca San Juan, ubicada en el Valle de Monjas, municipio del mismo nombre, en el Departamento de Jalapa. El banco de marca establecido por la Dirección General de Caminos en la salida de la cabecera municipal, establece que está a 960.68 m sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 14° 30' 00" y longitud oeste de 89° 52' 20".

#### B. Clima

El promedio de temperatura media máxima anual durante la década de 1970 a 1979, fue de 28.4° C y la media mínima de 15.0° C. La temperatura media fue de 22.02° C. En esa misma década, la precipitación media anual fue de 956.7 mm en 95 días de lluvia. Hubo 2,521.70 horas de luz solar al año. La evaporación a la sombra fue de 3.9 mm y a la intemperie de 5.06 mm según consulta hecha por el autor al personal del INSIVUMEH.

#### C. Suelos

Según Simmons, C.S., J.M. Tárano y J. Pinto (14), los suelos de la zona se identifican dentro de la serie Chicaj de

material madre de ceniza volcánica, cementada, de color gris claro. El relieve es casi plano con drenaje interno lento. El suelo superficial es de color gris muy oscuro, de textura arcillosa plástica. La profundidad efectiva es de 30 cm. El sub-suelo es de arcilla pomácea cementada. El pH del suelo de la finca fue de 5.5. Reacción ácida moderada. El autor lo clasificaría dentro de la clase agrológica II.

#### D. Material experimental

Variedad. Para el estudio se utilizó la variedad de tomate UC 82 A.

Fertilizante. La cantidad y fórmula del fertilizante aplicado, según análisis de suelo, se muestra en los Cuadros 1 y 2.

Bio-estimulante. Se empleó ergostím (ácido fólico + cisteína), en dosis de 350 cc y 700 cc por hectárea y 0 cc como testigo absoluto aplicado en el 50% de floración (45 días) y 90% floración (65 días). Ver Cuadro 3.

Cuadro 1. Fertilizante aplicado en los diferentes tratamientos en el cultivo del tomate UC 82 A.

A. Fertilizante usado en la región

| <u>Fórmula comercial</u> |                       |                       | Total<br>kg/ha | <u>Total kg/ha</u> |       |       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|--------------------|-------|-------|
| <u>N<sup>1/</sup></u>    | <u>P<sup>2/</sup></u> | <u>K<sup>3/</sup></u> |                | N                  | P     | K     |
| 15                       | 15                    | 15                    | 456.32         | 68.45              | 68.45 | 68.45 |
| 46                       | 00                    | 00                    | 130.18         | 59.88              | 00.00 | 00.00 |
| TOTAL                    |                       |                       | 586.50         | 128.33             | 68.45 | 68.45 |

B. Fertilizante experimental

| <u>N<sup>1/</sup></u> | <u>P<sup>2/</sup></u> | <u>K<sup>3/</sup></u> | kg/ha    | N      | P     | K      |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------|-------|--------|
| 15                    | 15                    | 15                    | 195.00   | 29.32  | 29.32 | 29.32  |
| 46                    | 00                    | 00                    | 276.00   | 127.00 | 00.00 | 00.00  |
| 13.75                 | 00                    | 44                    | 644.00   | 88.55  | 00.00 | 283.36 |
| TOTAL                 |                       |                       | 1,115.00 | 244.87 | 29.32 | 312.68 |

Fuentes fertilizantes

1/ N = NH<sub>4</sub> y NO<sub>3</sub>

2/ P = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

3/ K = K<sub>2</sub>O

Cuadro 2. Fertilizante aplicado en los diferentes tratamientos según análisis de suelo en cultivo de tomate UC 82 A.

| Elemento<br>kg/ha | Fertilizante<br>requerido<br>según el<br>Potash Phosphate<br>Institute<br>a/ | Análisis<br>de<br>suelo<br>b/ | Fertilizante<br>experimental | Fertilizante<br>usado en la<br>región |
|-------------------|--|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| N                 | 262.00   | 15.65                         | 244.87                       | 128.33                                |
| P                 | 98.44  | 69.10                         | 29.32                        | 68.45                                 |
| K                 | 524.48   | 199.50                        | 312.68                       | 68.45                                 |

a/ Plant food utilization, Research Education, Potash & Phosphate Institute, 1649 Tullie Circle, Atlanta, Ga. 30329, U.S.A.

b) Resultados de análisis de suelos según Laboratorios HEMCO Consultores Agrícolas.

## E. Metodología experimental

### 1. Diseño experimental

El experimento fue establecido con un diseño de Cuadrado Latino con arreglo factorial contando con 6 tratamientos, incluyendo 1 testigo y 6 repeticiones.

Se establecieron 36 parcelas experimentales con un área total de 1,085.40 m cuadrados (27.00 m por 42.2 m). En cada parcela se plantaron cinco hileras de 4.50 m de ancho

y de 6.70 m de largo con 100 plantas en total. La distancia de plantación fue de 0.75 m entre hileras y 0.30 m entre plantas. El área útil de cosecha fue de una hilera, dejando las dos hileras de los lados como bordes; el largo neto fue de 4.80 m para dar una parcela neta de 3.60 m cuadrados, con una población de 16 plantas por parcela. Para el efecto, las plántulas empleadas fueron extraídas del semillero previamente sembrado.

Para evaluar el peso de los frutos cosechados se procedió de la manera siguiente:

En cada parcela cosechada se puso una etiqueta con las referencias de su número correspondiente, luego esta tarjeta se colocó en el recipiente que se llevó a la balanza para determinar:

- a. Peso en kg de los frutos de buena calidad cosechados, aptos para el mercado;
- b. Peso en kg de frutos cosechados en estado verde;
- c. Peso en kg de frutos no deseables, por efectos de daños mecánicos, fisiológicos, fungosos o causados por insectos.

Cuadro 3. Dosis de ergostím y fertilizante aplicado en la variedad de tomate UC 82 A.

| Tratamiento | Ergostím<br>cc/ha | Fertilizante<br>kg/ha |
|-------------|-------------------|-----------------------|
| 1           | 700               | 586.50                |
| 2           | 350               | 586.50                |
| 3           | 0                 | 586.50                |
| 4           | 700               | 1,115.00              |
| 5           | 350               | 1,115.00              |
| 6           | 0                 | 1,115.00              |

## F. Manejo del experimento

### 1. Semillero

Se preparó un tablón de 20 m de largo por 1.10 m de ancho, a una altura de 0.30 m, removiendo el suelo hasta dejarlo bien mullido y suelto. En seguida para esterilizar el suelo, se aplicó bromuro de metilo, a razón de una libra por cada 10 metros cuadrados. Se procedió a sembrar la semilla cinco días después de aplicado el esterilizante. La semilla de tomate se sembró a razón de 4 onzas por cada

mesa de 20 m de largo. Se cubrió con paja de gramíneas y se regó para proveerle la humedad adecuada. El riego se repitió cada dos días.

De 6 a 15 días posteriores a la germinación, se eliminó la cobertura de paja.

## 2. Preparación del terreno

El terreno se preparó en la forma tradicional empleada en la región, y consiste en un pase de arado y dos pasadas de ras- tra. Luego se surqueó con un arado de doble vertedera a la distancia deseada. El trasplante se realizó cuando las plántu- las tenían una altura de 0.20 m.

## 3. Fertilización

La primera fertilización se efectuó a los 12 días después del trasplante y la segunda a los 37 días posteriores al tras- plante.

En los Cuadros 1 y 2, se presentan las dosificaciones usa- das y la fórmula del fertilizante compuesto y la del simple.

Los fertilizantes se aplicaron tal como es costumbre en la zona, o sea al pie de la planta, a una distancia de 12 a 15 cm del tallo de la planta y a una profundidad de 6 a 7 cm.

Además, durante el desarrollo de la plantación, se realizaron los controles fitosanitarios adecuados, comúnmente usados en la región.

#### 4. Cosecha

La recolección de los frutos se efectuó a los 75 días del trasplante y se terminó a los 125 días, realizando un total de 8 cortes por tratamiento. La cosecha se realizó cada 7 días, recolectando los frutos maduros (rojos), sazones (amarillentos), así como los frutos que estuviesen enfermos o deteriorados por larvas de insectos u otro daño mecánico.

#### 5. Aplicación de ergostím

Para la aplicación del ergostím, se utilizó una bomba aspersora con capacidad de veinte litros, con boquilla fina y pico simple, con una presión de 30 libras/pulgada cuadrada, cuidando dar una cobertura total de la planta en la pulverización.

Para la aplicación del producto se calibró el equipo por tratamiento.

Se hicieron dos aplicaciones del producto, la primera a los 45 días de trasplante, con una floración del cincuenta por ciento, usándose las dosis de 175 y 350 cc. A los 75 días se aplicó la misma dosis, con una floración del noventa por ciento, lo cual hizo un total de 350 cc y 70° cc por hectárea, para los tratamientos en estudio.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### A. Resultados

En el presente trabajo de investigación, se utilizó un nivel de fertilización no usual en Guatemala, que es bastante alto con relación al testigo. Este último se tomó con base a la fertilización comúnmente usada en la región, debido a que se carece de fuentes de información referente a la fertilización del tomate. La cantidad de fertilizante experimental aplicado, fue tomado de una publicación del "Plant Food Utilization" del Instituto de la potasa y el fosfato de los Estados Unidos de América (10). Se usó esa información con conocimiento de causa, ya que esos niveles tan altos de fertilización son resultados experimentales o bien son recomendados para los suelos de ese país. Suelos que previamente han sido analizados detalladamente sobre sus requerimientos de fertilización y sobre su utilización anterior. Por otro lado, las respuestas altas en producción que de ellos se esperan, están correlacionadas con el efecto del clima, horas de luz, distancias de siembra y variedades de alto rendimiento. Factores que son afines para esas latitudes y que van paralelas a las altas dosis de fertilizante.

El fin de usar una dosis alta de fertilizante fue considerar las respuestas del bio-estimulante ergostím a estas altas dosis y compararlas con las usuales de la región de Monjas.

El parámetro utilizado para evaluar el presente trabajo y determinar la dosis más adecuada de ergostím más fertilizante que incrementa la producción, fue el peso promedio del fruto, expresado en kilogramos por parcela neta experimental y luego convertido a toneladas métricas por hectárea. De esta manera se calculó la producción total y la producción del fruto comercial.

La producción total, Cuadro 4 y Fig. 1, muestran que con la aplicación de 350 cc de ergostím y 586.0 kg de fertilizante por hectárea, hay una diferencia matemática relativa del 11.35% en comparación con el testigo; y de un 32.63% con relación al tratamiento de menor rendimiento, que se obtuvo aplicando 1,115.0 kg de fertilizante y 350 cc de ergostím por hectárea.

Para la producción de fruto comercial, Cuadro 5 y Fig. 2, muestran que para el mismo tratamiento (350 cc de ergostím y 586.0 kg de fertilizante por hectárea), hay una diferencia matemática relativa del 14.78% con referencia al testigo y de 49.57% respecto al tratamiento de menor rendimiento que es de 1,115.00 kg de fertilizante y 350 cc de ergostím por hectárea.

Cuadro 4. Producción total de fruto de tomate y sus porcentajes relativos.

| Tratamientos<br>(hectáreas)                           | Ton/ha | % Relativo<br>testigo | % Relativo<br>Rendimiento |
|---|--------|-----------------------|---------------------------|
| 586.50 kg fertilizante +<br>350 cc de ergostím        | 40.88  | 11.35                 | 32.63                     |
| 1,115.00 kg fertili-<br>zante                         | 39.88  | 8.60                  | 29.35                     |
| 586.50 kg fertilizante +<br>700 cc de ergostím        | 39.75  | 8.25                  | 28.96                     |
| Testigo   | 36.72  | 00.00                 | 19.12                     |
| 1,115.00 kg fertili-<br>zante +<br>700 cc de ergostím | 35.63  | 2.95                  | 15.56                     |
| 1,115.00 kg fertili-<br>zante +<br>350 cc de ergostím | 30.83  | 16.04                 | 00.00                     |

Cuadro 5. Producción comercial del fruto de tomate,  
UC 82 A y sus porcentajes relativos.

| Tratamientos<br>(hectáreas)                           | Ton/ha | % Relativo<br>testigo | % Relativo<br>Rendimiento |
|---|--------|-----------------------|---------------------------|
| 586.50 kg fertilizante +<br>350 cc de ergostím        | 34.94  | 14.78                 | 49.57                     |
| 1,115.00 kg fertili-<br>zante                         | 34.67  | 13.89                 | 48.41                     |
| 586.50 kg fertilizante +<br>700 cc de ergostím        | 33.61  | 10.41                 | 43.87                     |
| Testigo   | 30.44  | 00.00                 | 30.30                     |
| 1,115.00 kg fertili-<br>zante +<br>700 cc de ergostím | 29.97  | 1.55                  | 28.29                     |
| 1,115.00 kg fertili-<br>zante +<br>350 cc de ergostím | 23.36  | 23.26                 | 00.00                     |

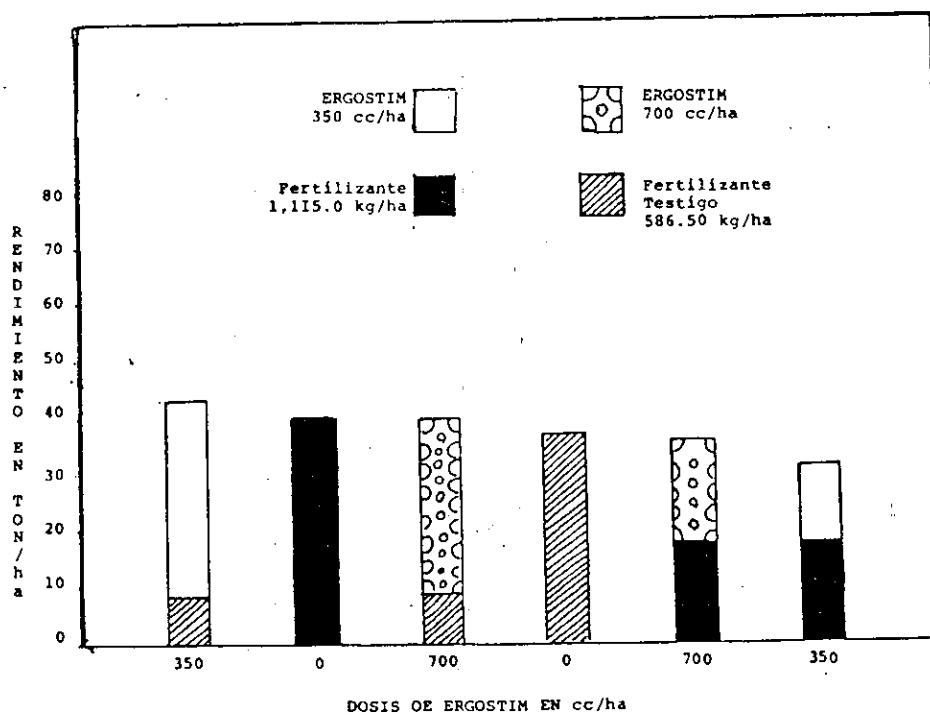


FIG. 1 Producción total de tomate de los tratamientos en toneladas/hectárea

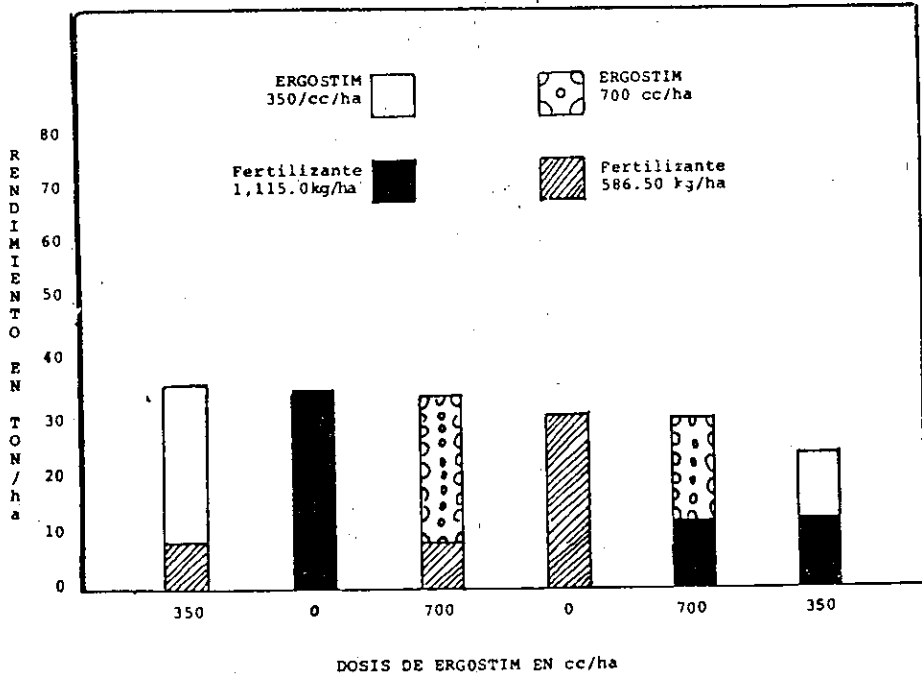


FIG. 2 Producción comercial de tomate de los tratamientos en toneladas/hectárea

## B. Resultados de los análisis de varianza

Al efectuar los análisis de varianza (Cuadros 6 y 7) que representan la producción total y comercial por tratamiento estudiado, no mostraron diferencia significativa en los diferentes tratamientos a niveles del 5% y 1%.

El coeficiente de variación obtenido, mostró en el caso de la producción total, un porcentaje de 22.86 y para la producción de fruto comercial, una variación de 25.38%, este porcentaje no es permisible dentro de los parámetros de investigación para cultivos de temporada y hortalizas, ya que sobrepasan lo estimado que es del 20% (14).

El porcentaje anterior obtenido para la producción total y comercial de fruto, mostró una notoria relación entre la media y la varianza, en tal forma que el tratamiento de mayor varianza también tiene mayor media.

Para mayor confiabilidad de los análisis estadísticos, se transformaron los datos mediante la fórmula  $\sqrt{X}$ , siendo X el valor observado (14). Los resultados los muestra el Cuadro 8, indicando que los datos son más confiables, en tanto que las varianzas estimadas por los rangos en los tratamientos, son más homogéneos y el C.V. más bajo (14.70%) para la producción de fruto comercial.

De acuerdo a los resultados anteriores, que no mostraron ninguna diferencia significativa entre medias de trata-

Cuadro 6. Análisis de varianza para la producción total de fruto

| Causas de Variación            | G.L. | SC      | CM      | FC     | $\frac{FT}{0.05}$ | $\frac{FT}{0.01}$ |
|--------------------------------|------|---------|---------|--------|-------------------|-------------------|
| Hileras                        | 5    | 94.12   | 18.82   |        |                   |                   |
| Columnas                       | 5    | 444.94  | 88.99   |        |                   |                   |
| Tratamientos                   | 5    | 373.73  | 74.75   | 1.68NS | 2.71              | 4.10              |
| Fertilizante                   | 1    | 72.763  | 72.763  | 1.63NS | 4.35              | 3.49              |
| Bio-estimulante                | 2    | 62.293  | 31.149  | 0.70NS | 3.49              | 5.85              |
| Fertilizante x bio-estimulante | 2    | 238.669 | 119.334 | 2.67NS |                   |                   |
| Error                          | 20   | 890.66  | 44.53   |        |                   |                   |
| Total                          | 35   | 1803.45 |         |        |                   |                   |

N. S. entre tratamientos

N. S. entre fertilizantes

N. S. entre bio-estimulantes

Cuadro 7. Análisis de varianza para la producción de fruto comercial.

| Causas de Variación            | G.L. | SC      | CM     | FC      |  | $\frac{FT}{0.05}$ | $\frac{FT}{0.01}$ |
|--------------------------------|------|---------|--------|---------|--|-------------------|-------------------|
| Hileras                        | 5    | 129.35  | 25.87  |         |  |                   |                   |
| Columnas                       | 5    | 589.5   | 117.9  |         |  |                   |                   |
| Tratamientos                   | 5    | 350.68  | 70.14  | 1.83 NS |  | 2.71              | 4.10              |
| Fertilizante                   | 1    | 49.68   | 49.68  | 1.29 NS |  | 4.35              | 3.49              |
| Bio-estimulante                | 2    | 80.193  | 40.09  | 1.04 NS |  | 3.49              | 5.85              |
| Fertilizante x bio-estimulante | 2    | 220.807 | 110.40 | 2.88 NS |  |                   |                   |
| Error                          | 20   | 766.51  | 38.3   |         |  |                   |                   |
| Total                          | 35   | 1836.04 |        |         |  |                   |                   |

C.V. = 25.38

N.S. entre tratamientos

N.S. entre fertilizantes

N.S. entre bio-estimulantes

Cuadro 8. Análisis de varianza con los valores transformados ( $\sqrt{\text{porcentajes}} = \sqrt{X}$ ) en la producción de fruto comercial de tomate UC 82 A.

| Causas de Variación | G.L. | SC     | CM   | FC   | $\frac{FT}{0.05}$ | $\frac{FT}{0.01}$ |
|---------------------|------|--------|------|------|-------------------|-------------------|
| Columnas            | 5    | 1.205  | .241 | .467 | 2.71              |                   |
| Tratamientos        | 5    | 3.65   | .73  | 1.41 | 2.71              |                   |
| Error               | 20   | 10.305 | .515 |      |                   |                   |
| Total               | 35   | 15.16  |      |      |                   |                   |

$$C. V. = \sqrt{\frac{CM_{\text{error}}}{\bar{X}}} \times 100 = \sqrt{\frac{.515}{4.88}} \times 100 = 14.70$$

$$C.V. = 14.70\%$$

miento, no procedía efectuar otra prueba más como Tukey o Duncan.

### C. Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, no existe diferencia significativa con la aplicación de fertilizante comúnmente usado en la región, en relación al fertilizante experimental (dosis altas de fertilizante).

Los Cuadros 9 y 10, así como la Fig. 3, determinan que los tratamientos analizados económicamente, son más rentables cuando se aplica el fertilizante comúnmente usado en la zona que es de 586.50 kg/ha (7 quintales de triple quince más 2 quintales de urea por manzana), con la dosis de 350 cc y 700 cc de bio-estimulante ergostím por hectárea.

De acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de ergostím, se obtiene mayor rendimiento y mejor calidad de fruto, cuando éste es aplicado como un coadyuvante de la productividad. En el caso de los tratamientos en estudio, Cuadro 4 y Fig. 1, el rendimiento total de fruto de tomate, representa un incremento del 11.80% en relación al testigo. En el Cuadro 5 y Fig. 2, se observa que la producción comercial de fruto de tomate tuvo un incremento del 14.78% con relación al testigo.

Con respecto al fertilizante experimental que fue de 1,115.0 kg por hectárea, según los Cuadros 4 y 5, la produc-

ción total y comercial de fruto de tomate produjo un incremento de 8.60 y 13.89% respectivamente, con relación al testigo. Económicamente este tratamiento no es rentable, de acuerdo al análisis efectuado según se muestra en el Cuadro 10 y Fig. 3, comparado con la aplicación de fertilizante comúnmente usado en la región de Monjas.

D. Costos de producción

Los parámetros utilizados para determinar el costo de producción comercial de fruto por hectárea, fueron los siguientes:

1. Tratamientos con fertilizantes de uso común en la región

a. Costos fijos

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Fertilizantes, insumos y mano de obra | 674.98 |
|---------------------------------------|--------|

b. Costos variables

Cosecha de cajas de 23 kg a Q0.15 cada una

Transporte de cajas de 23 kg a Q0.50 cada una

2. Tratamientos con fertilizante experimental:a. Costos fijos

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Fertilizante, insumos y mano de obra | Q983.62 |
|--------------------------------------|---------|

b. Costos variables

Cosecha de cajas de 23 kg a Q0.15 cada una

Transporte de cajas de 23 kg a Q0.50 cada una

Precio de la tonelada Q93.00 cada una

[a] = Total costos fijos + variables por hectárea

[b] = Coeficiente de rentabilidad:  $\frac{B}{C} \times 100^*$ 

\*B = Beneficio

c = Costo

Depreciación de equipo, administración, pago de impuestos y seguro social no están considerados, por lo que esto reduce la utilidad.

Cuadro 9. Análisis económico de la producción de fruto comercial de tomate.

| Tratamientos                                   | Costo por hectárea [a] | Rendimiento ton/ha | Precio Tonelada Q | Ut./ha   | Rentabilidad % [b] |
|--|------------------------|--------------------|-------------------|----------|--------------------|
| 1) 586.50 kg fertilizante + 350 cc ergostím    | Q1,662.33              | 34.94              | 93.00             | 1,587.09 | 95.41              |
| 2) 1,115.00 kg fertilizante + 0.00 cc ergostím | 1,951.12               | 34.67              | 93.00             | 1,273.19 | 65.25              |
| 3) 586.50 kg fertilizante + 700 cc ergostím    | 1,636.68               | 33.61              | 93.00             | 1,489.05 | 90.97              |
| 4) Testigo                                     | 1,522.89               | 30.44              | 93.00             | 1,308.03 | 85.89              |
| 5) 1,115.00 kg fertilizante + 700 cc ergostím  | 1,842.61               | 29.97              | 93.00             | 944.60   | 51.26              |
| 6) 1,115.00 kg fertilizante + 350 cc ergostím  | 1,643.37               | 23.36              | 93.00             | 529.11   | 32.19              |

Cuadro 10. Rentabilidad<sup>1/</sup> en orden decreciente del análisis económico de los tratamientos evaluados en la producción del fruto de tomate UC 82.A.

| Tratamientos                                | Rentabilidad<br>% |
|---|-------------------|
| 586.50 kg fertilizante + 350 cc ergostím    | 95.41             |
| 586.50 kg fertilizante + 700 cc ergostím    | 90.97             |
| Testigo                                     | 85.89             |
| 1,115.00 kg fertilizante + 0.00 cc ergostím | 65.25             |
| 1,115.00 kg fertilizante + 700 cc ergostím  | 51.26             |
| 1,115.00 kg fertilizante + 350 cc ergostím  | 32.50             |

1/ Coeficiente beneficio-costo mayor que 1.00 significa que los beneficios del proyecto exceden a los costos del mismo, cuando ambos se descuentan a los costos de oportunidad del capital. El tamaño del coeficiente del B/C refleja la eficiencia del mismo.

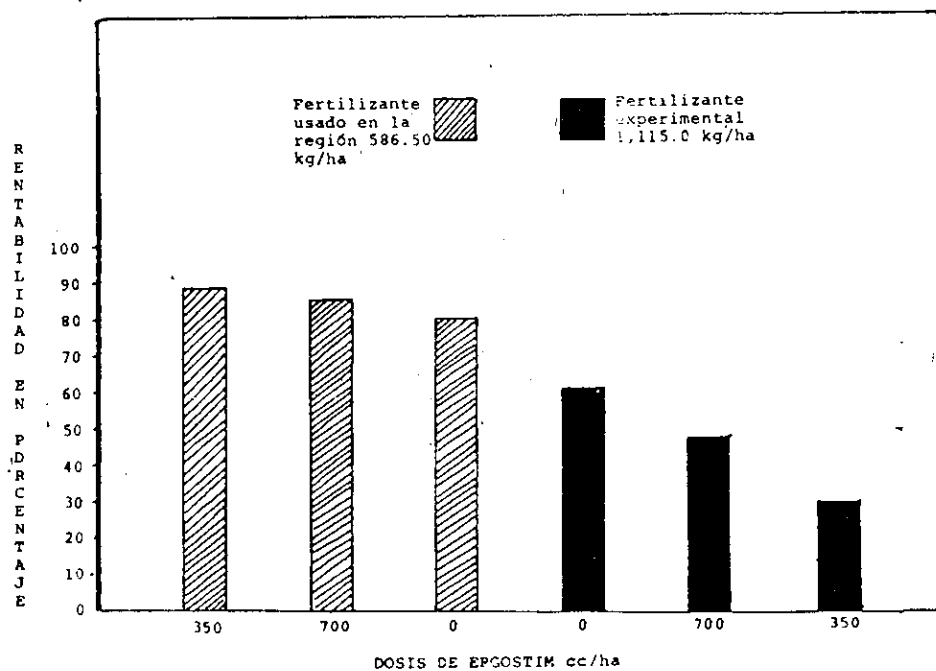


FIG. 3 Rentabilidad de la producción comercial de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mills) Variedad UC 92 A

## V. CONCLUSIONES

El valle de Monjas, es una región adecuada para el cultivo del tomate, de acuerdo a sus condiciones ecológicas y relieve del terreno, especialmente lo que hace que en esa área, los rendimientos sean rentables.

Los suelos del valle de Monjas, tienen niveles aceptables de fertilidad, por lo que no necesitan de grandes enmiendas de fertilizante. Se considera que la práctica de fertilización usada en la región es adecuada, ya que esos suelos no han sufrido erosión severa por su pendiente suave o casi plana.

El mayor rendimiento de fruto de tomate en la producción total y en la producción comercial, fue logrado con ergostím, a una dosis de 350 cc por hectárea, dividida ésta en dos aplicaciones de 175 cc; una cuando la planta presentaba el 50% de floración y la otra cuando presentó el 90%. Se utilizó un nivel de fertilización de 586.5 kg/ha (7 quintales de triple quince más 2 quintales de urea por manzana) aplicados a los 12 y 37 días del trasplante.

El rendimiento de tomate de 36.72 ton/ha para la producción total y de 30.44 ton/ha para la producción comercial, obtenida por el tratamiento testigo, es aceptable ya que es una

producción comprendida dentro del rango de producción de otros experimentos y la obtenida por algunos productores de la región, por lo que es valedera y funcional para seguir usándola en el valle de Monjas.

Aunque el porcentaje relativo obtenido de incremento en la producción con el uso del ergostím, se encuentra dentro de los parámetros investigados por Pachon y Pérez (9) en el cultivo del arroz (Oriza sativa) en Colombia; y Hurtado (7) en el cultivo del algodón (Gossypium hirsutum), en Perú; es importante realizar nuevas investigaciones en el uso de este producto en el cultivo de tomate, para darle más validez a los resultados de la presente investigación.

Guatemala, abril de 1983

## VI. BIBLIOGRAFIA

1. Anderlini, R. 1976. El cultivo del tomate. Tercera edición. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, 211 pp.
2. Cabrera Cruz, V.W. 1978. El uso de la alfalfa (Medicago sativa L.) como fuente de L - triacontanol, un nuevo regulador del crecimiento del tomate (Lycopersicum esculentum Mills). Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 30 pp.
3. Conn, E. y Stumpf, P.K. 1978. Bioquímica fundamental. Tercera edición. Ediciones Limusa. México. 631 pp.
4. Diccionario Geográfico de Guatemala. 1961. Dirección General de Cartografía. Guatemala.
5. Donovan, L. W., R.B. Cate, y L.A. Nelson Jr. 1973. Modelos discontinuos para una rápida correlación, interpretación y utilización de los datos de análisis de suelos y las respuestas a los fertilizantes. Bol. Tec. 7. North Carolina state, University at Raleigh. 106 pp.
6. Garrido A., L.F. 1978. Evaluación de rendimiento de siete variedades de tomate (Lycopersicum esculentum Mills) de procesos bajo humedad en la laguna de Retana. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 28 pp.
7. Hurtado P., G. 1980. Efecto de dos bio-estimulantes en la productividad del algodónero (Gossypium hirsutum) C.V. "Del cerro". Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayque, Perú. 46 pp.
8. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Guatemala.
9. Pachon O., D. y E. Pérez M. 1979. Incidencia de ergostím (ácido fólico más cisteína) en el cultivo del arroz (Oriza sativa). Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad de Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, Ibague, Colombia. 32 pp.

10. Potash and Phosphate Institute. Plant Food Utilization. E.U.A. Atlanta, Ga. 14 pp.
11. Producción de tomate (Lycopersicum esculentum Mills) industrial. 1980. Alimentos Kern's de Guatemala. 44 pp.
12. Reyes, C.P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México. 344 pp.
13. Rossel, C.E. 1979. Efecto de Giberelina en el canje y rendimiento del fruto en dos variedades de tomate (Lycopersicum esculentum Mills) tipo pasta. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 28 pp.
14. Simons, C.S., J.M. Tárano y J.H. Pinto. 1958. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. Ministerio de Agricultura. Edit. José de Pineda Ibarra. 500 pp.
15. Tiscornia, J. 1979. Hortalizas de fruto. Edit. Albatros. S.R.L. Argentina. 200 pp.