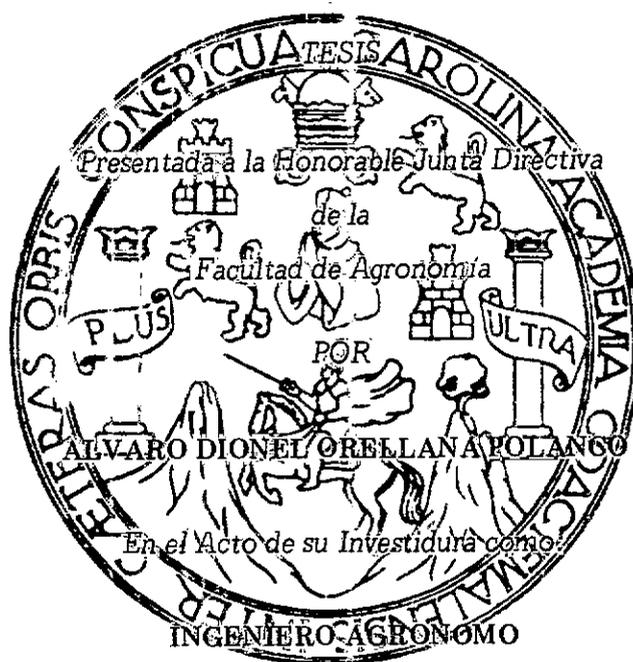


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO FENOLOGICO DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill) EN RELACION A LA FERTILIZACION CON NIVELES DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y K<sub>2</sub>O EN MONJAS, JALAPA"



En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 1,986

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(876)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. José Héctor Aguilar A.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César Castañeda S.
VOCAL 1o.:	Ing. Agr. Oscar R. Leiva Ruano
VOCAL 2o.:	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL 3o.:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL 4o.:	P. A. Leopoldo Jordán Z.
VOCAL 5o.:	P. A. Axel Gómez Ch.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda A.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Carlos Echeverría Escobedo
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Fredy Hernández Ola
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda A.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

25 de noviembre de 1985

Ing. Agr.  
César A. Castañeda S.  
Decano Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento que, atendiendo a la designación que esa decanatura me hiciera, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del estudiante ALBARO DIONEL ORELLANA POLANCO, que se identifica con el carnet No. 57966, titulado: "ESTUDIO FENOLOGICO DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill) EN RELACION A LA FERTILIZACION CON NIVELES DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y K<sub>2</sub>O EN MONJAS, JALAPA.

En tal sentido, considero que dicho trabajo reúne todos los requisitos exigidos por una tesis universitaria, por lo que recomiendo su aprobación, impresión y discusión en su Examen General Público.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Fredy Hernández Ola  
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

21 de enero de 1986

Ingeniero  
César Castañeda S., Decano  
Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

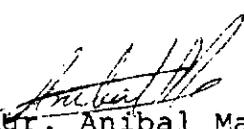
Por este medio informo a usted, que he revisado la Tesis de Grado del estudiante ALBARO DIONEL ORELLANA POLANCO, que se identifica con el carnet No. 57966; titulada: "ESTUDIO FENOLOGICO DEL TOMATE (Lycopersicum esculentum Mill) EN RELACION A LA FERTILIZACION CON NIVELES DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y K<sub>2</sub>O EN MONJAS, JALAPA", la cual se ajusta a las normas establecidas por la Facultad de Agronomía para estos trabajos.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

  
Ing. Agr. Anibal Martínez  
Director

AM/ldev

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

Guatemala, noviembre de 1985

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

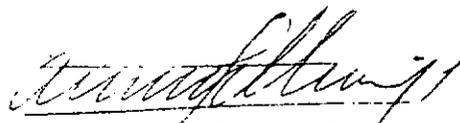
De conformidad a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**"ESTUDIO FENOLOGICO DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill) EN RELACION A LA FERTILIZACION CON NIVELES DE N, P O Y K O en MONJAS, JALAPA".**

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

Esperando contar con vuestra aprobación me suscribo de ustedes.

Atentamente,

  
Albaro Dionel Orellana Polanco

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

*Ovidio Orellana Barrera  
Ada E. Polanco de Orellana*

A MIS HERMANOS:

*Rudy Odberto  
Aida Haydé  
Silvia Adelly  
Dilman Ariel  
Denis Estuardo*

A MI ESPOSA:

*Dinora B. Castro G.*

A MIS HIJOS:

*Alvaro Miguel  
Jorge Miguel*

A MIS

*Familiares,  
amigos y  
compañeros en general*

## TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA ALDEA MORAZAN, MONJAS, JALAPA.

## AGRADECIMIENTO

*El autor desea expresar su sincero agradecimiento:*

*Al Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, por asesorar y revisar el presente trabajo.*

*Al Ing. Agr. Efraín Medina por su colaboración en el mismo.*

*A la Subárea de Métodos de Cuantificación e Investigación de la Facultad de Agronomía, por su colaboración en la parte analítica.*

*Al señor Gilberto Tellez observador del INSIVUMEH en la estación meteorológica "La Ceibita", por el aporte de los datos climáticos.*

*A los agricultores de Morazán, que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.*

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	III
1. INTRODUCCION	1
2. HIPOTESIS	2
3. OBJETIVOS	3
4. REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Concepto de Fenología	4
4.2 Estudios de Fenología en tomate	5
4.3 Estudios de fertilización en tomate	6
5. MATERIALES Y METODOS	10
5.1 Descripción del área experimental	10
5.1.1 Localización	10
5.1.2 Condiciones climáticas	10
5.1.3 Características edáficas	10
5.2 Materiales	10
5.2.1 Variedad y sus características	10
5.2.2 Fuentes de fertilizantes	10
5.3 Métodos	11
5.3.1 Factores	11
5.3.2 Tratamientos	11
5.3.3 Diseño experimental	12
5.3.4 Modelo estadístico	12
5.3.5 Tamaño de la unidad experimental	13
5.3.6 Variables evaluadas	13
5.3.7 Datos climáticos	14
5.3.8 Análisis de la información	15
5.4 Manejo del experimento	15
5.4.1 Preparación de semilleros	15
5.4.2 Preparación del terreno	16
5.4.3 Transplante	16
5.4.4 Fertilización	16
5.4.5 Colocación de tutores	16
5.4.6 Control de plagas y enfermedades	16
5.4.7 Control de malezas	16
5.4.8 Cosecha	16

	Página
6. RESULTADOS Y DISCUSION	17
6.1 Condiciones climáticas	17
6.2 Análisis de regresión y correlación simple	20
6.3 Análisis de regresión y correlación múltiple	33
6.4 Interpretación del análisis químico del suelo	34
6.5 Análisis de varianza y prueba de medias	34
6.6 Análisis para determinar la respuesta a cada factor y DOE	39
7. CONCLUSIONES	46
8. RECOMENDACIONES	47
9. BIBLIOGRAFIA	48
10. APENDICE	51

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la aldea Morazán, Monjas, Jalapa; con el objeto de determinar el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate con respecto al comportamiento de la temperatura, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar considerando diferentes niveles de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en esa zona. Además, se estableció la respuesta y las dosis óptimas económicas de fertilización. Utilizando la variedad Santa Cruz, se evaluaron 4 niveles de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  con el siguiente espacio de exploración: nitrógeno 0, 40, 80 y 120 kg de N/ha, fósforo 0, 30, 60 y 90 kg de  $P_2O_5$ /ha y potasio 0, 40, 80 y 120 kg de  $K_2O$ /ha.

Para la distribución de los tratamientos seleccionados de acuerdo a la Matriz Experimental Plan Puebla I, se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones.

Las variables evaluadas fueron: longitud del tallo principal, área foliar, No. de ramas por planta, No. de racimos por planta, No. de flores por planta, No. de frutos por planta, No. de frutos cosechados por planta, peso (tm/ha), días a floración.

Para medir el grado de asociación existente entre el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación, horas de brillo solar y la longitud del tallo principal, área foliar, No. de ramas por planta, No. de racimos por planta, No. de flores por planta, No. de frutos por planta; se realizaron análisis de regresión y correlación simple y múltiple para los 14 tratamientos de fertilización y el testigo, encontrándose que el tiempo y los elementos climáticos considerados están altamente asociados con la longitud del tallo principal, área foliar, No. de ramas por planta, No. de racimos por planta, No. de flores por planta y No. de frutos por planta; sin que influya significativamente el nivel de fertilización aplicado sobre el grado de asociación, es decir que los valores del coeficiente de correlación que mide el grado de asociación existente, se mantiene en valores altos al variar la cantidad de fertilizante aplicado.

Para determinar si los niveles de fertilización aplicados influyen sobre cada una de las variables evaluadas se realizaron análisis de varianza y pruebas de medias, encontrándose que no existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos para la longitud del tallo principal, área foliar, No. de ramas por planta, No. de racimos por planta, No. de flores por planta, No. de frutos cosechados por planta y días a floración. Sin embargo para el No. de frutos por planta y el peso (tm/ha), sí existen diferencias significativas entre tratamientos al 5 o/o de probabilidades de error, siendo en ambos casos el tratamiento No. 4 en el que se aplican 40 kg de N/ha, 60 kg de  $P_2O_5$ /ha y 80 kg de  $K_2O$ /ha el que presenta los mejores promedios. De acuerdo a éstos resultados, podemos decir que el nitrógeno, fósforo y potasio ejercen un efecto limitante sobre el rendimiento del tomate.

Para determinar la respuesta a los factores (N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ ) y encontrar las dosis óptimas económicas de fertilización, se realizaron análisis de varianza para 8 y 14 tratamientos, método automático de Yates, método Gráfico-estadístico y análisis económico encontrándose que existe respuesta para el nitrógeno y el fósforo únicamente, no así para el potasio, siendo la dosis óptima económica para capital ilimitado de 40 kg de N/ha, 60 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de  $K_2O$ /ha, mientras que las dosis óptimas económicas para capital limitado son en su orden 0, 30, 0 y 40, 30, 0 en kg de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ /ha respectivamente.

## 1. INTRODUCCION

*El cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum Mill) es de gran importancia social y económica en el municipio de Monjas, Jalapa; generando fuentes de trabajo debido a su demanda en la utilización de mano de obra. Por su adaptación a la zona se constituye en fuente de ingresos, consecuencia directa de su utilización en la industria del enlatado, exportación y aumento del mercado para consumo fresco debido a su exquisités y riqueza vitamínica.*

*En ésta región los rendimientos se ven afectados por las condiciones cambiantes de los elementos climáticos y la rentabilidad que se obtiene es muy baja debido más que todo a que los agricultores utilizan dosis de fertilizantes basadas más en criterio empírico que en resultados de investigaciones, lo que provoca que hayan pérdidas por exceso de fertilizantes o por dosificaciones deficientes.*

*Es un hecho, que el clima es uno de los factores del ecosistema que más influencia tiene sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo. En investigaciones realizadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), es despreciado el efecto del clima sobre el comportamiento de la planta, porque es reportado como error experimental.*

*Este estudio pretende aportar información sobre la relación del clima con los fenómenos de crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del tomate, así como: establecer las dosis más adecuadas de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para la zona.*

*La información fué obtenida haciendo observaciones y mediciones de caracteres que muestran el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la planta de tomate. Los datos climáticos necesarios para establecer la relación clima-planta, fueron registrados por la estación meteorológica La Ceibita.*

## 2. HIPOTESIS

- *Los elementos climáticos considerados están altamente asociados con el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate sin influir significativamente el nivel de fertilización aplicado.*
- *El nitrógeno, fósforo y potasio son limitantes en el rendimiento del cultivo del tomate en el área de estudio.*
- *La dosis óptima económica para capital limitado (DOECL), se encuentra dentro de los espacios de exploración estudiados.*

### 3. OBJETIVOS

#### GENERAL

- *Determinar la fenología y la respuesta a la aplicación de niveles crecientes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en el cultivo del tomate en Monjas, Jalapa.*

#### ESPECIFICOS

- *Determinar la fenología del cultivo del tomate considerando diferentes niveles de fertilización en Monjas, Jalapa.*
- *Evaluar el efecto sobre el rendimiento del cultivo del tomate de niveles crecientes de nitrógeno, fósforo y potasio.*
- *Establecer el efecto principal del nitrógeno, fósforo y potasio, interacción entre ellos y la dosis óptima económica para capital limitado (DOECL) en la producción de tomate.*

#### 4. REVISION DE LITERATURA

##### 4.1 CONCEPTO DE FENOLOGIA

La Fenología es la rama de la ciencia que estudia el crecimiento y desarrollo de los vegetales y animales con respecto al clima del lugar y al tiempo atmosférico, a lo largo del año (16, 20, 22).

La fenología de una especie, depende de su genotipo y del ciclo de dinamismo del medio, sobre todo del ciclo climático (16).

Las exigencias meteorológicas de un vegetal varían en forma notable según el momento del desarrollo, por ésta razón, para conocer las características ecológicas de un vegetal es imprescindible dividir la vida de éste en sus varias "etapas", ello se consigue, en forma natural por medio de las fases. Fase, es la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos de las plantas (20).

Para fijar las fases fitofenológicas, se determina la velocidad relativa del crecimiento de los diferentes órganos vegetales, ya sea por medios ópticos o métricos (16).

Los datos meteorológicos necesarios para establecer las relaciones planta-clima pueden ser obtenidos en las estaciones climatológicas del área, no obstante; es necesario comprender las diferencias entre los datos observados en el abrigo meteorológico y aquellos que caracterizan al microclima del cultivo y que pueden ser decisivos para la actividad fisiológica de la planta. También es necesario concentrar la atención en aquellos elementos de importancia fisiológica o que intervienen en períodos críticos (16).

Durante el período vegetativo de la planta se dan períodos críticos respecto a un cierto elemento meteorológico. Por período crítico se debe entender aquel intervalo relativamente breve del período vegetativo, durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a dicho elemento. En esa forma, las oscilaciones en los valores de ese fenómeno meteorológico se reflejan netamente sobre el rendimiento de la planta (20).

Para llegar a obtener la relación clima-planta, el efecto del tiempo meteorológico sobre las plantas, se va sumando a lo largo del ciclo vegetativo, ya que, para que éstas alcancen un determinado estado de crecimiento es necesario que acumulen cierta cantidad de energía; dichas sumatorias se correlacionan con los datos cuantificados de la variación del crecimiento de la planta y de su desarrollo (16).

Según del Bo (4), el buen desarrollo de las plantas, en general está condicionado por dos factores esenciales: el suelo agrícola y el clima de la región. Las plantas, tienen exigencias climáticas bien determinadas, fuera de las cuales no pueden sobrevivir. Los factores atmosféricos a tener en cuenta sobre todo son: la temperatura, la luz, la humedad atmosférica y los vientos. Sus variaciones, en el transcurso de las estaciones, influyen sobre todo en el ciclo vegetativo de las plantas.

#### 4.2 ESTUDIOS DE FENOLOGÍA EN TOMATE

Slatter y Broach, citados por Amador y Vives (1), informan que la temperatura del suelo es importante en el desarrollo radicular y el vástago de la planta; que el tomate no crece en suelos con temperaturas de 15.5 °C ó menores; y de 43 °C ó más en la superficie causa daños a las plántulas.

Botti y Acevedo (5), estudiando el efecto de la temperatura y la luz en la inducción y diferenciación floral del tomate, llegaron a la conclusión que un tratamiento frío de 14 °C en combinación con luminosidad alta (1200 fc) ó media (800 fc) adelanta la inducción y diferenciación floral en por lo menos dos semanas con respecto al tratamiento de 10 °C y en 7 a 3 días con respecto al de 18 °C. De acuerdo a éste trabajo las plantas deben someterse a éstas condiciones desde la aparición de los cotiledones y por un periodo de aproximadamente 14 días.

Lewis, Wittwar y Teubner, citados por Botti y Acevedo (5), indican que en tomate, los primeros 2 ó 3 racimos florales se inician entre la expansión completa de los cotiledones y el estado de dos horas verdaderas. Durante éste tiempo conocido como "periodo sensible" la temperatura, la duración e intensidad de la luz, el nivel de CO<sub>2</sub> y los nutrimentos tienen importancia tanto en la precocidad como en el número de flores de los racimos. A este respecto, Calver, citado por Botti y Acevedo (5), sostiene que el desarrollo de la planta se ve modificado fundamentalmente por la temperatura durante éste periodo.

Sokol, Zimina y Pivovarov (29), estudiando la influencia del ambiente en el crecimiento y desarrollo del tomate, observaron que las condiciones climáticas de Cuba reducen y nivelan la diferencia de los ciclos vegetativos entre las variedades de tomate tempranas y tardías. Así tenemos que en la región de Moscú, la duración del ciclo para la variedad temprana es de 110-115 días y para la variedad tardía de 135-140 días, mientras que en Cuba se reducen a 75-77 para la primera y 82-88 para la segunda, lo cual nos muestra que mientras la diferencia entre variedades en la región de Moscú es de 25-30 días, en Cuba es solo de

7-12 días. Concluyendo que las condiciones climáticas de Cuba reducen y nivelan la diferencia del ciclo vegetativo en el tomate, entre variedades tempranas y tardías de 25 a 30 y 7 a 12 días.

Gonzales y Vives (11), indican que el brillo solar como indicador aproximado de la duración de horas luz, es importante para la fotosíntesis, observando que a lo largo del tiempo en que se cosechó el tomate, hubo una correlación del brillo solar con el número de plantas cosechadas y el total de frutos en algunos tratamientos, aunque no en el peso total, como sí notó Amador (1), sin embargo, ella trabajó en condiciones climáticas diferentes, en las cuales éste factor es limitante, o sea en la época de lluvias donde la nubosidad es abundante y en consecuencia logró un paralelismo entre el número de horas de brillo solar y la producción para cada cosecha, durante todo el periodo de recolección de éste cultivo.

#### 4.3 ESTUDIOS DE FERTILIZACION EN TOMATE

Según diversos autores (6, 8, 15, 18), el tomate puede ser cultivado en una amplia gama de suelos.

Gudiel (15), indica que el tomate prefiere suelos franco-arcillosos y francos, fértiles, con buen drenaje, pH de 6 a 7.

Según Casseres (6), el pH de la tierra debe estar entre 5.5 y 6.8 y el suelo debe ser profundo con buena aireación y drenaje.

Los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requerido por la planta para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de éstos en el suelo; sino considerando además, la dinámica en el suelo de los elementos que habrán de aplicarse para incluir las pérdidas que ocurran por efecto de lixiviación, volatilización, fijación, etc. (24).

Cooke, citado por Gómez Paredes (10), recomienda que para lograr el uso más económico del fertilizante se debe escoger la cantidad óptima de fertilizante adecuado y la aplicación de éste en el lugar preciso y tiempo oportuno. El mismo autor, indica que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo se base en los experimentos de campo donde se prueben diferentes cantidades de fertilizantes, y midiendo los resultados que dan éstos, se puedan hacer las debidas recomendaciones.

Los datos que existen sobre las cantidades de elementos nutritivos que extrae una

cosecha de tomates son muy variados, dado el gran número de formas de conducir el cultivo.

Folquer, citado por Polanco Salguero (26), indica que para obtener una cosecha de 67 tm/ha de tomate, se requieren 322 N, 57  $P_2O_5$ , 442  $K_2O$ , 159 CaO y 54 MgO, expresados en kg/ha.

Anderlini (2), indica que el cultivo del tomate extrae del suelo en kg/ha: 69 N, 30.7  $P_2O_5$  y 157  $K_2O$  para obtener rendimientos de 13.64 tm/ha. Cultivando variedades tempranas de tomate el abonado con fósforo debe ser una ó dos veces la cantidad de nitrógeno para obtener una producción precoz y buen rendimiento, hechando cantidades superiores a los 160 kg de  $P_2O_5$ /ha. La cantidad de nitrógeno de fondo es suficiente con 40 a 60 kg/ha, juntamente con 75 a 150 kg/ha de  $K_2O$ . Después del cuaje se suministran de 8 a 10 kg de N/ha, dos ó tres veces para obtener rendimientos de 25 a 45 tm/ha.

El mismo autor, indica que con cantidades en kg/ha de 40 a 60 N, 160 a 200  $P_2O_5$ , 75 a 200  $K_2O$ , se obtienen rendimientos de 26 a 26.8 tm/ha.

En trabajos realizados en Fertilización en Horticultura, citado por Polanco Salguero (26), se obtuvieron rendimientos de 32 tm/ha en el cultivo del tomate, habiendo una extracción de nutrientes de 93 N, 20  $P_2O_5$  y 126  $K_2O$  en kg/ha.

El Departamento de Horticultura de la Universidad Nacional Agraria, La Molina de Lima (21), obtuvo rendimientos de 20, 30 y 24.6 tm/ha respectivamente con aplicaciones en kg/ha de 100, 40 y 200 N, 161, 51 y 296  $P_2O_5$  y 69, 9 y 92  $K_2O$ .

Gamboa (8), indica que las necesidades de elementos nutritivos por tonelada de fruto producido son las siguientes:

2.75 N, 0.6  $P_2O_5$  y 3.7  $K_2O$  en kg/ha. El mismo autor, señala que para obtener rendimientos alrededor de 40 tm/ha se necesitan alrededor de 155 kg de N/ha aplicando 1/3 a 1/4 del total en una aplicación de fondo, repartiendo el resto en 3 a 4 veces a partir del cuaje del primer ramillete. Las cantidades de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  dependen del tipo de suelo, así: suelos pobres 100 y 240 kg/ha, suelos medios 75 y 155 kg/ha, suelos ricos 45 y 65 kg/ha; aplicados como abonado de fondo.

Para obtener una cosecha de 51.95 tm/ha de tomate el cultivo extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes puros en kg/ha 110.39 N, 38.96  $P_2O_5$ , 159  $K_2O$ , aplicados a los 10-30 días después del trasplante todo el  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , 2/3 de N a los 10 días y el otro 1/3 de N a los 30 días. Se harán 3 aplicaciones de fertilizante foliar a los 30,

50 y 70 días después del trasplante de una fórmula compuesta (15).

Jaramillo, Muñoz y Cardona (19), en experimentos llevados a cabo en suelos con contenidos bajos a medios en materia orgánica y variables en fósforo y potasio, encontraron que se obtiene una alta producción de frutos grandes de buena calidad con aplicaciones de 75 kg de N/ha, en forma de urea únicamente ó con 75 a 150 N, 50 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 K<sub>2</sub>O; incrementándose los rendimientos entre 30 y 180o/o en comparación con el testigo que presentó un rendimiento promedio de 35.04 tm/ha.

Castañeda Brito, citado por Polanco Salguero (26), obtuvo rendimientos de 31.35 y 34.75 tm/ha, en época de invierno y verano respectivamente, con una fertilización complementaria a la fertilidad del suelo de 250 kg de N/ha aplicado a los 0, 34 y 68 días a partir del trasplante y 276 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados al momento del trasplante.

Gargantini y García, citados por Plateros Palencia (25), en trabajos de campo determinaron que los nutrimentos mayormente absorbidos por el tomate son, en forma decreciente: K, N, Ca, P, Mg y para producir 41 tm/ha es necesario aplicar al suelo 91 N, 21 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 185 K<sub>2</sub>O, 31 CaO y 8 MgO en kg/ha.

Plateros Palencia (25), con niveles de 141.9 N, 137.97 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 159 K<sub>2</sub>O expresados en kg/ha, obtuvo rendimientos de 23.26 tm/ha, éstos nutrimentos estaban dispuestos a la planta desde el momento del trasplante.

Russel (27), obtuvo rendimientos de 20.45 tm/ha de tomate aplicando en kg/ha: 117 N, 168.35 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 48.75 K<sub>2</sub>O sin saber la fertilidad del suelo, aplicando todo el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O antes de la siembra y el N a los 15, 30 y 45 días después del trasplante.

Polanco Salguero (26), en experimentos llevados a cabo en la aldea El Ovejero, El Progreso, Jutiapa, bajo condiciones de época lluviosa, utilizando la variedad Nápoli No. 284 NF, encontró respuesta para nitrógeno y fósforo, siendo los niveles óptimos 45 y 47 kg/ha respectivamente, con una media general de rendimiento de 7.25 tm/ha.

En un segundo experimento llevado a cabo en la Laguna de Retana El Progreso, Jutiapa; bajo condiciones de humedad residual, utilizando la variedad UC 82 "A", encontró respuesta a nitrógeno y fósforo, siendo las dosis óptimas 42 y 93 kg/ha respectivamente, con una media general de rendimiento de 29.28 tm/ha. Los niveles utilizados en kg/ha fueron de 0 a 120 N y 0 a 90 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Estrada Aldana (7), aplicando 107.78 N, 77.91  $P_2O_5$  y 77.91  $K_2O$  en kg/ha, sin tomar en cuenta la fertilidad del suelo, obtuvo un rendimiento máximo de 25.275 tm/ha aplicando a los 5 y 30 días después del transplante.

Garrido Aguirre (9), evaluando el rendimiento de 7 variedades de tomate, bajo condiciones de humedad residual en la Laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa; aplicando 45.45 N, 31.17  $P_2O_5$  y 15.58  $K_2O$  en kg/ha, obtuvo un rendimiento máximo de 32 tm/ha con la variedad Italian Canner.

Orellana Colindres (23), con 130.13 N, 73.94  $P_2O_5$ , 480.44  $K_2O$  en kg/ha, aplicando la mitad del N y todo el  $P_2O_5$  y el  $K_2O$  a los 20 días después del transplante y el resto de N a los 50 días después del transplante, con 3 aplicaciones de abono foliar Bayfolan a los 35, 50 y 65 días después del transplante obtuvo rendimientos en el testigo de su experimento de 34.11 tm/ha y el máximo lo obtuvo aplicando 60 ppm de ácido giberélico a los 60 días después del transplante, equivalente a 47.52 tm/ha.

DIGESA (12), cultivando tomate en el centro de Camotán, Chiquimula y aplicando una fertilización complementaria a la fertilidad del suelo de 62.34 N, 124.68  $P_2O_5$ , 62.34  $K_2O$  en kg/ha aplicados antes del transplante y 59.74 kg de N/ha 30 días después, obtuvo rendimientos de 25.97 tm/ha sin estaquillar y 55.19 tm/ha estaquillado.

DIGESA, citado por Polanco Salguero (26), señala que el cultivo del tomate aprovecha los nutrimentos en las cantidades en kg/ha de 110 N, 25  $P_2O_5$ , 150  $K_2O$ , 130 CaO, para obtener rendimientos satisfactorios.

ICTA (13), en experimentos realizados en localidades de Zacapa y Chiquimula para evaluar los niveles utilizados por agricultores locales y las recomendaciones del laboratorio de suelos, utilizando dosis en kg/ha de 58.44 a 140.25 N, 29.21 a 155.84  $P_2O_5$  y 29.21 a 62.33  $K_2O$ , obtuvo un rendimiento máximo de 32.08 tm/ha.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

#### 5.1.1 LOCALIZACION

*El experimento se desarrolló en la aldea Morazán, Monjas, Jalapa. Tal localidad se encuentra ubicada geográficamente entre los 14° 31' 50" de latitud norte y 89° 55' 50" de longitud o este (14).*

#### 5.1.2 CONDICIONES CLIMATICAS

*De acuerdo con la estación meteorológica "La Ceibita" las condiciones climáticas promedio en 10 años de registro son:*

*Temperatura media anual: 22.5 °C*

*Precipitación pluvial media anual: 971 mm*

*Humedad relativa media anual: 66 o/o*

*El sitio experimental se encuentra entre los 990 a 1000 msnm. Según Holdridge (17), se encuentra ubicado en la zona ecológica del Bosque Seco Subtropical.*

#### 5.1.3 CARACTERISTICAS EDAFICAS

*El sitio experimental pertenece a la serie de suelos Chicaj, son suelos poco profundos, mal drenados, desarrollados en un clima seco, sobre ceniza volcánica cementada de grano fino, cuando están secos son muy duros y se forman grietas anchas y profundas (28).*

## 5.2 MATERIALES

### 5.2.1 VARIEDAD Y SUS CARACTERISTICAS

*La variedad que se utilizó fue la Santa Cruz, es una de las variedades más sembradas en la región, de gran aceptación en el mercado. Tarda 80 días para llegar a la madurez, sus frutos son bastante firmes, de tamaño pequeño (tipo ciruelo), color rojo y planta de hábito de crecimiento indeterminado.*

### 5.2.2 FUENTES DE FERTILIZANTES

*Nitrógeno: Urea al 46 o/o de N.*

*Fósforo: Triple superfosfato al 46 o/o de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.*

*Potasio: Muriato de potasio al 60 o/o de K<sub>2</sub>O.*

### 5.3 METODOS

#### 5.3.1 FACTORES

Los factores que se estudiaron fueron los distintos niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, utilizando los siguientes espacios de exploración:

Factores	Niveles usados (kg/ha)
N	0- 40- 80- 120
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0- 30- 60- 90
K <sub>2</sub> O	0- 40- 80- 120

#### 5.3.2 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en los diferentes niveles de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. Fueron seleccionados utilizando la Matriz Experimental Plan Puebla I a través de la siguiente fórmula:

$$\text{No. de tratamientos} = 2^k + 2k \quad \text{donde:}$$

$k$  = No. de factores bajo estudio.

El número de tratamientos es el siguiente:

$$\text{No. de tratamientos} = 2^k + 2k = 2^3 + 2(3) = 14 \text{ tratamientos.}$$

Se introdujo un tratamiento testigo quedando en total 15 tratamientos.

Los tratamientos se detallan en el cuadro No. 1

**Cuadro No. 1 Tratamientos seleccionados correspondientes a la Matriz Experimental  
Plan Puebla I**

No.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O *
1	40	30	40
2	40	30	80
3	40	60	40
4	40	60	80
5	80	30	40
6	80	30	80
7	80	60	40
8	80	60	80
9	0	30	40
10	120	60	80
11	40	0	40
12	80	90	80
13	40	30	0
14	80	60	120
15 (testigo)	0	0	0

\* kg/ha

### 5.3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado para la distribución de los tratamientos fué Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones.

### 5.3.4 MODELO ESTADISTICO

Para la evaluación de los tratamientos seleccionados se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental

$U$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

- $B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque  
 $E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental  
 $i$  = 1, 2, . . . . . , 15  
 $j$  = 1, 2, 3.

### 5.3.5 TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió de 4 surcos de 7 m de largo con una distancia de siembra de 1 m entre surcos y .5 m entre plantas, dando un área bruta de 28 m<sup>2</sup>. La parcela neta cosechada fueron los 2 surcos centrales, dejando .5 m de borde en cada uno de los extremos de los surcos, dando un área neta de 12 m<sup>2</sup>.

### 5.3.6 VARIABLES EVALUADAS

En cada unidad experimental se seleccionó una planta al azar, la que fue marcada colocándole una cinta de plástico en la base del tallo; con el fin de llevar el control semanal durante el ciclo del cultivo de las siguientes variables:

#### —LONGITUD DEL TALLO PRINCIPAL:

Se determinó midiendo desde la base del tallo hasta la punta del tallo primario o principal.

#### —AREA FOLIAR:

Se determinó midiendo el largo y el ancho de las hojas ubicadas en la parte media de la planta y se utilizó el método de Contorno y Pesada para obtener el coeficiente mórfico y aplicarlo a la fórmula:

$$\text{Area foliar} = (l \times a) f \quad \text{donde:}$$

$l$  = largo

$a$  = ancho

$f$  = coeficiente mórfico.

#### —NUMERO DE RAMAS POR PLANTA:

Se determinó a través de conteos.

#### —NUMERO DE RACIMOS POR PLANTA:

Se determinó realizando conteos de los racimos florales y frutales.

--NUMERO DE FLORES POR PLANTA:

*Se determinó realizando conteos de las flores abiertas completamente.*

--NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA:

*Se determinó realizando conteos de los frutos cuajados.*

--NUMERO DE FRUTOS COSECHADOS POR PLANTA:

*Se determinó realizando conteos de los frutos obtenidos en cada corte y sumándolos al final.*

--PESO DE LOS FRUTOS POR TRATAMIENTO EN TM/HA:

*Se determinó pesando los frutos de cada tratamiento en cada corte y sumando al final.*

--DIAS A FLORACION:

*Se determinó hasta que el 50o/o de las plantas presentaran por lo menos una flor.*

### 5.3.7 DATOS CLIMATICOS

*Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron lecturas diarias de los siguientes elementos del clima:*

--TEMPERATURA:

*Utilizando un termómetro se realizaron 3 lecturas diarias a 1.5 m y 1.0 m sobre el nivel del suelo y a 0.05 m, 0.10 m y 0.15 m debajo del nivel del suelo, con el fin de establecer el valor promedio de la temperatura del aire y de la temperatura del suelo respectivamente.*

--HUMEDAD RELATIVA:

*Se utilizaron los datos reportados por la estación meteorológica La Ceibita.*

--PRECIPITACION:

*Se utilizaron los datos reportados por la estación meteorológica La Ceibita.*

#### **-HORAS DE BRILLO SOLAR:**

*Se utilizaron los datos reportados por la estación meteorológica La Ceibita.*

#### **5.3.8 ANALISIS DE LA INFORMACION**

*Con el fin de establecer el efecto del tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar sobre la longitud del tallo principal, área foliar, No. de ramas por planta, No. de racimos por planta, No. de flores por planta y No. de frutos por planta; se efectuaron análisis de regresión y correlación simple y múltiple para los 14 tratamientos de fertilización y el testigo.*

*Análisis de varianza de acuerdo con el diseño empleado, para: longitud del tallo principal, área foliar, No. de ramas por planta, No. de racimos por planta, No. de flores por planta, No. de frutos por planta, No. de frutos cosechados por planta, peso de frutos en tm/ha, días a floración. Pruebas de comparación múltiple de medias de Tukey en los que resultaron significativos.*

*Para determinar la respuesta a los factores (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) y encontrar las dosis óptimas económicas de fertilización, se procedió de la manera siguiente:*

*Análisis de varianza para 14 y 8 tratamientos*

*Método Automático de Yates*

*Método Gráfico-estadístico*

*Análisis Económico*

#### **5.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

##### **5.4.1 PREPARACION DE SEMILLEROS**

*Para el semillero se hizo un tablón de 10 m de largo por 1 m de ancho y una altura aproximada de 0.25 m sobre el nivel del suelo. Se incorporó 1 lb de fertilizante completo por cada 5 m<sup>2</sup> de semillero para proporcionar una buena fuente de nutrientes a las plantitas en su estado inicial de crecimiento. La desinfección y desinfestación del suelo se hizo utilizando un fungicida (Cloruro de mercurio al 3 o/o) y un insecticida (Carbofuram al 5o/o). La siembra se hizo 4 días después del tratamiento del suelo. Se hicieron aplicaciones de fungicida (Propineb al 70 o/o) para proteger a las plantitas durante su estancia en el semillero.*

#### **5.4.2 PREPARACION DEL TERRENO**

El terreno se preparó en la forma tradicional de la zona, 2 pasadas de rastra, aplicando Carbofuran al 5 o/o.

#### **5.4.3 TRANSPLANTE**

El transplante se efectuó a las 4 semanas de sembrado el semillero. Para que las plántulas resistieran el transplante y lograr un alto porcentaje de pegue, se sumergieron sus raíces en una solución de 2 kg de suelo arcilloso, 1 gal de agua y 25 gr de Agallol (Cloruro de mercurio al 3 o/o).

#### **5.4.4 FERTILIZACION**

La fertilización se realizó de acuerdo con los tratamientos diseñados, se fertilizó al pie de la planta, separado 5 cm de la base del tallo y a 5 cm de profundidad, aplicando el 50 o/o de nitrógeno y el 100 o/o de fósforo y potasio a los 10 días después del transplante. El 50 o/o restante de nitrógeno se aplicó 20 días después de la primera fertilización.

#### **5.4.5 COLOCACION DE TUTORES**

Se colocaron tutores para que sirvieran de guía a las ramas, evitaran que los frutos asentarán al suelo y que el exceso de humedad provocado por las lluvias dañara la cosecha y facilitar las labores culturales como limpiezas, aspersiones, fertilización y cosechas. Los tutores se colocaron 15 días después del transplante, 15 días después, se procedió a colocar la primera línea de rafia a 0.30 m de altura y dependiendo del desarrollo de las plantas se colocaron otras 2 líneas a intervalos de 0.30 m.

#### **5.4.6 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

El control de plagas y enfermedades se hizo en forma preventiva, haciendo aplicaciones periódicas cada 6 a 8 días de un insecticida (Metamidophos al 60 o/o ó Methomil al 90 o/o) y un fungicida (Propineb al 70 o/o ó Clorotalonil al 75 o/o), variando el producto en cada aplicación para tener una mayor eficiencia.

#### **5.4.7 CONTROL DE MALEZAS**

Se hizo un control mecánico, aplicando 2 limpiezas durante el ciclo del cultivo.

#### **5.4.8 COSECHA**

Las cosechas se llevaron a cabo a intervalos de 6 a 8 días, cortando los frutos sazones y maduros.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 CONDICIONES CLIMATICAS

*Durante el ciclo del cultivo (desde el transplante el 3 de julio hasta el último corte el 29 de octubre), se presentaron las siguientes condiciones climáticas en el área experimental:*

*Temperatura media: 24.1 °C*

*Precipitación pluvial: 485.9 mm*

*Humedad relativa media: 62.9 o/o*

*Horas de brillo solar media: 6.6 hrs.*

*El ciclo del cultivo fué de 119 días, siendo necesario que se acumularan un total de 2,872.4 °C de temperatura, 485.9 mm de precipitación y 777 horas de brillo solar (cuadro No. 1A).*

*Se observó que a lo largo del ciclo del cultivo la temperatura media diaria presentó un rango de 20.0 a 27.2 °C. Considerando los promedios entre lecturas observamos que los menores promedios de temperatura se obtuvieron en el período comprendido entre el 3 y el 10 de julio siendo de 22.8 °C, entre el 4 y el 11 de septiembre con 23.0 °C y entre el 14 y 21 de agosto con un valor de 23.6 °C. Los mayores promedios de temperatura entre lecturas, se obtuvieron entre el 24 y 31 de julio, 7 y 14 de agosto y entre el 31 de julio y el 4 de agosto siendo de un valor de 25.0, 24.7 y 24.6 °C respectivamente. Según diversos autores (2, 6 y 15), éstos valores se mantuvieron dentro del rango de temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate.*

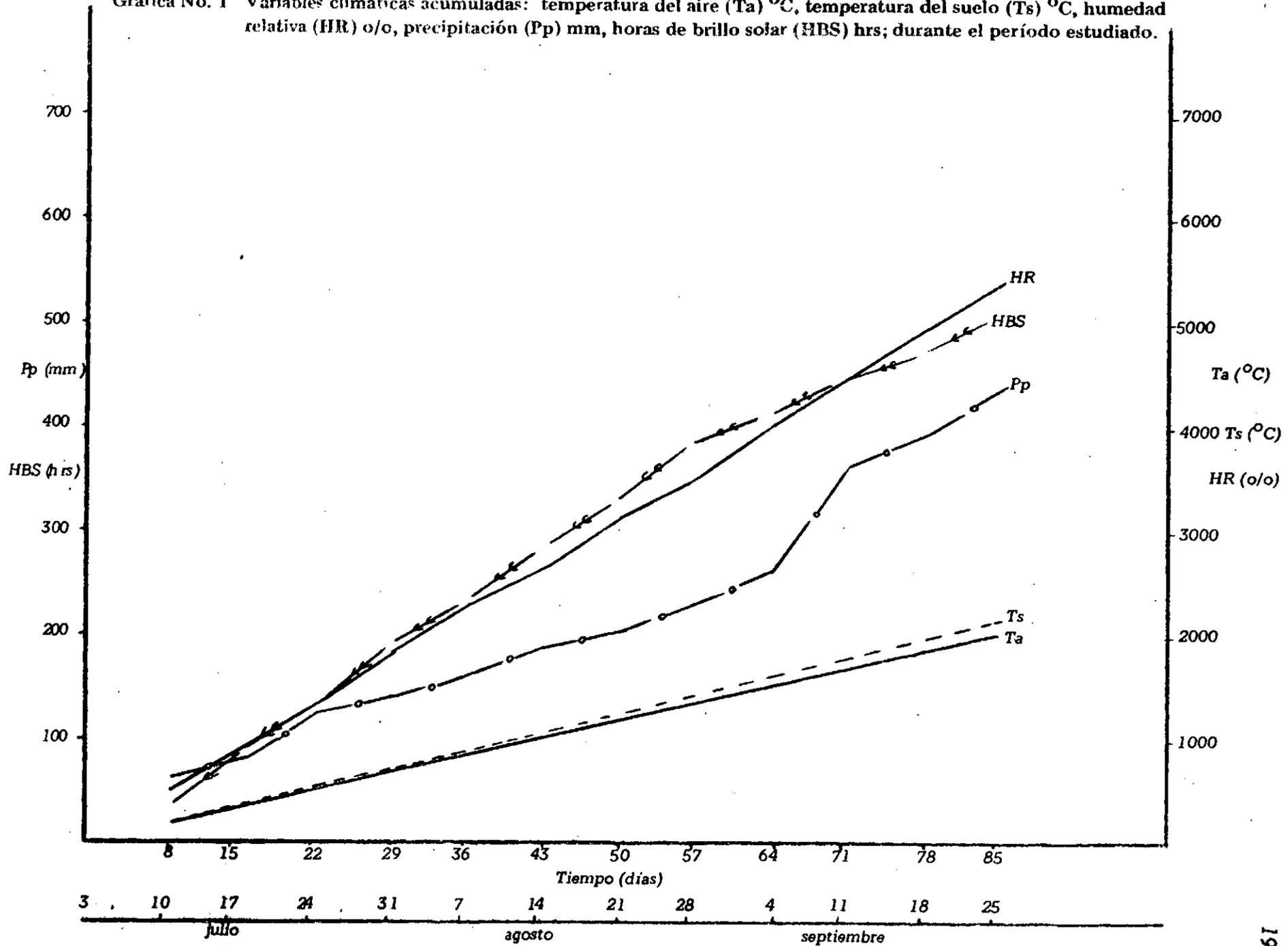
*Considerando los valores de precipitación, podemos decir que ésta se mantuvo en un nivel aceptable o adecuado para el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate, ya que se observó que la planta en ningún momento presentó síntomas de deficiencia o excesos hídricos. Sin embargo, en el suelo a pesar de que en ningún momento se observó deficiencia de humedad, durante el período comprendido entre el 4 y 11 de septiembre se dió un aumento brusco de la precipitación lo que provocó por algún tiempo exceso de humedad en el suelo. Los menores promedios de precipitación entre lecturas se produjeron entre el 10 y 17 de julio con 1.8 mm y 3 días de lluvia, entre el 24 y 31 de julio con 2.2 mm y 3 días de lluvia y entre el 14 y 21 de agosto con 2.3 mm y 3 días de lluvia. Los mayores promedios de precipitación entre lecturas se observaron entre el 4 y 11 de septiembre con 14.6 mm y 5 días de lluvia, entre el 3 y 10 de julio con 8.7 mm y 8 días de lluvia y entre el 18 y 25 de septiembre con 6.8 mm y 6 días de lluvia.*

A lo largo del ciclo del cultivo, la humedad relativa presentó valores variables comprendidos dentro de un rango de 47 a 96 o/o. Considerando los promedios entre lecturas observamos que los valores más bajos de humedad relativa se presentaron en los periodos comprendidos entre el 7, 14 y 21, 28 de agosto siendo de un valor de 57.3 o/o, entre el 10 y 17 de julio fué de un valor de 60.1 o/o. Los mayores promedios entre lecturas se obtuvieron en los periodos comprendidos entre el 4 y 11 de septiembre con 69.6 o/o, entre el 11 y 18 de septiembre con 68.0 o/o y entre el 28 de agosto y el 4 de septiembre con un valor de 67.9 o/o.

En relación a horas de brillo solar vemos que presentó valores que oscilan desde 0.0 hasta 11.0 horas de brillo solar diarias. Observando los promedios más bajos entre lecturas vemos que éstos se obtuvieron en los periodos comprendidos entre el 11 y 18 de septiembre, 28 de agosto y 4 de septiembre, 4 y 11 de septiembre y 3 a 10 de julio con valores de 3.8, 4.2, 4.6 y 4.8 horas respectivamente. Los valores promedio más altos entre lecturas se obtuvieron entre el 24 y 31 de julio, 7, 14 y 21, 28 de agosto con valores de 7.8, 7.8 y 7.6 horas de brillo solar respectivamente.

Tal y como era de esperarse, éstos elementos del clima mostraron interdependencia, ésta situación dió como resultado que al producirse variación en alguno de ellos, influyera sobre los demás y se crearan las condiciones favorables para el establecimiento de limitaciones para el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate. Un ejemplo lo observamos en el período comprendido entre el 4 y 11 de septiembre en donde al producirse altas precipitaciones se crearon las condiciones favorables para el apareamiento del Tizón Temprano del tomate (*Alternaria solani*).

Grafica No. 1 Variables climáticas acumuladas: temperatura del aire (Ta) °C, temperatura del suelo (Ts) °C, humedad relativa (HR) o/o, precipitación (Pp) mm, horas de brillo solar (HBS) hrs; durante el período estudiado.



## 6.2 ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION SIMPLE

En relación a la longitud del tallo principal del tomate (Cuadro No. 2A), se observó que los 15 tratamientos siguen el mismo patrón de crecimiento, tal y como se muestra en la gráfica No. 2, en donde a manera de ejemplo se presenta la tendencia para los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80)\*, 10 (120, 60 y 80) y 15 (testigo). Las curvas que se obtienen son de tipo sigmoide, observándose que al principio la longitud del tallo principal del tomate va aumentando lentamente, luego viene una fase comprendida entre las lecturas realizadas del 24 de julio al 4 de septiembre, en la que la velocidad de crecimiento se incrementa rápidamente; siendo ésta la de mayor duración y por último una tercera fase en la que la velocidad de crecimiento va siendo menos acelerada.

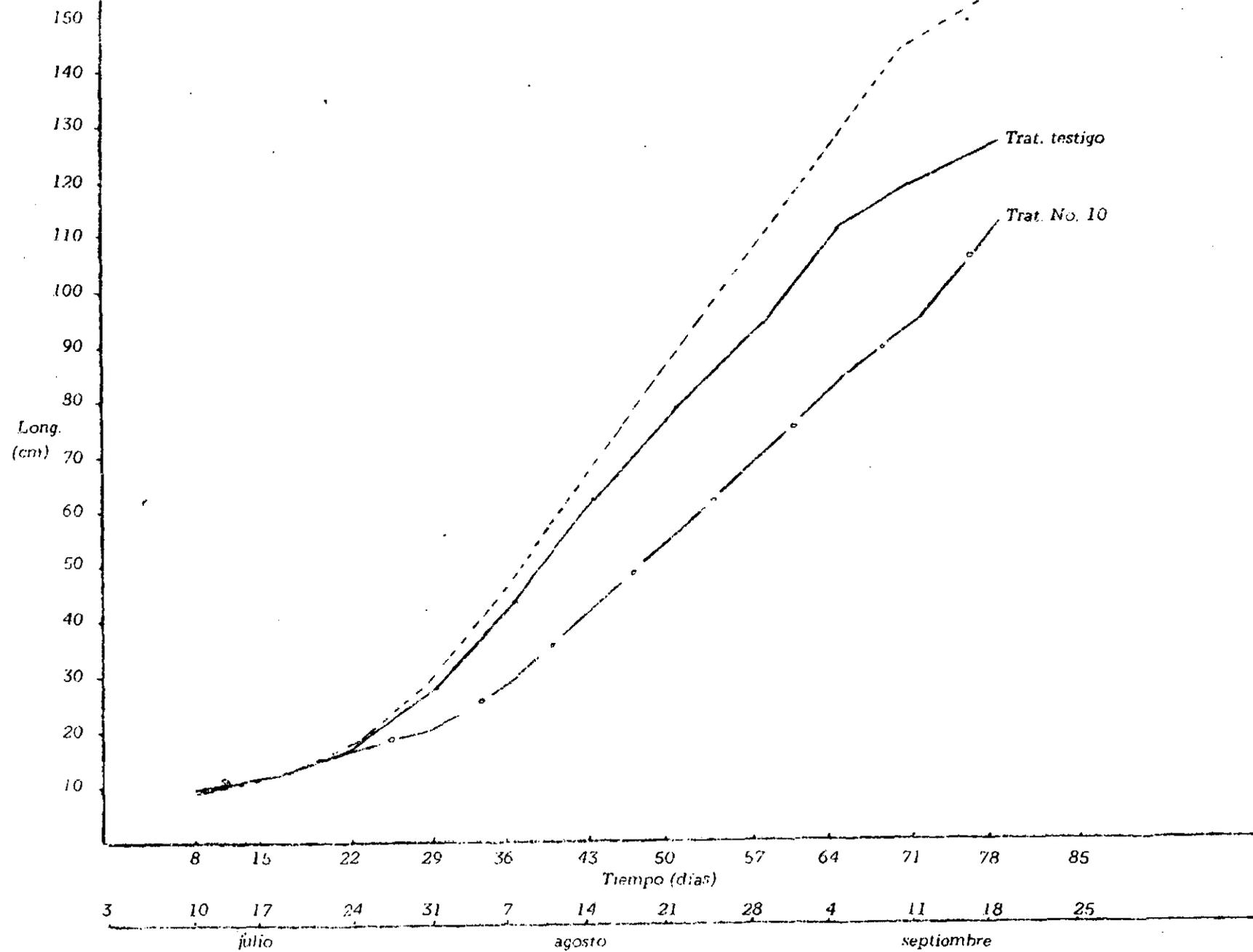
La longitud del tallo principal del tomate, está altamente correlacionada con el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar en ésta localidad. La correlación existente no es afectada en alto grado por el nivel de fertilización, es decir que ésta se mantiene en un alto valor al variar la cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro No. 3A). El modelo matemático que explica bien la relación existente entre la longitud del tallo principal del tomate y cada uno de los elementos climáticos considerados y el tiempo es el de regresión lineal, cuya función es:  $Y = b_0 + b_1X$ .

Los elementos climáticos que muestran más correlación con la longitud del tallo principal del tomate en ésta localidad son la temperatura del aire, temperatura del suelo y la humedad relativa, con coeficientes de correlación que varían de 0.98 a 0.99 en los diferentes tratamientos. En segundo lugar, se encuentra correlacionada con las horas de brillo solar, con coeficientes de correlación que van de 0.96 en el tratamiento No. 10 (120, 60 y 80) a 0.99 en los tratamientos No. 5 (80, 30 y 40) y 14 (80, 60 y 120). El elemento del clima que muestra coeficientes de correlación más bajos es la precipitación, presentando valores que van de 0.94 en el tratamiento No. 13 (40, 30 y 0) a 0.98 en los tratamientos No. 2 (40, 30 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 11 (40, 0 y 40).

---

\* N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O

Gráfica No. 2 Comportamiento de la longitud del tallo principal del tomate (cm) para los tratamientos No. 4, 10 y testigo, durante el periodo estudiado.



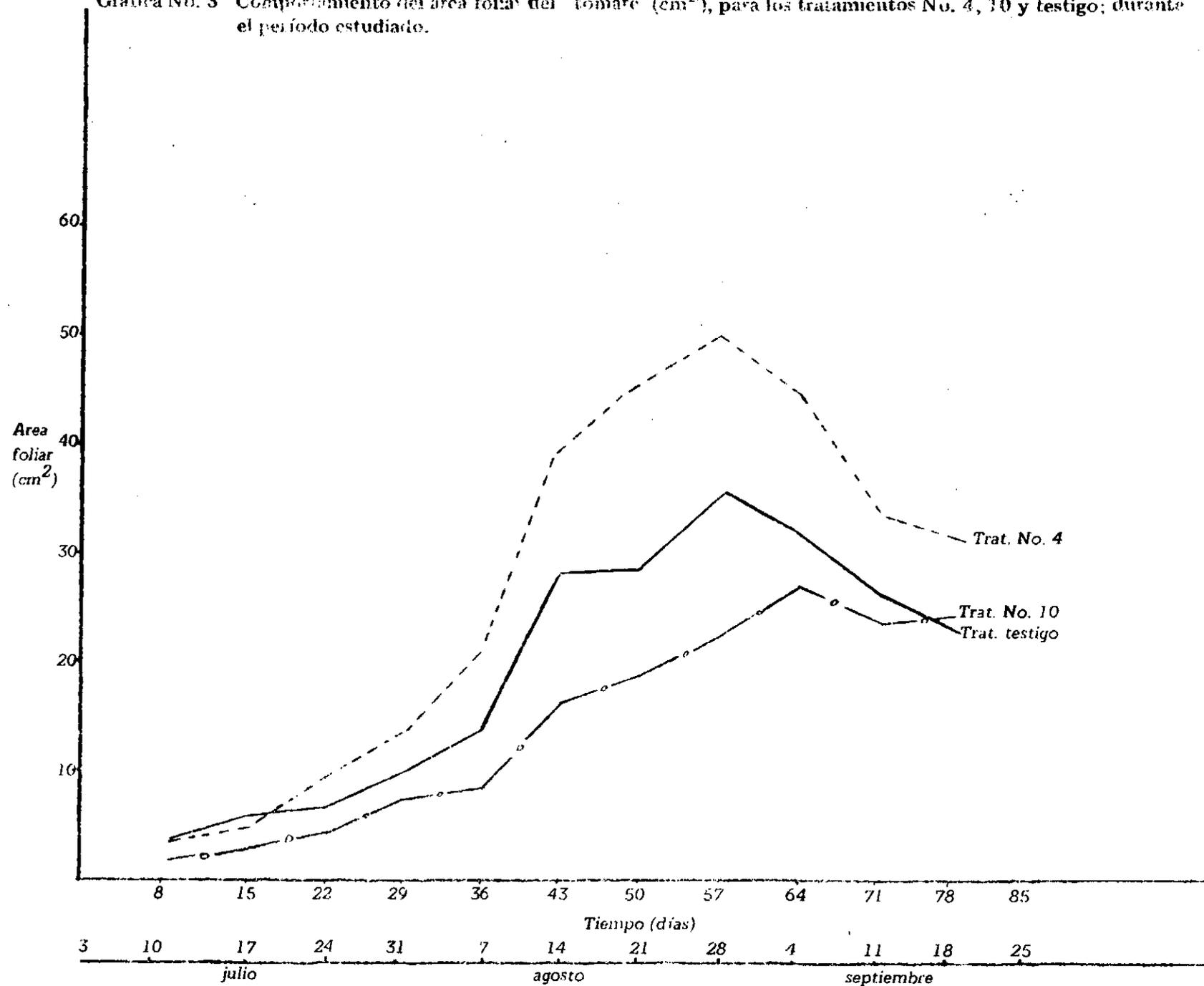
En lo que se refiere al área foliar del tomate (Cuadro No. 4A) se observó que los 15 tratamientos siguen más o menos el mismo patrón de crecimiento, tal y como se muestra en la gráfica No. 3, en donde a manera de ejemplo se presenta la tendencia de las curvas para los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 15 (testigo). Las curvas que se obtienen son similares a la de la ley de rendimientos decrecientes, observándose que al principio el área foliar del tomate va incrementándose lentamente, luego viene una fase comprendida entre las lecturas realizadas del 31 de julio al 21 de agosto, en que se da un crecimiento rápido, posteriormente una fase de crecimiento más lento y por último una fase en la que el área foliar va disminuyendo hasta estabilizarse.

El área foliar del tomate, está altamente correlacionada con el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar en ésta localidad. La correlación existente no es afectada en alto grado por el nivel de fertilización, es decir, que ésta se mantiene en valores altos al variar la cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro No. 5A). El modelo matemático que mejor explica la correlación simple existente entre el área foliar del tomate y cada uno de los elementos considerados y el tiempo es el de regresión Gamma, cuya función es:

$$Y = b_0 \exp(b_1 X) X^{b_2}.$$

El elemento climático que más correlacionado se encuentra en ésta localidad con el área foliar del tomate es horas de brillo solar, con coeficientes de correlación que van de 0.90 en el tratamiento No. 9 (0, 30 y 40) a 0.99 en los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40) y 10 (120, 60 y 80). En segundo lugar, se encuentra la temperatura del aire, temperatura del suelo y humedad relativa, con coeficientes de correlación que van de 0.91 en el tratamiento No. 9 (0, 30 y 40) a 0.99 en el tratamiento No. 3 (40, 60 y 40). Por último se encuentra la precipitación con coeficientes de correlación que van de 0.93 en los tratamientos No. 9 (0, 30 y 40) y 15 (testigo) a 0.99 en el tratamiento No. 3 (40, 60 y 40).

Gráfica No. 3 Comportamiento del área foliar del tomate ( $\text{cm}^2$ ), para los tratamientos No. 4, 10 y testigo; durante el periodo estudiado.

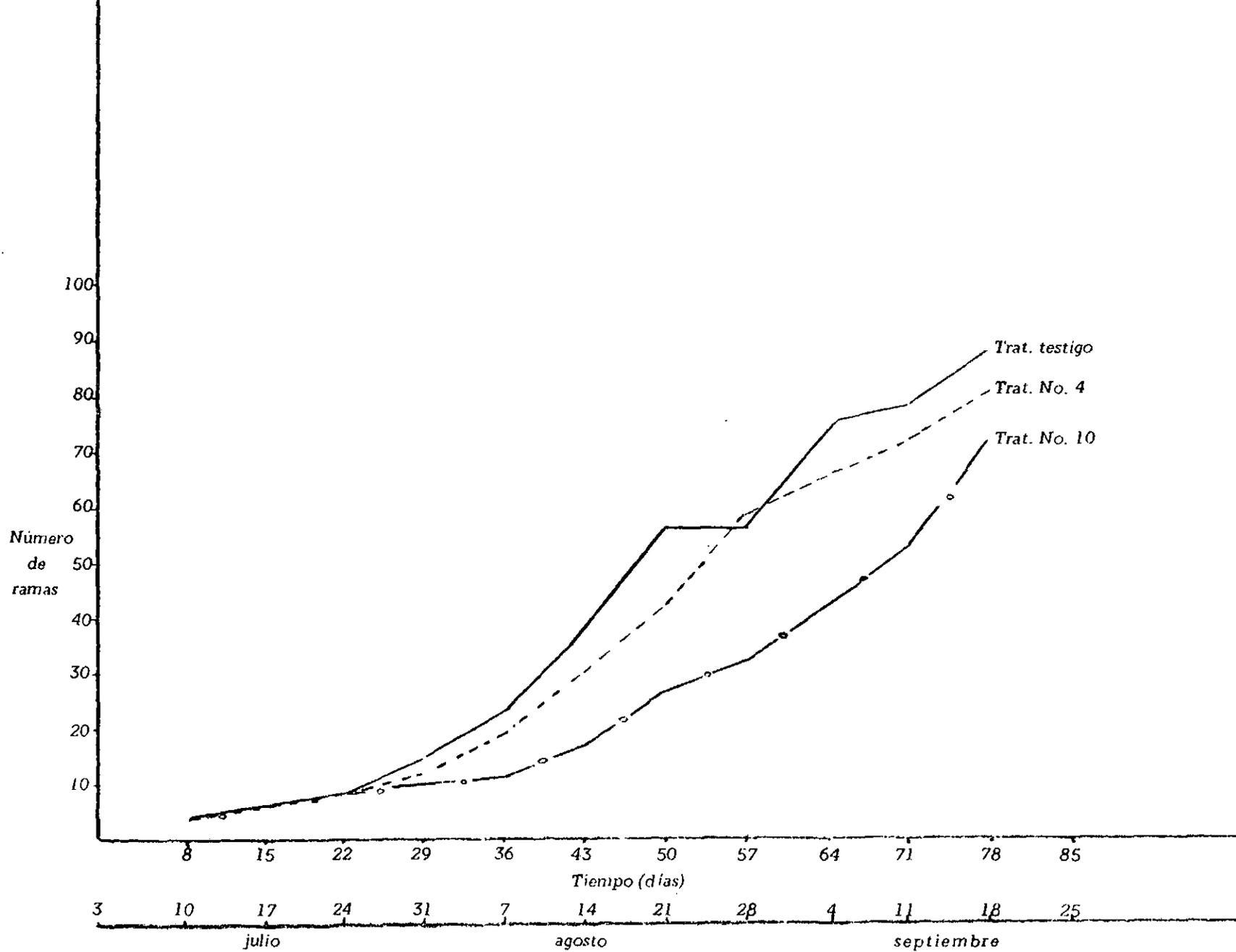


En el número de ramas por planta de tomate (Cuadro No. 6A), se observó que los 15 tratamientos siguen más ó menos el mismo patrón de crecimiento, tal y como se muestra en la gráfica No. 4, en donde a manera de ejemplo se presenta la tendencia que siguen las curvas para los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 15 (testigo). Estas curvas son de tipo sigmoide, observándose que al principio hay un corto período en el que el número de ramas por planta de tomate va aumentando lentamente, luego viene una fase comprendida entre las lecturas realizadas del 31 de julio al 4 de septiembre en la que se da un incremento rápido y por último una fase de incremento menos acelerado.

El número de ramas por planta de tomate, está altamente correlacionado con el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar en ésta localidad. La correlación existente no es afectada en alto grado por el nivel de fertilización, es decir, que ésta se mantiene en valores altos al variar la cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro No. 7A). El modelo matemático que explica bien la relación existente entre el número de ramas por planta de tomate y cada uno de los elementos climáticos considerados y el tiempo es el de regresión lineal, cuya función es  $Y = b_0 + b_1X$ .

Con respecto al elemento climático que más correlacionado está en ésta localidad con el número de ramas por planta de tomate, se observa que para los tratamientos No. 6 (80, 30 y 80), 7 (80, 60 y 40), 8 (80, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 11 (40, 0 y 40) es la precipitación, con coeficientes de correlación que van de 0.97 a 0.99, estando en segundo lugar la temperatura del aire, temperatura del suelo y humedad relativa con coeficientes de correlación de 0.94 a 0.98. Para los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40), 4 (40, 60 y 80), 9 (0, 30 y 40) 13 (40, 30 y 0) y 15 (testigo) son, en primer lugar la temperatura del aire, temperatura del suelo y humedad relativa con coeficientes de correlación de 0.98, en segundo lugar está la precipitación con valores de 0.95 a 0.97. Para los tratamientos restantes tanto la precipitación como la temperatura del aire y del suelo y la humedad relativa muestran valores iguales de correlación comprendidos entre 0.94 y 0.98. En todos los casos las horas de brillo solar es el elemento climático que valores de correlación más bajos muestra, estando éstos comprendidos entre 0.91 como en el tratamiento No. 10 (120, 60 y 80) y 0.97 como en los tratamientos No. 3, 4, 5, 9, 13 y 15.

Gráfica No. 4 Comportamiento del número de ramas por planta de tomate, para los tratamientos No. 4, 10 y testigo; durante el periodo estudiado.



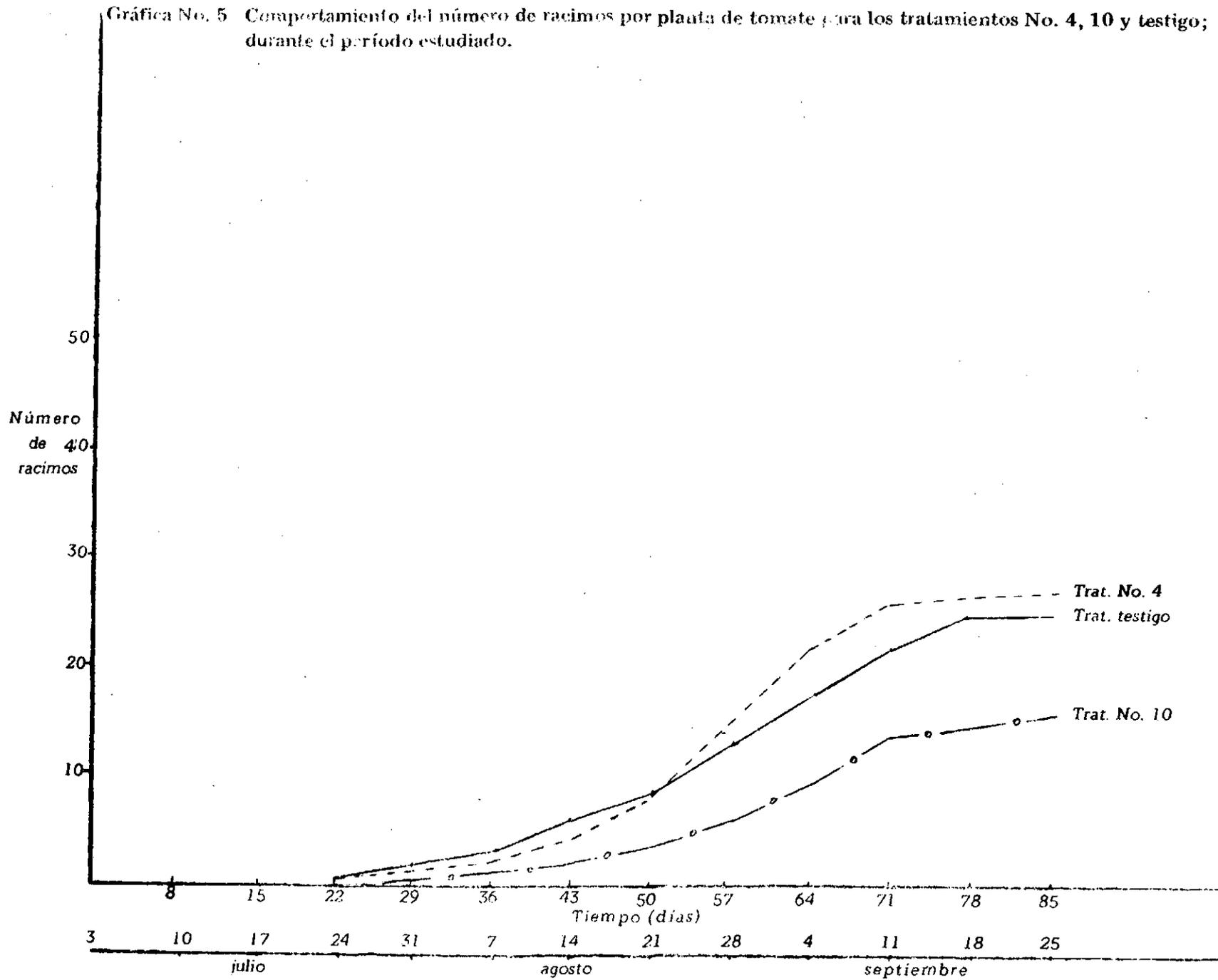
Para el número de racimos por planta de tomate (Cuadro No. 8A), se observó que los 15 tratamientos siguen más o menos el mismo tipo de curva de crecimiento, tal y como se muestra en la gráfica No. 5 en donde a manera de ejemplo se presenta la tendencia que siguen las curvas para los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 15 (testigo). Las curvas que se obtienen son de tipo sigmoide en las que se observan 3 fases: en la primera que comienza a partir del 24 de julio, se ve que el número de racimos por planta de tomate va aumentando muy lentamente, luego viene una fase comprendida entre las lecturas realizadas del 7 de agosto al 4 de septiembre en la que aumentan rápidamente y por último una tercera fase en la que van aumentando más lentamente hasta hacerse casi constantes en las dos últimas lecturas.

El número de racimos por planta de tomate, está altamente correlacionado con el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar en ésta localidad. La correlación existente no es afectada en alto grado por el nivel de fertilización, es decir, que ésta se mantiene en valores altos al variar la cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro No. 9A). El modelo matemático que explica bien la correlación simple existente entre el número de racimos por planta de tomate y cada uno de los elementos climáticos considerados y el tiempo es el de regresión Lineal, cuya función es:

$$Y = b_0 + b_1 X.$$

El elemento climático que más correlacionado se encuentra con el número de racimos por planta de tomate en ésta localidad es la humedad relativa con coeficientes de correlación de 0.96 en los tratamientos No. 1 (40, 30 y 40) y 13 (40, 30 y 0) a 0.99 en los tratamientos No. 5 (80, 30 y 40), 14 (80, 60 y 120) y 15 (testigo). En segundo lugar con la precipitación con coeficientes de correlación de 0.94 como en los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40) y 13 (40, 30 y 0) a 1.00 como en el tratamiento No. 8 (80, 60 y 80). En tercer término aparecen la temperatura del aire y temperatura del suelo con valores de correlación que varían de 0.95 en el tratamiento No. 1 (40, 30 y 40) a 0.99 como en los tratamientos No. 5 (80, 30 y 40) y 14 (80, 60 y 120). El elemento climático que presenta la correlación más baja, pero también de efecto significativo es horas de brillo solar con coeficientes de correlación que van de 0.93 en el tratamiento No. 1 (40, 30 y 40) a 0.98 en los tratamientos No. 5 (80, 30 y 40), 9 (0, 30 y 40) y 14 (80, 60 y 120).

Gráfica No. 5 Comportamiento del número de racimos por planta de tomate para los tratamientos No. 4, 10 y testigo; durante el período estudiado.



Para el número de flores por planta de tomate (Cuadro No. 10A), se observó que casi todos los tratamientos siguen más o menos el mismo tipo de curva, tal y como se muestra en la gráfica No. 6, en donde a manera de ejemplo se presenta la forma de las curvas para los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 15 (testigo). Las curvas que se obtienen son del tipo de la ley de rendimientos decrecientes, observándose que al principio el número de flores por planta de tomate crece lentamente, desciende lentamente o se mantiene constante. A partir del 21 de agosto empieza a aumentar rápidamente hasta alcanzar un máximo entre el 4 y 11 de septiembre, luego empieza a decrecer llegando en algunos casos a presentar ninguna floración. Es de hacer notar que la floración y fructificación en la variedad utilizada ocurren hasta cuando ya se ha iniciado la cosecha.

En el número de flores por planta de tomate se encuentra que al realizar el análisis de varianza para la regresión no existe significancia para ningún elemento climático en los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80), 5 (80, 30 y 40) y 15 (testigo) o para algunos elementos climáticos como la humedad relativa y la precipitación en los tratamientos No. 11 (40, 0 y 40) y 13 (40, 30 y 0). En otros casos, si existe significancia, el coeficiente de determinación es muy bajo (como en los tratamientos No. 6 (80, 30 y 80), 9 (0, 30 y 40) y 11 (40, 0 y 40) para los elementos climáticos a excepción de la precipitación en los dos primeros y la precipitación, humedad relativa y tiempo en el tercero. Esto indica, que ningún modelo de regresión de los considerados (Lineal, Logarítmico, Geométrico, Cuadrático, Raíz cuadrada y Gamma) explica bien la relación existente por lo que se optó por presentar en los resultados los valores del modelo de regresión que presentara el coeficiente de determinación más aceptable. Hecha la aclaración, tenemos que:

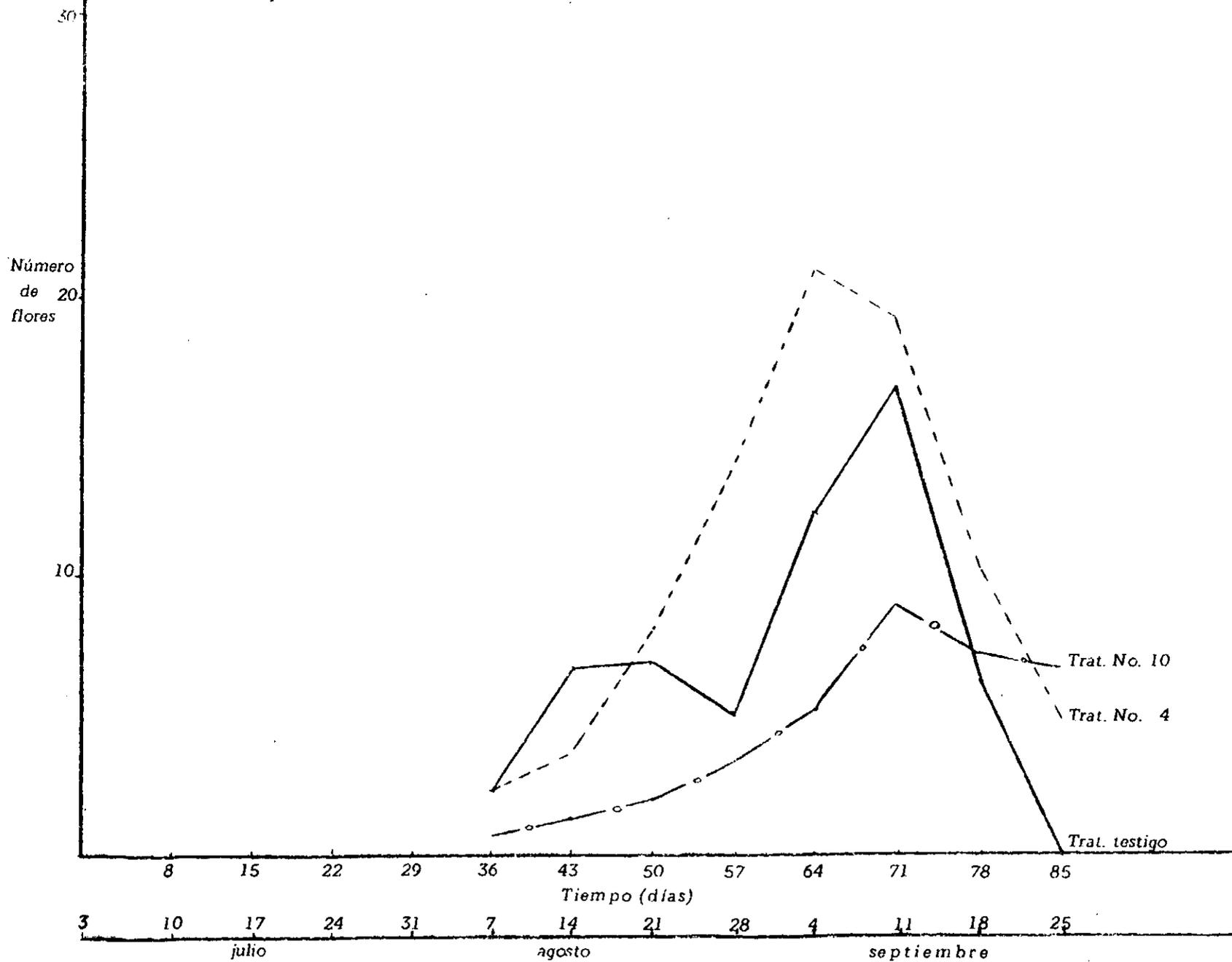
El número de flores por planta de tomate, presenta valores de correlación variables, encontrándose que en algunos tratamientos como los No. 5 (80, 30 y 40) y 15 (testigo) no existen coeficientes de correlación aceptables para ningún elemento climático (excepción de la precipitación en el tratamiento No. 15), por lo demás, vemos que el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar se encuentran correlacionados con el número de flores por planta de tomate en ésta localidad (Cuadro No. 11A).

En éste caso, existen dos modelos matemáticos que explican bien la correlación simple existente entre el número de flores por planta de tomate y cada uno de los elementos climáticos considerados y el tiempo, siendo para la precipitación en los tratamientos No. 1,

3, 7, 9, 14 y para el tiempo, temperatura del aire y humedad relativa del tratamiento No. 9 el modelo de regresión Cuadrático, cuya función es:  $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$ . En los demás casos es el modelo de regresión Gamma cuya función es  $Y = b_0 \exp(b_1X) X^{b_2}$ .

El elemento climático que presenta mayor correlación con el número de flores por planta de tomate en ésta localidad es la precipitación con coeficientes de correlación que van de 0.92 en los tratamientos No. 6 (80, 30 y 80), 9 (0, 30 y 40) y 14 (80, 60 y 120) a 0.99 en el tratamiento No. 10 (120, 60 y 80). En segundo lugar, aparece la humedad relativa con coeficientes de correlación comprendidos entre 0.85 en el tratamiento No. 9 (0, 30 y 40) a 0.98 en los tratamientos No. 2 (40, 30 y 80), 8 (80, 60 y 80) y 10 (120, 60 y 80) Luego vienen la temperatura del aire y temperatura del suelo con valores de 0.83 en el tratamiento No. 9 (0, 30 y 40) a 0.98 en los tratamientos No. 2 (40, 30 y 80), 8 (80, 60 y 80) y 10 (120, 60 y 80). El elemento climático que menos correlación muestra es horas de brillo solar con coeficientes de correlación de 0.81 en el tratamiento No. 9 (0, 30 y 40) a 0.99 en el tratamiento No. 2 (40, 30 y 80).

Gráfica No. 6 Comportamiento del número de flores por planta de tomate para los tratamientos No. 4, 10 y testigo, durante el período estudiado.

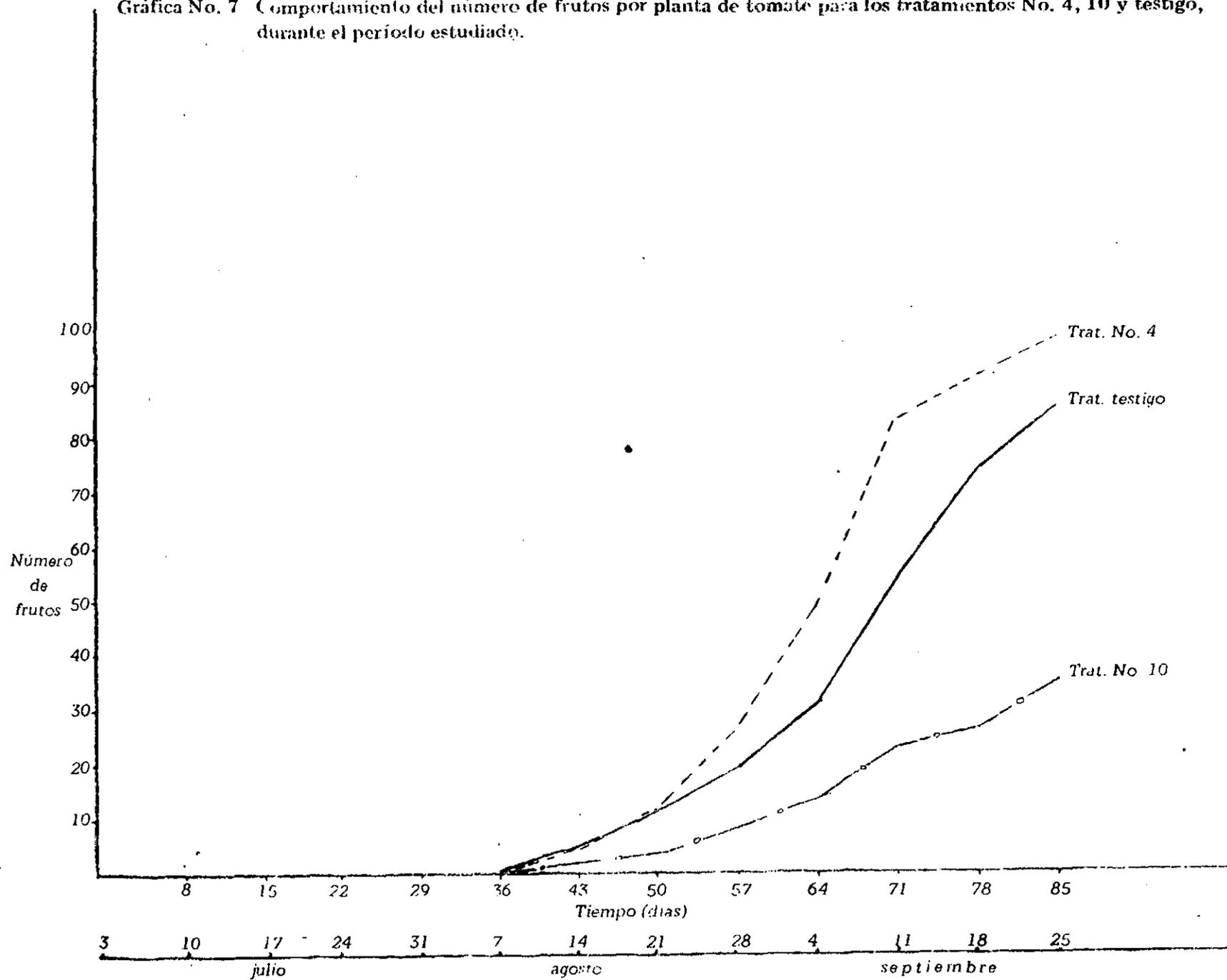


En el número de frutos por planta de tomate (Cuadro No. 12A), se observó que todos los tratamientos siguen más o menos el mismo tipo de curva, tal y como se muestra en la gráfica No. 7, en donde a manera de ejemplo se grafican las curvas pertenecientes a los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80) y 15 (testigo). Las curvas que se obtienen son de tipo sigmoide, observándose que a partir del 7 de agosto el número de frutos por planta va aumentando lentamente, luego viene una fase comprendida entre las lecturas del 21 de agosto al 11 de septiembre, en la que se da un crecimiento rápido y por último el número de frutos va aumentando pero a un ritmo más lento (para algunos tratamientos como los No. 1, 2, 6, 10 y 14 la velocidad de crecimiento se mantiene). Aquí es importante hacer notar que la fructificación en la variedad utilizada se da aún cuando ya se ha iniciado la cosecha y que los primeros frutos formados son los de mayor tamaño y los que se forman después, van siendo más pequeños, éste fenómeno probablemente es debido a la competencia interfrutos que se establece por la adquisición de nutrimentos.

El número de frutos por planta de tomate, se encuentra altamente correlacionado con el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar en ésta localidad. La correlación existente no es afectada en alto grado por el nivel de fertilización, es decir que ésta se mantiene en valores altos al variar la cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro No. 13A). El modelo matemático que explica bien la correlación simple existente entre el número de frutos por planta y cada uno de los elementos climáticos considerados y el tiempo es el de regresión Lineal cuya función es:  $Y = b_0 + b_1X$ .

El elemento climático que más correlacionado está con el número de frutos por planta de tomate en ésta localidad es la precipitación con valores de correlación que van de 0.98 en los tratamientos No. 2 (40, 30 y 80), 13 (40, 30 y 0) y 14 (80, 60 y 120) a 1.00 en el tratamiento No. 11 (40, 0 y 40), en segundo lugar está la humedad relativa, con valores de correlación de 0.97 en el tratamiento No. 13 (40, 30 y 0) a 1.00 en los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40) y 5 (80, 30 y 40). Luego aparecen la temperatura del aire y del suelo con valores de 0.96 en el tratamiento No. 13 (40, 30 y 0) a 0.99 en los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40), 5 (80, 30 y 40), 7 (80, 60 y 40), 8 (80, 60 y 80), 9 (0, 30 y 40) y 14 (80, 60 y 120). El elemento climático que menos correlación muestra es horas de brillo solar con coeficientes que van de 0.93 en el testigo a 0.98 en los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40) y 5 (80, 30 y 40).

Gráfica No. 7 Comportamiento del número de frutos por planta de tomate para los tratamientos No. 4, 10 y testigo, durante el período estudiado.



### 6.3 ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION MULTIPLE

Para la longitud del tallo principal del tomate, no se observa ninguna variación en el coeficiente de correlación múltiple, el cual presenta un valor de 0.99 para todos los tratamientos.

En el caso del área foliar del tomate, el valor del coeficiente de correlación múltiple presenta valores de 0.97 en el tratamiento No. 9 (0, 30 y 40), 0.98 para los tratamientos No. 3 (40, 60 y 40), 4 (40, 60 y 80) y 5 (80, 30 y 40); para los tratamientos restantes tiene un valor de 0.99.

Para el número de ramas por planta de tomate, tampoco se observa ninguna variación del coeficiente de correlación múltiple en los diferentes tratamientos, teniendo un valor de 0.99.

En el número de racimos por planta de tomate, el coeficiente de correlación múltiple presenta valores de 0.98 para el tratamiento No. 13 (40, 30 y 0), 1.00 para el tratamiento No. 10 (120, 60 y 80) y 0.99 para los restantes.

En el número de flores por planta de tomate, se obtienen coeficientes de correlación múltiple que van de 0.93 en el tratamiento No. 5 (80, 30 y 40) a 0.99 en los tratamientos No. 4 (40, 60 y 80) 8 (80, 60 y 80), 10 (120, 60 y 80), 12 (80, 90 y 80) y 15 (testigo).

Para el número de frutos por planta de tomate, se observa que el tratamiento No. 11 (40, 0 y 40) presenta un coeficiente de correlación múltiple un tanto bajo, siendo de 0.87, mientras que para los tratamientos No. 7 (80, 60 y 40), 9 (0, 30 y 40) y 12 (80, 90 y 80) es de 1.00 y para los tratamientos restantes es de 0.99.

De acuerdo a los resultados obtenidos, deducimos lo siguiente: La longitud del tallo principal, el área foliar, el número de ramas por planta, el número de racimos por planta, el número de flores por planta y el número de frutos por planta de tomate, están altamente correlacionados con el tiempo, temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar en ésta localidad. La correlación existente no es afectada en alto grado por el nivel de fertilización, es decir, que ésta se mantiene en valores altos al variar la cantidad de fertilizante aplicado. Estos resultados nos indican el alto grado de asociación o dependencia que existe entre las variables mencionadas y los elementos climáticos sin que influya significativamente el nivel de fertilización aplicado.

#### 6.4 INTERPRETACION DEL ANALISIS QUIMICO DEL SUELO

Los resultados del análisis realizado previo a establecer el cultivo se muestran en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2 Análisis de disponibilidad de P, K, Ca y Mg.

Textura	pH	microgramos/ml		meq/100 ml de suelo		Ca/Mg
		P	K	Ca	Mg	
Franco	5.8	2.00	93	5.52	1.32	4.18
Arcilloso						

Fuente: Laboratorio de suelos del ICTA.

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo, el pH puede catalogarse como ligeramente ácido, por lo que se considera adecuado para el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (6, 8). El fósforo, potasio, calcio y magnesio se encuentran fuera del rango aceptable como adecuado o normal, considerándose bajos, la relación Ca/Mg se encuentra en un nivel adecuado.

#### 6.5 ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE MEDIAS

De acuerdo con los análisis de varianza realizados, no se encontraron diferencias significativas debido al efecto de los niveles de fertilización aplicados para longitud del tallo principal, área foliar, número de ramas por planta, número de racimos por planta, número de flores por planta, número de frutos cosechados por planta y días a floración.

Para el número de frutos por planta de tomate (Cuadro No. 3), de acuerdo al análisis de varianza; sí se encontró diferencia significativa al 5 o/o de probabilidades de error entre los niveles de fertilización estudiados (Cuadro No. 4), tomando en cuenta lo anterior, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (Cuadro No. 5), donde resultaron 9 tratamientos comportándose igual estadísticamente. El mayor promedio de frutos por planta de tomate, se obtuvo al aplicar 40 N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 K<sub>2</sub>O en kg/ha (tratamiento No. 4) siendo de 99.3 frutos. El promedio más bajo se obtuvo con el tratamiento No. 10 en el que se aplicaron 120 N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 K<sub>2</sub>O en kg/ha siendo de 35.3 frutos.

Cuadro No. 3 Número de frutos por planta de tomate, considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo

Tratamiento	Bloque			$\bar{X}$
	I	II	III	
1	74	122	61	85.7
2	76	36	44	52.0
3	67	53	41	53.7
4	84	133	81	99.3
5	19	84	37	46.7
6	59	69	23	50.3
7	32	73	32	45.7
8	45	97	54	65.3
9	91	85	71	82.3
10	34	26	46	35.3
11	55	102	32	63.0
12	125	48	58	77.0
13	77	107	64	82.7
14	80	76	39	65.0
15	104	107	48	86.3

Cuadro No. 4 Análisis de varianza para número de frutos por planta de tomate

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	28.61523	14.30762			
Tratamientos	14	59.07837	4.219883	2.19 *	2.07	2.80
Error	28	53.9668	1.927386			
Total	44	141.6604				

Coefficiente de variación: 17.51

\* Significativo al 5o/o

Cuadro No. 5 Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 0.05 de significancia para la variable número de frutos por planta de tomate

Tratamiento	$\bar{X}$				
4	99.3	a			
15	86.3	a	b		
1	85.7	a	b		
13	82.7	a	b	c	
9	82.3	a	b	c	
12	77.0	a	b	c	
8	65.3	a	b	c	d
14	65.0	a	b	c	d
11	63.0	a	b	c	d
3	53.7		b	c	d
2	52.0		b	c	d
6	50.3		b	c	d
5	46.7			c	d
7	45.7			c	d
10	35.3				d

w = 38.8

En lo que se refiere al rendimiento en peso (tm/ha) cuyos resultados se presentan en el cuadro No. 6, observamos que de acuerdo al análisis de varianza, sí se encontró diferencia significativa al 5 o/o de probabilidades de error entre los niveles de fertilización estudiados (Cuadro No. 7), tomando en cuenta lo anterior, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (Cuadro No. 8), donde resultaron 10 tratamientos comportándose igual estadísticamente. El mayor promedio de rendimiento en peso de frutos, se obtuvo al aplicar 40 N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 K<sub>2</sub>O en kg/ha (tratamiento No. 4) obteniéndose 28.10 tm/ha. El promedio de rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento No. 6, en el que se aplicaron 80 N, 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 K<sub>2</sub>O en kg/ha, siendo de 11.12 tm/ha.

**Cuadro No. 6 Rendimiento en peso de frutos de tomate (tm/ha), considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.**

Tratamiento	Bloque			$\bar{X}$
	I	II	III	
1	13.93	24.84	27.88	22.22
2	25.35	11.91	26.62	21.29
3	27.92	28.62	22.19	26.24
4	28.61	29.76	25.93	28.10
5	5.91	24.29	27.97	19.39
6	10.53	11.66	11.17	11.12
7	13.88	18.08	19.57	17.18
8	17.88	26.31	21.36	21.85
9	26.44	26.14	20.31	24.30
10	13.16	10.57	17.02	13.58
11	9.50	21.78	11.09	14.12
12	25.31	19.53	25.21	23.35
13	27.92	27.53	15.51	23.65
14	14.15	15.09	21.34	16.86
15	19.42	20.58	19.41	19.80

Cuadro No. 7 Análisis de varianza para rendimiento en peso de frutos de tomate (tm/ha)

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	
					0.05	0.01
Bloques	2	54.15532	27.07766			
Tratamientos	14	989.42788	70.67357	2.70	* 2.07	2.80
Error	28	729.03278	26.03679			
Total	44	1772.61598				

Coeficiente de variación: 25.26

\* Significativo al 5o/o

Cuadro No. 8 Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 0.05 de significancia para la variable rendimiento en peso de frutos de tomate (tm/ha)

Tratamiento	$\bar{X}$				
4	28.10	a			
3	26.24	a			
9	24.30	a	b		
13	23.63	a	b		
12	23.35	a	b		
1	22.22	a	b	c	
8	21.85	a	b	c	
2	21.29	a	b	c	
15	19.80	a	b	c	d
5	19.39	a	b	c	d
7	17.08		b	c	d
14	16.86		b	c	d
11	14.12			c	d
10	13.58			c	d
6	11.12				d
w = 8.92	8.92				

## 6.6 ANALISIS PARA DETERMINAR LA RESPUESTA A CADA FACTOR Y LAS DOE

De acuerdo con la metodología descrita por Barrientos (3), habiéndose encontrado significancia al 5 o/o de probabilidades de error al realizar el análisis de varianza para los  $2^k + 2k$  tratamientos (Cuadro No. 9), se procedió a realizar el análisis de varianza (Cuadro No. 10) y a emplear la Técnica de Yates (Cuadro No. 11) para el núcleo del espacio de exploración, es decir los  $2^k$  tratamientos. Encontrándose, tal y como se muestra en el Cuadro No. 11 que al comparar los efectos factoriales medios (EFM) con el efecto mínimo significativo (EMS); hay respuesta al efecto principal del nitrógeno, el cual tiene un valor de  $-5.66$  tm/ha, indicando esto, que en promedio el rendimiento decrece en esa cantidad al pasar de 40 a 80 kg de N/ha. Al comparar la diferencia de las medias involucradas con la diferencia mínima significativa (DMS), para determinar si los factores no significativos dentro del núcleo lo siguen siendo en todo el espacio de exploración, también se encontró respuesta al efecto principal del fósforo, éste efecto principal tiene un valor de 3.87 tm/ha, es decir que en promedio el rendimiento se incrementa en esa cantidad al pasar de 30 a 60 kg de  $P_2O_5$ /ha. En lo que se refiere a las interacciones de primero y segundo grado y al efecto principal del potasio, no se encontró respuesta, por lo que se considera que la dosis óptima económica (DOE) para éste elemento en ésta zona es el nivel más bajo utilizado, es decir 0 kg de  $K_2O$ /ha.

Luego de haberse determinado cuáles de los factores producían efectos significativos, se procedió a calcular la dosis óptima económica con capital ilimitado (DOECI) para cada uno de ellos, para lo cual se dibujaron las gráficas de respuesta para el nitrógeno y el fósforo (Gráficas No. 8 y 9), en base a los promedios de rendimiento (Cuadro No. 13). Sobre cada una de las curvas se dibujó la pendiente de la relación de precios unitarios factor/producto, esto es; que para cualquier dosis de fertilizante corresponde una cantidad de tomate que cubre su costo, encontrándose que en el caso del nitrógeno el valor de la relación factor producto para los 80 kg de N marcados en la Gráfica No. 8 es de 0.212 tm y en el caso del fósforo, para los 60 kg de  $P_2O_5$  marcados en la Gráfica No. 9 es de 0.215 tm. Al trasladar ésta pendiente hasta el punto de tangencia con la curva que presenta el mayor ingreso neto (IN), cuyo valor observamos en el Cuadro No. 13, se encontró que la DOECI en ésta zona es de:  
0 kg/ha para el N y 60 kg/ha para el  $P_2O_5$ .

Para encontrar la dosis óptima económica con capital limitado (DOECL), se procedió a efectuar el análisis económico (Cuadro No. 13) para todo el espacio de explora-

ción, encontrándose que los tratamientos que presentan la mayor tasa de retorno a capital variable (TRCV) son en orden decreciente el No. 9 y el No. 13, por lo que se considera que las DOECL en ésta zona son de:

0 kg de N/ha, 30 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de  $K_2O$ /ha para la primera y 40 kg de N/ha, 30 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de  $K_2O$ /ha para la segunda, entre las que el agricultor podrá seleccionar en función de su capital disponible.

**Cuadro No. 9** Análisis de varianza para rendimiento en peso de frutos de tomate (tm/ha), considerando 14 tratamientos de fertilización.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	56.07				
Tratamientos	13	991.74	76.29	2.70 *	2.12	2.91
Error	26	734.72	28.26			
Total	41	1782.53				

Coefficiente de variación: 26.28

\* Significativo al 5 o/o

**Cuadro No. 10** Análisis de varianza para rendimiento en peso de frutos de tomate (tm/ha), considerando 8 tratamientos de fertilización.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	105.75				
Tratamientos	7	584.91	83.96	2.34 NS	2.76	4.28
Error	14	500.65	35.76			
Total	23	1191.31				

NS No significativo

Cuadro No. 11 Técnica de Yates para el núcleo del espacio de exploración.

Tratamiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O	Notacion Yates	Rend. total tm/ha *	Método automático Yates			EFM tm/ha	Rend. $\bar{x}$ tm/ha
						1	2	3		
						EFT				
1	40	30	40	[1]	53.32	104.42	234.84	401.73	16.74 (M)	17.40
2	40	30	80	[k]	51.10	130.42	166.89	-6.39	-0.53 (K)	
3	40	60	40	[p]	62.98	73.23	2.24	46.43	3.87 (P) *	21.74
4	40	60	80	[pk]	67.44	93.66	-8.63	37.75	3.15 (PK)	
5	80	30	40	[n]	46.54	-2.22	26.00	-67.95	-5.66 * (N)	12.20
6	80	30	80	[nk]	26.69	4.46	20.43	-10.87	-0.91 (NK)	
7	80	60	40	[np]	41.22	-19.85	6.68	-5.57	-0.46 (NP)	15.61
8	80	60	80	[npk]	52.44	11.22	31.07	24.39	2.03 (NPK)	
9	0	30	40		58.31					19.44
10	120	60	80		32.60					10.87
11	40	0	40		33.90					11.30
12	80	90	80		56.04					18.68
13	40	30	0		57.77					18.92
14	80	60	120		40.46					13.49
(testigo)	0	0	0		47.53					15.84

\* Rendimiento en peso de frutos expresados en términos de totales multiplicados por el factor 0.8 para estimar los rendimientos correspondientes a nivel comercial

EFT = Efecto factorial total

EFM = Efecto factorial medio: para [1] =  $EFT/2^k r$  para los demás =  $EFT/2^{k-1} r$

EMS = Efecto mínimo significativo =  $t(\alpha, Gl_e) \sqrt{CMe/2^{k-2} r} = t(0.1, 14) \sqrt{35.76/2^{3-2} 3} = 4.30 \text{ tm/ha}$

DMS = Diferencia mínima significativa =  $t(\alpha, Gl_e) \sqrt{CMe (1/r_1 + 1/r_2)} = t(0.05, 26) \sqrt{28.26(1/3 + 1/12)} = 7.07 \text{ tm/ha}$

\* Significativo

Para realizar el análisis económico se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

45.45 kg de Urea	Q 14.50
45.45 kg de Triple superfosfato	Q 19.50
45.45 kg de Muriato de potasio	Q 16.25
22.725 kg de una caja de tomate	Q 6.00

Para calcular los costos variables solamente se tomó en cuenta el valor de cada unidad de nutrimento, como se muestra en el cuadro No. 12.

**Cuadro No. 12** Relación de precios y costos unitarios empleados en el análisis económico.

Insumo ó producto	Unidad	Valor Q	Símbolo
Nitrógeno	Kg de N	0.69	n
Fósforo	kg de $P_2O_5$	0.93	p
Potasio	Kg de $K_2O$	0.60	k
Tomate	kg de fruto	0.26	y

Cuadro No. 13 Análisis económico para la determinación de la dosis óptima económica con capital limitado.

Trat.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	Rend. $\bar{x}$ tm/ha	C.V. Q/ha	IN Q	$\Delta Y$ tm/ha	$\Delta IN$ Q/ha	TRCV
1	40	30	40	17.40	79.50	4444.50	1.56	405.60	5.10
2	40	30	80						
3	40	60	40	21.74	107.40	5545.00	5.90	1534.00	14.28
4	40	60	80						
5	80	30	40	12.20	107.10	3064.90	-3.64	-946.40	-8.84
6	80	30	80						
7	80	60	40	15.61	135.00	3923.60	-0.23	-59.80	-0.38
8	80	60	80						
9	0	30	40	19.44	51.90	5002.50	3.60	936.00	18.04''
10	120	60	80	10.87	186.60	2639.60	-4.97	-1292.20	-6.92
11	40	0	40	11.30	51.60	2886.40	-4.54	-1180.40	-22.88
12	80	90	80	18.68	186.90	4669.90	2.84	738.40	3.95
13	40	30	0	18.92	55.50	4863.70	3.08	800.80	14.42''''
14	80	60	120	13.49	183.00	3324.40	-2.35	-611.00	-3.34
15	0	0	0	15.84					

$$C.V. = \text{Costos variables} = \sum_{i=1}^k (f_i F_i)$$

$k$  = No. de factores  $f_i$  = costo real unitario del factor  $i$   $F_i$  = cantidad total utilizada del factor  $i$

$$IN = \text{Ingreso neto} = \text{precio del producto} - \text{costo de los insumos} \\ = yY - CV$$

$y$  = precio unitario del producto  $Y$  = rendimiento

$$\Delta Y = \text{Incremento en rendimiento} = \text{rend. } \bar{x} \text{ trat.} - \text{rend. } \bar{x} \text{ testigo}$$

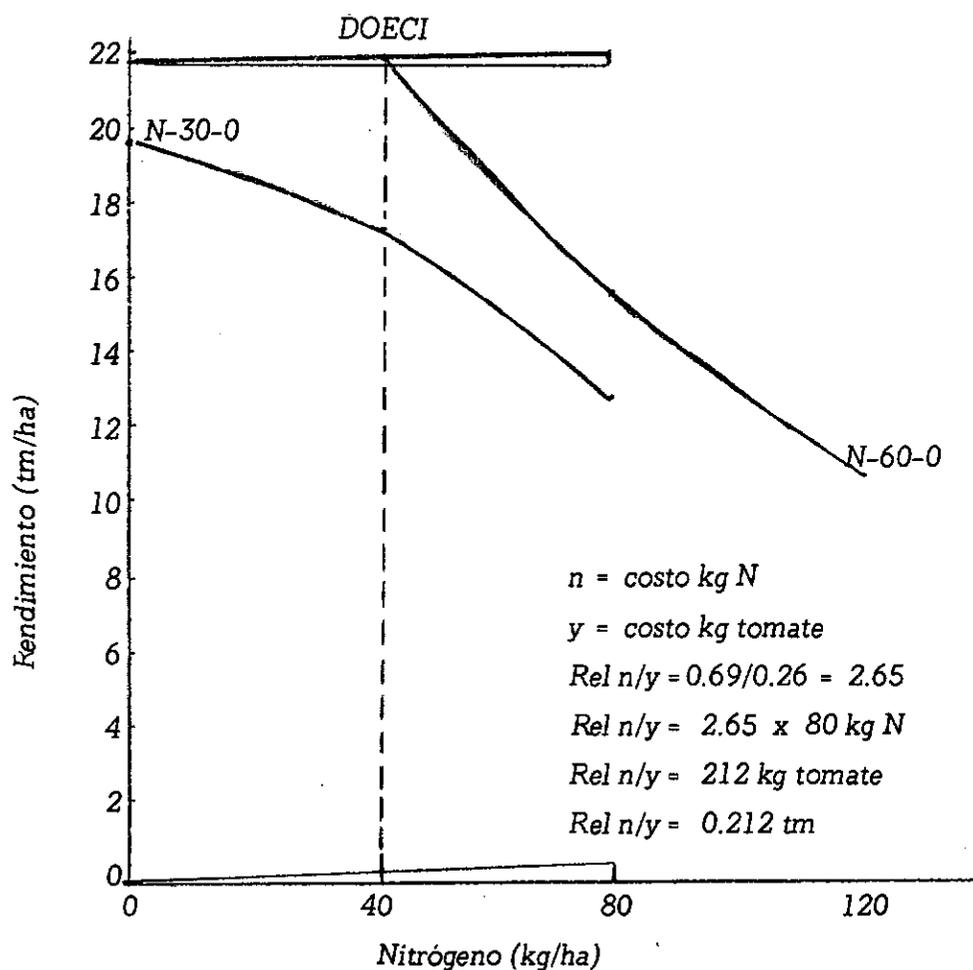
$$\Delta IN = \text{Incremento de ingreso neto} = y \Delta Y - CV$$

$$TRCV = \text{Tasa de retorno de capital variable} = \Delta IN / CV$$

'' DOECL<sub>1</sub>

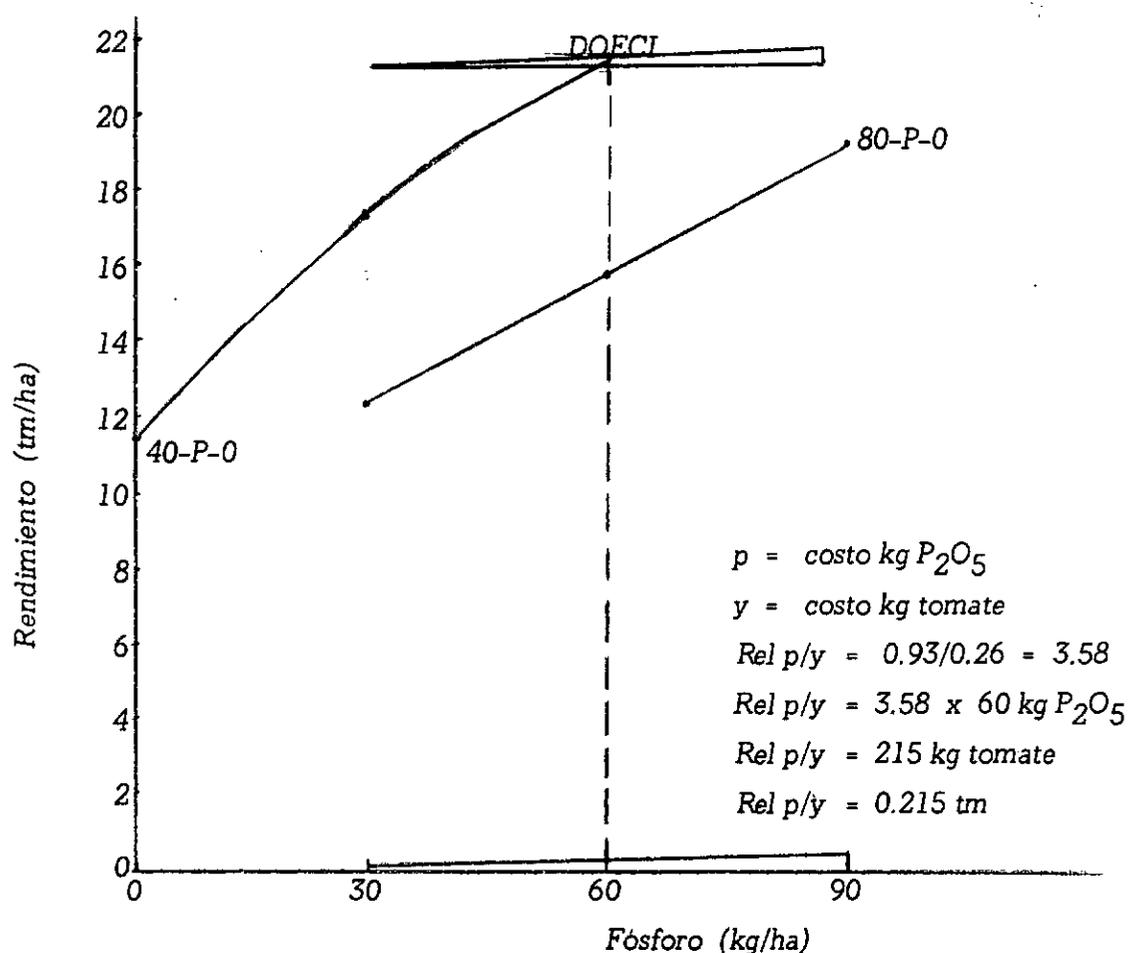
'''' DOECL<sub>2</sub>

En la gráfica No. 8 puede verse que a un nivel constante de 30 kg de  $P_2O_5$ /ha sin tomar en cuenta el nivel de  $K_2O$  por no haberse encontrado respuesta, el rendimiento decrece en 2.04 tm/ha al pasar de 0 a 40 kg de N/ha y en 5.20 tm/ha al pasar de 40 a 80 kg de N/ha. También se observa que a un nivel constante de 60 kg  $P_2O_5$ /ha, el rendimiento debido a N decrece en 6.13 tm/ha al pasar de 40 a 80 kg de N/ha y en 4.74 tm/ha al pasar de 80 a 120 kg de N/ha. Aquí se confirma que en promedio sobre los dos niveles de fósforo, el rendimiento decrece en 5.66 tm/ha al pasar de 40 a 80 kg de N/ha, siendo éste el valor del efecto principal del nitrógeno.



Gráfica No. 8 Respuesta promedio del tomate al fertilizante nitrogenado y determinación de la DOECI por el método Gráfico-estadístico.

En la gráfica No. 9 puede verse que a un nivel constante de 40 kg de N/ha sin tomar en cuenta el nivel de  $K_2O$  por no haberse encontrado respuesta, el rendimiento se incrementa en 6.1 tm/ha al pasar de 0 a 30 kg de  $P_2O_5$ /ha y en 4.34 tm/ha al pasar de 30 a 60 kg de  $P_2O_5$ /ha. También se observa que a un nivel constante de 80 kg de N/ha el rendimiento debido a  $P_2O_5$  se incrementa en 3.41 tm/ha al pasar de 30 a 60 kg de  $P_2O_5$ /ha y en 3.07 tm/ha al pasar de 60 a 90 kg de  $P_2O_5$ /ha. Aquí se confirma que en promedio sobre los dos niveles de nitrógeno, el rendimiento se incrementa en 3.87 tm/ha al pasar de 30 a 60 kg de  $P_2O_5$ /ha, siendo éste el valor del efecto principal del fósforo.



Gráfica No. 9 Respuesta promedio del tomate al fertilizante fosfórico y determinación de la DOECI por el método Gráfico-estadístico.

## 7. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones de clima y suelo del área, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La temperatura, humedad relativa, precipitación y horas de brillo solar; están altamente asociadas con el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate, sin influir significativamente el nivel de fertilización aplicado.
- Para que se inicie el apareamiento de los racimos florales transcurren como promedio 22 días desde el transplante, con una suma térmica de 517.0 °C, 125.0 mm de precipitación y 194.1 horas de brillo solar.
- Para que se inicie la fase de floración transcurren como promedio 36 días desde el transplante, con una suma térmica de 864.2 °C, 161.2 mm de precipitación y 234.8 horas de brillo solar.
- Para que se inicie la fase de fructificación transcurren como promedio 39 días desde el transplante, con una suma térmica de 941.0 °C, 169.9 mm de precipitación y 266.1 horas de brillo solar.
- Para completar el ciclo del cultivo transcurren 119 días desde el transplante, con una suma térmica de 2872.4 °C, 485.9 mm de precipitación y 777.0 horas de brillo solar.
- El nitrógeno, fósforo y potasio son limitantes en el rendimiento del cultivo del tomate en Monjas, Jalapa.
- La dosis óptima económica de fertilización para capital ilimitado resultó ser de 40 kg de N/ha, 60 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de  $K_2O$ /ha en esa área.
- La dosis óptima económica de fertilización para capital limitado resultó ser, en su orden: 0 kg de N/ha, 30 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de  $K_2O$ /ha y de 40 kg de N/ha, 30 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de  $K_2O$ /ha en esa área.
- La dosis óptima económica para capital limitado se encuentra dentro del espacio de exploración estudiado.

## 8. RECOMENDACIONES

- *Realizar otros estudios de fenología del tomate en combinación con fertilización química y orgánica, considerando varias localidades, épocas de siembra y variedades en diferentes zonas productoras del país.*
- *Para agricultores de la zona en estudio se recomienda aplicar 62 lbs N/mz y 92 lbs  $P_2O_5$ /mz, siempre y cuando el cultivo se realice en localidades con ambiente similar al del sitio experimental.*
- *Por ser el inicio de la investigación sobre fertilidad en tomate en esa área, aunque éstos datos pueden dar una luz, se recomienda realizar otros trabajos de investigación en otras localidades, otras épocas de siembra y con diferentes variedades, para obtener más confianza y consistencia en los resultados y poder ofrecer recomendaciones o alternativas de aplicación de fertilizantes a los agricultores de dicha zona.*
- *Adoptar nueva tecnología en el cultivo del tomate en dicha zona, ya que el comportamiento de la planta revela un alto grado de adaptación en relación al comportamiento del clima, pues éste; siempre se mantiene dentro de los rangos óptimos para el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate, lo que nos indica que se podría llegar a obtener mejores producciones que las que se obtienen actualmente.*

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. AMADOR, S.M. y VIVES, L. *Temperatura del suelo, bajo diferentes coberturas y su acción sobre la producción de tomate (Lycopersicum esculentum Mill)*. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1977. 25 p.
2. ANDERLINI, R. *El cultivo del tomate*. 2 ed. Madrid, Mundi-prensa, 1970. s.p.
3. BARRIENTOS, M. *La matriz experimental Plan Puebla, para determinación de dosis óptima económica de capital ilimitado y dosis óptima económica de capital limitado en experimentos agrícolas*. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 36 p.
4. BO, L.M. DEL. *El ABC de la agricultura*. Barcelona, España, De Vecchi, 1970. 192 p.
5. BOTTI, G.C. y ACEVEDO, H.E. *Efecto de la temperatura y luz en la inducción y diferenciación floral del tomate (Lycopersicum esculentum Mill)*. *Investigación Agrícola (Chile)* 5(3):127-131. 1979.
6. CASSERES, E. *Producción de hortalizas*. Lima, Perú, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. pp. 25-52.
7. ESTRADA ALDANA, O.E. *Evaluación de siete nematocidas en el control del nematodo de las raíces (Meloidogyne sp) en el cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum)*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 45 p.
8. GAMBOA GONZALES, A. *Cultivo y fertilización del tomate pimiento, melón y cebolla*. Madrid, Comercial de Potasas, 1970. 36 p.
9. GARRIDO AGUIRRE, L. F. *Evaluación de rendimiento de siete variedades de tomate (Lycopersicum esculentum) de proceso bajo humedad en la Laguna de Retana*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 26 p.
10. GOMEZ PAREDES, R. de J. *Evaluación de dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población en el cultivo de repollo (Brassica oleracea var. capitata) en el departamento de Chimaltenango*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 55 p.

11. GONZALEZ, J.A. y VIVES, L. Efecto de las coberturas, la temperatura del suelo y el brillo solar en la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum M.*). San José, Costa Rica. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit. Boletín No. 3. 1980. 19 p.
12. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. s Guía práctica para el cultivo del tomate en la zona nor-oriental del país. Guatemala, 1974. 36 p.
13. ----- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. Programa de hortalizas; informe anual 1980-81. Guatemala, 1981. 316 p.
14. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Hoja cartográfica No. 2259 IV. Guatemala, 1970. Esc. 1:50,000. Color.
15. GUDIEL, V.M. Manual agrícola superb. 5 ed. Guatemala, Superb, 1980. 292 p.
16. GUZMAN, G.T. Conferencias técnicas de agrometeorología. El Salvador, Servicio Meteorológico de El Salvador, 1979. 52 p.
17. HOLDRIDGE, L.R. Mapa ecológico de Guatemala, A.C. con la clave de clasificación de vegetales del mundo. San José, Costa Rica, IICA, 1959. Esc. 1: 1,000,000. Color.
18. IRIGOYEN, J.A. Cultivo de tomates. Chile, Andina, 1971. p. irr.
19. JARAMILLO, J., MUÑOZ, R y CARDONA, F. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la fertilización con N, P, K y varios elementos menores, en suelos aluviales del valle del Cauca (Colombia). Revista ICA (Colombia) 13(3):455-464. 1978.
20. LIMA, L. DE. Los elementos climáticos y los cultivos. Buenos Aires, Argentina, Suramericana, 1949. pp. 220-252.
21. LIMA. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA. Generalidades en el cultivo de hortalizas. Perú, 1977. 240 p.
22. MARTINEZ, P.M. y TICO, R.L. Agricultura práctica. Madrid, España, Sopena, 1974. pp. 201-207.
23. ORELLANA COLINDRES, S.A. Diferentes concentraciones de ácido giberélico, aplicado en diferentes épocas de desarrollo de la planta de tomate. Tesis

Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 30 p.

24. PALENCIA, J.A. Algunos aspectos sobre la fertilización del maíz en Guatemala. Guatemala, ICTA, 1974. 11 p. (mimeo.).
25. PLATEROS PALENCIA, R. Efectividad de la fertilización foliar como complemento de la fertilización edáfica en tomate (*Lycopersicum esculentum*) var. Santa Rita. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, 1969. 30 p.
26. POLANCO SALGUERO, C. Niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y aplicaciones de cal agrícola en tomate (*Lycopersicum esculentum* M.) en dos localidades de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 59 p.
27. RUSSELL, R. Producción de tomates en Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. Boletín Técnico No. 3. 1964. pp. 4-11.
28. SIMMONS, CH.S., TARANO, J. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsana. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
29. SOKOL, P.F., XIMINA, T.A. y PIVOVAROV, V.F. Influencia del ambiente en el crecimiento y desarrollo del tomate (*Lycopersicum esculentum*) y el guisante (*Pisum sativum*). Cuba. Instituto Pansoviético de Mejoramiento de Hortalizas. Informe Científico-Técnico No. 6. 1977. pp. 34-35.

*Patruelle*



10. APENDICE

Cuadro No. 1A Valores promedio acumulados de los elementos climáticos y el tiempo.

Fecha	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
10- 7-84	8	182.4	188.8	510	69.5	38.8
17- 7-84	15	348.3	354.0	931	82.4	90.7
24- 7-84	22	517.0	529.7	1389	125.0	139.6
31- 7-84	29	692.0	708.2	1834	140.5	194.1
7- 8-84	36	864.2	886.7	2281	161.2	234.8
14- 8-84	43	1037.2	1068.0	2682	188.3	289.7
21- 8-84	50	1202.3	1254.8	3125	204.7	333.4
28- 8-84	57	1373.1	1434.0	3536	230.6	386.8
4- 9-84	64	1542.5	1616.7	4011	262.7	416.5
11- 9-84	71	1703.5	1785.4	4498	365.1	448.9
18- 9-84	78	1868.7	1953.4	4974	394.6	475.5
25- 9-84	85	2039.5	2126.3	5431	442.0	511.1
2-10-84	92	2208.9	2299.9	5895	460.7	551.0
9-10-84	99	2383.9	2480.5	6305	461.5	601.4
16-10-84	106	2558.2	2666.7	6690	464.6	667.3
23-10-84	113	2733.2	2846.6	7054	468.6	731.6
29-10-84	119	2872.4	2953.6	7420	485.9	777.0

X<sub>1</sub>=Tiempo (días)X<sub>2</sub>=Temperatura del aire (°C)X<sub>3</sub>=Temperatura del suelo (°C)X<sub>4</sub>=Humedad relativa (%)X<sub>5</sub>=Precipitación (mm)X<sub>6</sub>=Horas de brillo solar (hrs)

Cuadro No. 2A Valores promedio acumulados para longitud del tallo principal de tomate (cm) considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Fecha	TRATAMIENTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-7-84	9.0	8.2	8.3	8.4	10.6	8.8	9.4	8.9	7.9	9.5	9.5	7.7	10.7	8.6	9.1
17-7-84	12.8	11.3	11.8	12.0	13.2	11.7	12.6	13.6	12.5	12.0	12.5	10.7	13.9	12.8	12.0
24-7-84	19.5	17.2	17.6	17.8	22.6	17.0	18.1	20.4	19.7	16.7	16.6	15.9	17.7	20.9	17.0
31-7-84	28.8	27.5	26.2	30.0	30.4	24.3	24.9	29.5	28.7	21.0	22.6	24.3	29.8	31.8	27.8
7-8-84	40.2	34.7	40.5	47.9	43.6	35.5	34.6	41.1	44.3	29.2	30.9	38.4	47.3	41.3	43.1
14-8-84	56.2	51.0	59.6	68.5	61.2	51.3	51.5	58.5	61.0	42.8	43.7	61.8	71.8	61.9	61.8
21-8-84	73.8	70.9	74.0	88.6	77.1	67.0	67.0	72.6	81.8	55.1	56.7	80.1	85.5	79.0	77.4
28-8-84	90.9	86.7	88.5	108.4	85.5	83.7	81.7	87.7	98.1	69.0	69.9	102.9	109.7	95.5	93.1
4-9-84	110.3	103.8	110.1	128.2	98.1	99.2	98.5	102.7	120.0	84.8	86.1	125.6	132.7	108.6	110.1
11-9-84	124.0	123.3	124.0	143.9	108.6	112.5	113.6	115.8	131.3	94.0	100.1	141.7	136.7	119.0	118.6
18-9-84	134.8	132.8	133.5	153.8	115.0	123.7	121.7	125.3	139.5	112.0	109.5	151.3	139.7	124.7	126.7

Cuadro No. 3A Análisis de regresión y correlación simple para longitud del tallo principal de tomate (cm), considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Frat.	1				2				3				4				5			
	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R
X <sub>1</sub>	367.24	**	0.98	0.99	274.48	**	0.97	0.98	382.19	**	0.98	0.99	414.96	**	0.98	0.99	687.28	**	0.98	0.99
X <sub>2</sub>	350.51	**	0.97	0.99	260.67	**	0.97	0.98	368.72	**	0.98	0.99	407.09	**	0.98	0.99	708.99	**	0.99	0.99
X <sub>3</sub>	400.07	**	0.98	0.99	290.83	**	0.97	0.98	418.74	**	0.98	0.99	468.51	**	0.98	0.99	829.16	**	0.99	0.99
X <sub>4</sub>	354.72	**	0.98	0.99	287.67	**	0.97	0.98	380.50	**	0.98	0.99	398.22	**	0.98	0.99	589.69	**	0.98	0.99
X <sub>5</sub>	150.76	**	0.94	0.97	180.59	**	0.95	0.98	145.53	**	0.94	0.97	118.96	**	0.93	0.96	98.11	**	0.92	0.96
X <sub>6</sub>	186.02	**	0.95	0.98	145.48	**	0.94	0.97	194.77	**	0.96	0.98	232.64	**	0.96	0.98	460.50	**	0.98	0.99
Trat.	6				7				8				9				10			
X <sub>1</sub>	322.52	**	0.97	0.99	301.68	**	0.97	0.99	377.46	**	0.98	0.99	405.92	**	0.98	0.99	213.83	**	0.96	0.98
X <sub>2</sub>	308.69	**	0.97	0.99	288.42	**	0.98	0.98	335.17	**	0.98	0.99	396.66	**	0.98	0.99	202.97	**	0.96	0.98
X <sub>3</sub>	348.65	**	0.97	0.99	324.73	**	0.99	0.99	653.51	**	0.99	0.99	459.49	**	0.98	0.99	320.81	**	0.96	0.98
X <sub>4</sub>	327.31	**	0.97	0.99	307.82	**	0.99	0.99	361.64	**	0.98	0.99	390.22	**	0.98	0.99	227.42	**	0.96	0.98
X <sub>5</sub>	147.36	**	0.94	0.97	155.87	**	0.97	0.97	141.16	**	0.94	0.97	115.09	**	0.93	0.96	173.63	**	0.95	0.98
X <sub>6</sub>	170.17	**	0.95	0.97	161.76	**	0.97	0.97	271.33	**	0.97	0.98	228.72	**	0.96	0.98	113.43	**	0.93	0.96
Trat.	11				12				13				14				15			
X <sub>1</sub>	246.00	**	0.96	0.98	252.30	**	0.98	0.98	257.68	**	0.97	0.98	495.17	**	0.98	0.99	432.19	**	0.98	0.99
X <sub>2</sub>	233.29	**	0.96	0.98	244.78	**	0.98	0.98	263.75	**	0.97	0.98	500.69	**	0.98	0.99	442.88	**	0.98	0.99
X <sub>3</sub>	257.57	**	0.97	0.98	273.19	**	0.98	0.98	290.42	**	0.97	0.98	583.47	**	0.98	0.99	508.21	**	0.98	0.99
X <sub>4</sub>	260.79	**	0.97	0.98	250.49	**	0.98	0.98	231.30	**	0.96	0.98	430.73	**	0.98	0.99	397.11	**	0.98	0.99
X <sub>5</sub>	191.65	**	0.96	0.98	125.00	**	0.97	0.97	70.54	**	0.89	0.94	74.40	**	0.91	0.96	95.40	**	0.91	0.96
X <sub>6</sub>	128.76	**	0.93	0.97	150.29	**	0.97	0.97	219.98	**	0.96	0.98	355.12	**	0.98	0.99	285.52	**	0.97	0.98

\*\* Significativo al 1 %

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

R Coeficiente de correlación

X<sub>1</sub> = Tiempo (días)

X<sub>2</sub> = Temperatura del aire (°C)

X<sub>3</sub> = Temperatura del suelo (°C)

X<sub>4</sub> = Humedad relativa (%)

X<sub>5</sub> = Precipitación (mm)

X<sub>6</sub> = Horas de brillo solar (hr)

Cuadro No. 4A Valores promedio acumulados para área foliar de tomate (cm<sup>2</sup>) considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Fecha	TRATAMIENTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-7-84	2.5	3.5	1.7	3.9	3.2	3.3	3.7	3.7	5.3	1.8	2.9	3.3	2.6	4.0	3.9
17-7-84	4.8	4.9	3.5	4.9	6.8	5.0	5.1	6.5	5.4	2.9	5.6	6.4	4.8	7.8	6.1
24-7-84	7.6	7.0	7.4	9.5	11.0	7.2	8.0	9.0	8.1	4.5	6.2	7.3	7.0	11.0	6.8
31-7-84	9.6	8.8	9.3	13.7	11.4	9.4	8.5	10.9	9.7	7.6	6.6	11.1	9.1	11.9	10.1
7-8-84	11.6	10.1	12.8	21.2	12.1	10.9	12.1	11.8	19.0	8.6	8.8	11.8	14.2	22.2	13.8
14-8-84	21.6	22.8	18.7	39.3	27.2	16.6	19.0	15.8	24.5	16.4	11.2	24.6	24.9	23.5	28.2
21-8-84	29.1	28.3	23.9	45.7	28.7	23.8	21.8	25.5	29.8	18.9	19.4	38.3	38.7	30.1	28.6
28-8-84	32.1	34.6	23.1	50.3	33.3	26.6	31.0	26.6	36.4	22.9	24.0	43.0	43.8	29.1	36.1
4-9-84	33.9	34.2	21.7	45.0	31.6	30.4	29.4	30.5	28.2	27.3	27.2	44.9	38.4	37.3	32.0
11-9-84	29.3	35.3	22.6	33.9	28.5	21.7	29.2	23.9	23.6	23.9	27.1	37.3	28.3	24.9	26.6
18-9-84	25.3	32.3	22.8	31.5	28.0	22.8	28.5	24.4	22.0	24.5	24.5	31.9	22.9	24.9	23.0

Cuadro No. 5A Análisis de regresión y correlación simple para área foliar del tomate (cm<sup>2</sup>), considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Trat.	1				2				3				4				5			
	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R
X <sub>1</sub>	22.48	**	0.94	0.97	36.97	**	0.93	0.97	18.21	**	0.98	0.99	13.50	**	0.89	0.94	18.19	**	0.93	0.97
X <sub>2</sub>	23.15	**	0.95	0.97	38.56	**	0.93	0.97	18.59	**	0.98	0.99	13.87	**	0.89	0.94	18.58	**	0.93	0.97
X <sub>3</sub>	23.75	**	0.95	0.97	38.14	**	0.94	0.97	18.09	**	0.98	0.99	13.69	**	0.89	0.95	18.23	**	0.94	0.97
X <sub>4</sub>	20.90	**	0.94	0.97	13.18	**	0.93	0.96	17.52	**	0.98	0.99	12.87	**	0.88	0.94	11.70	**	0.89	0.94
X <sub>5</sub>	16.36	**	0.94	0.97	13.61	**	0.91	0.96	10.11	**	0.98	0.99	7.84	*	0.93	0.96	9.52	**	0.95	0.96
X <sub>6</sub>	34.14	**	0.95	0.98	64.49	**	0.95	0.98	24.24	**	0.98	0.99	18.12	**	0.89	0.94	25.21	**	0.94	0.97
Trat.	6				7				8				9				10			
X <sub>1</sub>	25.00	**	0.93	0.97	42.10	**	0.95	0.98	25.98	**	0.94	0.97	15.03	**	0.85	0.92	36.41	**	0.97	0.98
X <sub>2</sub>	25.87	**	0.93	0.97	44.04	**	0.96	0.98	26.69	**	0.94	0.97	12.27	**	0.83	0.91	38.05	**	0.97	0.98
X <sub>3</sub>	25.53	**	0.94	0.97	43.06	**	0.96	0.98	26.36	**	0.95	0.97	12.16	**	0.83	0.91	36.85	**	0.97	0.98
X <sub>4</sub>	23.06	**	0.93	0.96	37.67	**	0.95	0.98	24.07	**	0.94	0.97	11.35	**	0.83	0.91	33.36	**	0.96	0.98
X <sub>5</sub>	10.46	**	0.93	0.96	14.61	**	0.94	0.97	10.93	**	0.93	0.96	7.05	*	0.86	0.93	13.62	**	0.96	0.98
X <sub>6</sub>	39.33	**	0.94	0.97	77.95	**	0.97	0.98	39.58	**	0.95	0.98	12.84	**	0.81	0.90	63.70	**	0.97	0.99
Trat.	11				12				13				14				15			
X <sub>1</sub>	50.27	**	0.94	0.97	24.00	**	0.91	0.95	14.30	**	0.89	0.94	14.20	**	0.94	0.97	15.25	**	0.87	0.94
X <sub>2</sub>	51.71	**	0.94	0.97	24.12	**	0.91	0.95	14.60	**	0.89	0.94	14.50	**	0.93	0.97	15.72	**	0.88	0.94
X <sub>3</sub>	52.18	**	0.95	0.97	23.17	**	0.90	0.95	14.54	**	0.89	0.94	14.25	**	0.94	0.97	15.52	**	0.88	0.94
X <sub>4</sub>	44.60	**	0.94	0.97	21.42	**	0.90	0.95	13.45	**	0.88	0.94	13.61	**	0.93	0.97	14.26	**	0.87	0.93
X <sub>5</sub>	15.77	**	0.90	0.95	9.97	**	0.88	0.94	7.65	*	0.90	0.95	7.88	*	0.94	0.97	7.89	*	0.87	0.93
X <sub>6</sub>	80.43	**	0.96	0.98	36.36	**	0.92	0.96	19.83	**	0.89	0.94	18.19	**	0.93	0.96	21.54	**	0.88	0.94

\* Significativo al 5 %

Cuadro No. 6A Valores promedio acumulados para número de ramas por planta de tomate, considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Fecha	TRATAMIENTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-7-84	5.0	5.0	4.7	4.3	5.0	4.7	5.0	5.0	5.3	4.3	5.0	4.3	5.3	5.3	4.7
17-7-84	7.7	6.7	6.3	6.0	6.7	6.7	7.0	7.0	7.7	6.0	6.7	5.7	7.3	7.0	6.3
24-7-84	10.7	8.3	8.0	8.7	9.3	9.0	8.7	9.7	11.3	8.3	9.0	8.0	10.0	11.0	8.7
31-7-84	12.7	10.3	12.0	12.3	12.0	10.0	10.7	12.7	18.0	10.3	13.7	10.7	16.7	13.0	15.0
7-8-84	15.3	13.0	17.0	19.3	15.3	14.0	12.0	14.0	25.0	11.7	17.0	14.7	26.3	17.3	23.3
14-8-84	22.7	17.7	23.6	30.3	22.0	19.7	20.3	23.7	34.0	17.3	27.0	24.0	40.0	27.3	38.0
21-8-84	36.7	26.0	35.3	42.3	31.0	27.7	28.3	33.0	50.3	26.7	31.0	33.0	54.3	35.7	56.3
28-8-84	48.0	31.0	43.7	58.7	32.0	35.0	37.0	39.0	62.0	32.7	38.3	45.0	67.0	43.3	56.3
4-9-84	59.3	45.7	50.3	66.7	43.0	43.7	48.3	56.7	77.0	42.0	48.3	57.3	89.0	55.3	75.7
11-8-84	70.0	46.0	56.3	72.0	49.3	54.7	57.7	69.3	86.3	53.0	59.0	64.0	95.0	64.0	78.7
18-8-84	75.7	56.7	62.0	81.0	54.0	61.3	67.7	76.7	93.7	72.3	65.3	72.3	106.3	70.7	88.7

Cuadro No. 7A Análisis de regresión y correlación simple para número de ramas por planta de tomate --  
considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Trat.	1				2				3				4				5			
	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R
X <sub>1</sub>	127.51	##	0.93	0.97	111.27	##	0.93	0.96	246.62	##	0.96	0.98	204.03	##	0.96	0.98	231.22	##	0.96	0.98
X <sub>2</sub>	122.01	##	0.93	0.97	106.97	##	0.92	0.96	238.23	##	0.96	0.98	199.06	##	0.96	0.98	219.87	##	0.96	0.98
X <sub>3</sub>	131.84	##	0.94	0.97	113.75	##	0.93	0.96	267.09	##	0.97	0.98	219.80	##	0.96	0.98	241.67	##	0.96	0.98
X <sub>4</sub>	132.50	##	0.94	0.97	117.79	##	0.93	0.96	244.53	##	0.96	0.98	198.09	##	0.96	0.98	250.46	##	0.97	0.98
X <sub>5</sub>	140.78	##	0.94	0.97	116.59	##	0.93	0.96	113.47	##	0.93	0.96	96.09	##	0.91	0.96	184.17	##	0.95	0.98
X <sub>6</sub>	80.01	##	0.90	0.95	68.16	##	0.88	0.94	150.07	##	0.94	0.97	135.30	##	0.94	0.97	192.22	##	0.93	0.97
	6				7				8				9				10			
X <sub>1</sub>	127.32	##	0.93	0.97	101.01	##	0.92	0.96	100.74	##	0.92	0.96	250.71	##	0.97	0.98	68.03	##	0.88	0.94
X <sub>2</sub>	120.80	##	0.93	0.96	96.44	##	0.91	0.96	96.23	##	0.91	0.96	240.16	##	0.96	0.98	64.06	##	0.88	0.94
X <sub>3</sub>	123.76	##	0.93	0.97	102.12	##	0.92	0.96	101.79	##	0.92	0.96	268.96	##	0.97	0.98	67.30	##	0.88	0.94
X <sub>4</sub>	137.53	##	0.94	0.97	101.81	##	0.92	0.96	108.61	##	0.92	0.96	257.14	##	0.97	0.98	74.04	##	0.89	0.94
X <sub>5</sub>	248.87	##	0.97	0.98	182.78	##	0.95	0.98	213.25	##	0.98	0.98	137.28	##	0.94	0.97	178.67	##	0.95	0.98
X <sub>6</sub>	73.40	##	0.89	0.94	61.36	##	0.87	0.93	60.87	##	0.87	0.93	141.27	##	0.94	0.97	42.38	##	0.82	0.91
	11				12				13				14				15			
X <sub>1</sub>	211.54	##	0.96	0.98	148.52	##	0.94	0.97	219.78	##	0.96	0.98	203.09	##	0.96	0.98	240.24	##	0.96	0.98
X <sub>2</sub>	200.06	##	0.96	0.98	142.34	##	0.94	0.97	212.59	##	0.96	0.98	192.89	##	0.96	0.98	237.31	##	0.96	0.98
X <sub>3</sub>	214.60	##	0.96	0.98	154.43	##	0.94	0.97	234.89	##	0.96	0.98	210.94	##	0.96	0.98	262.45	##	0.97	0.98
X <sub>4</sub>	231.90	##	0.96	0.98	153.80	##	0.94	0.97	224.36	##	0.96	0.98	215.16	##	0.96	0.98	236.43	##	0.96	0.98
X <sub>5</sub>	300.11	##	0.97	0.99	137.91	##	0.94	0.97	122.70	##	0.93	0.97	191.16	##	0.96	0.98	88.90	##	0.91	0.95
X <sub>6</sub>	109.42	##	0.92	0.96	89.96	##	0.91	0.95	127.27	##	0.93	0.97	110.99	##	0.92	0.96	156.85	##	0.95	0.97

Cuadro No. 8A Valores promedio acumulados para número de racimos por planta de tomate, considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Fecha	TRATAMIENTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-7-84															
17-7-84															
24-7-84	1.7	0.3	0.7	0.7	1.0	0.7	1.0	1.3	1.0	0.0	0.7	0.3	1.0	1.0	0.7
31-7-84	1.7	0.7	1.7	1.3	2.0	1.7	1.3	1.7	2.3	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.0
7-8-84	2.3	1.3	1.7	2.3	2.3	1.7	2.0	3.0	4.7	1.3	2.3	2.0	2.3	3.0	3.0
14-8-84	4.0	2.3	3.7	4.3	4.3	3.0	3.0	4.7	6.7	2.3	3.7	3.7	5.0	4.3	6.0
21-8-84	6.3	4.3	5.0	8.0	5.3	4.7	5.0	6.7	9.0	3.7	5.3	5.3	6.7	7.0	8.3
28-8-84	9.7	6.7	11.3	15.0	8.0	7.3	7.3	10.0	14.7	6.0	10.0	10.0	16.0	9.3	13.0
4-9-84	14.7	9.0	10.6	21.7	10.0	11.0	9.3	11.7	19.0	9.3	13.7	13.3	20.7	11.7	17.7
11-9-84	22.3	13.0	13.0	26.0	12.0	13.7	14.0	18.3	23.3	12.7	18.3	20.3	24.0	15.0	21.7
18-9-84	26.0	15.3	14.0	26.7	13.3	16.0	15.7	20.0	24.7	14.7	20.3	21.7	25.3	16.7	25.0
25-9-84	28.0	17.3	15.3	27.0	15.0	16.0	18.0	24.0	24.7	15.7	20.7	25.3	24.3	18.0	25.0

Cuadro No. 2A Análisis de regresión y correlación simple para número de racimos por planta de tomate considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Trat.	1			2			3			4			5							
	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R				
X <sub>1</sub>	87.84	**	0.92	0.96	144.22	**	0.95	0.97	131.90	**	0.94	0.97	117.90	**	0.94	0.97	409.21	**	0.98	0.99
X <sub>2</sub>	82.38	**	0.91	0.95	133.00	**	0.94	0.97	129.78	**	0.94	0.97	113.96	**	0.93	0.97	372.74	**	0.98	0.99
X <sub>3</sub>	82.13	**	0.91	0.95	132.37	**	0.94	0.97	135.26	**	0.94	0.97	120.50	**	0.94	0.97	382.52	**	0.98	0.99
X <sub>4</sub>	101.47	**	0.93	0.96	172.12	**	0.96	0.98	121.90	**	0.94	0.97	117.74	**	0.94	0.97	449.86	**	0.98	0.99
X <sub>5</sub>	498.27	**	0.98	0.99	581.87	**	0.99	0.99	59.11	**	0.88	0.94	75.73	**	0.90	0.95	177.80	**	0.96	0.98
X <sub>6</sub>	47.60	**	0.86	0.93	68.86	**	0.90	0.95	127.87	**	0.94	0.97	89.58	**	0.92	0.96	170.09	**	0.96	0.98
Trat.	6			7			8			9			10							
X <sub>1</sub>	131.04	**	0.94	0.97	135.16	**	0.94	0.97	144.56	**	0.95	0.97	230.62	**	0.97	0.98	177.92	**	0.96	0.98
X <sub>2</sub>	121.53	**	0.94	0.97	124.97	**	0.94	0.97	133.77	**	0.94	0.97	221.39	**	0.97	0.98	166.44	**	0.96	0.98
X <sub>3</sub>	120.63	**	0.94	0.97	124.28	**	0.94	0.97	131.47	**	0.94	0.97	236.88	**	0.98	0.98	163.16	**	0.96	0.98
X <sub>4</sub>	154.17	**	0.95	0.98	160.52	**	0.95	0.98	172.39	**	0.96	0.98	226.96	**	0.97	0.98	217.52	**	0.97	0.98
X <sub>5</sub>	719.81	**	0.99	0.99	790.51	**	0.99	0.99	1170.19	**	0.99	1.00	97.18	**	0.92	0.96	259.82	**	0.97	0.99
X <sub>6</sub>	65.51	**	0.89	0.94	66.13	**	0.89	0.94	69.63	**	0.90	0.95	157.89	**	0.95	0.98	82.82	**	0.92	0.96
Trat.	11			12			13			14			15							
X <sub>1</sub>	147.61	**	0.95	0.97	126.39	**	0.94	0.97	95.13	**	0.92	0.96	388.40	**	0.98	0.99	246.31	**	0.97	0.98
X <sub>2</sub>	138.47	**	0.95	0.97	117.92	**	0.94	0.97	93.17	**	0.92	0.96	346.37	**	0.98	0.99	229.91	**	0.97	0.98
X <sub>3</sub>	142.17	**	0.95	0.97	117.47	**	0.94	0.97	97.90	**	0.92	0.96	363.75	**	0.98	0.99	240.34	**	0.97	0.98
X <sub>4</sub>	161.78	**	0.95	0.98	146.36	**	0.95	0.97	91.94	**	0.92	0.96	458.28	**	0.98	0.99	264.12	**	0.97	0.99
X <sub>5</sub>	178.57	**	0.96	0.98	535.54	**	0.99	0.99	56.05	**	0.88	0.94	210.84	**	0.96	0.98	145.14	**	0.95	0.97
X <sub>6</sub>	83.31	**	0.91	0.96	65.59	**	0.89	0.94	83.72	**	0.91	0.96	154.40	**	0.95	0.98	129.87	**	0.94	0.97

Cuadro No. 10A Valores promedio acumulados para número de flores por planta de tomate, considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Fecha	TRATAMIENTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-7-84															
17-7-84															
24-7-84															
31-7-84															
7-8-84	2.0	0.3	1.3	2.3	1.7	1.3	1.7	2.0	3.7	0.7	1.3	0.7	2.0	2.7	2.3
14-8-84	1.3	1.6	1.3	3.7	3.3	3.0	1.7	2.3	2.7	1.3	1.0	3.3	2.7	2.0	6.7
21-8-84	3.0	3.3	4.0	8.0	6.0	1.7	2.3	4.3	4.3	2.0	3.0	3.3	4.7	4.7	7.0
28-8-84	7.0	5.0	6.0	14.0	2.7	5.3	6.0	6.0	9.3	3.3	6.3	8.3	12.0	8.7	5.0
4-9-84	12.3	6.7	8.0	21.0	4.0	6.3	6.3	10.0	12.3	5.3	10.3	9.0	15.0	7.0	12.3
11-9-84	14.7	7.0	8.3	19.3	6.0	11.3	10.0	11.0	13.0	9.0	15.0	20.7	15.7	9.7	17.0
18-9-84	20.0	14.7	8.7	10.3	5.3	13.0	9.7	12.7	13.7	7.3	10.0	12.3	11.0	13.0	6.3
25-9-84	12.0	10.0	5.3	5.0	6.3	6.0	6.7	11.0	7.0	6.7	5.3	11.3	8.0	10.0	0.0

Cuadro No. 11A Análisis de regresión y correlación simple para número de flores por planta de tomate - considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Trat.	1				2				3				4				5			
	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R
X <sub>1</sub>	11.29	##	0.84	0.92	12.57	##	0.97	0.98	6.39	#	0.88	0.94	2.90	NS	0.87	0.93	3.41	NS	0.61	0.78
X <sub>2</sub>	11.28	##	0.84	0.92	12.80	##	0.97	0.98	6.40	#	0.88	0.94	2.90	NS	0.87	0.93	3.41	NS	0.61	0.78
X <sub>3</sub>	11.83	##	0.84	0.92	13.28	##	0.97	0.98	6.66	#	0.88	0.94	2.91	NS	0.86	0.93	3.45	NS	0.61	0.78
X <sub>4</sub>	10.89	#	0.85	0.92	11.35	##	0.96	0.98	6.14	#	0.90	0.95	2.89	NS	0.89	0.95	3.41	NS	0.61	0.78
X <sub>5</sub>	318.83	##	0.86	0.93	6.47	#	0.92	0.96	63.52	##	0.93	0.96	2.68	NS	0.95	0.97	3.11	NS	0.60	0.77
X <sub>6</sub>	12.95	##	0.84	0.92	19.51	##	0.97	0.99	7.95	#	0.84	0.92	2.95	NS	0.77	0.88	3.46	NS	0.61	0.78
Trat.	6				7				8				9				10			
X <sub>1</sub>	6.39	#	0.76	0.87	9.89	#	0.85	0.92	21.44	##	0.95	0.98	199.98	##	0.70	0.84	19.33	##	0.96	0.98
X <sub>2</sub>	6.42	#	0.76	0.87	9.91	#	0.85	0.92	21.72	##	0.95	0.98	199.62	##	0.70	0.84	19.63	##	0.96	0.98
X <sub>3</sub>	6.48	#	0.76	0.87	10.30	#	0.85	0.92	23.58	##	0.95	0.98	4.11	NS	0.69	0.83	21.01	##	0.96	0.98
X <sub>4</sub>	6.14	#	0.76	0.87	9.37	#	0.85	0.92	19.56	##	0.96	0.98	199.34	##	0.72	0.85	17.43	##	0.97	0.98
X <sub>5</sub>	5.94	#	0.85	0.92	143.08	##	0.90	0.95	9.61	#	0.96	0.98	185.09	##	0.72	0.85	10.49	#	0.99	0.99
X <sub>6</sub>	7.27	#	0.76	0.87	12.56	##	0.84	0.92	32.38	##	0.94	0.97	4.39	NS	0.66	0.81	31.68	##	0.95	0.98
Trat.	11				12				13				14				15			
X <sub>1</sub>	5.17	#	0.80	0.89	8.93	#	0.93	0.96	5.18	#	0.88	0.94	10.07	#	0.84	0.92	2.17	NS	0.62	0.79
X <sub>2</sub>	5.17	#	0.79	0.89	9.07	#	0.93	0.96	5.21	#	0.88	0.94	10.03	#	0.84	0.91	2.20	NS	0.62	0.79
X <sub>3</sub>	5.35	#	0.79	0.89	9.32	#	0.93	0.96	5.36	#	0.88	0.94	10.46	#	0.84	0.92	2.20	NS	0.62	0.78
X <sub>4</sub>	5.08	NS	0.81	0.90	8.22	#	0.92	0.96	4.69	NS	0.89	0.94	9.63	#	0.84	0.92	2.13	NS	0.62	0.79
X <sub>5</sub>	4.12	NS	0.86	0.93	6.30	#	0.96	0.98	3.86	NS	0.93	0.96	21.08	##	0.85	0.92	2.07	NS	0.67	0.82
X <sub>6</sub>	5.94	#	0.75	0.86	13.02	##	0.93	0.96	6.45	#	0.83	0.91	12.30	##	0.83	0.91	2.17	NS	0.58	0.76

NS No. significativo

Cuadro No.12A Valores promedio acumulados para número de frutos por planta de tomate, considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.-

Fecha	TRATAMIENTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10-7-84															
17-7-84															
24-7-84															
31-7-84															
7-8-84	1.3	1.3	1.3	0.3	1.3	0.7	1.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.7	0.7
14-8-84	5.7	1.7	3.3	5.7	6.0	4.0	5.0	7.3	6.3	2.3	2.3	4.0	6.7	4.7	5.0
21-8-84	9.0	5.0	9.0	12.3	10.3	7.3	8.3	13.0	14.7	4.0	5.7	9.3	9.3	14.0	11.3
28-8-84	14.3	6.7	16.7	26.7	18.3	11.0	11.7	20.3	25.0	8.3	13.3	15.3	21.0	19.3	19.0
4-9-84	29.0	18.7	27.0	48.7	22.0	19.3	22.7	30.3	43.3	13.7	23.0	28.7	39.7	32.0	30.7
11-9-84	47.7	28.0	39.7	83.3	33.3	30.0	33.7	47.3	63.7	23.3	44.0	47.7	68.3	38.3	54.0
18-9-84	64.7	40.7	47.7	91.3	38.3	39.0	33.3	55.7	68.7	26.3	54.3	63.0	82.7	50.0	74.3
25-9-84	85.0	52.0	53.7	98.3	45.7	50.3	45.7	64.0	83.7	35.3	59.3	77.0	78.3	65.0	85.3

Cuadro No. 13A Análisis de regresión y correlación simple para número de frutos por planta de tomate - considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Trat.	1				2				3				4				5			
	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R	Fc	Sig.	R <sup>2</sup>	R
X <sub>1</sub>	88.29	**	0.95	0.97	94.41	**	0.95	0.97	465.73	**	0.99	0.99	111.34	**	0.96	0.98	447.09	**	0.99	0.99
X <sub>2</sub>	85.91	**	0.94	0.97	91.89	**	0.95	0.97	429.18	**	0.99	0.99	107.50	**	0.96	0.98	415.88	**	0.99	0.99
X <sub>3</sub>	75.66	**	0.94	0.97	81.28	**	0.94	0.97	397.83	**	0.99	0.99	107.28	**	0.96	0.98	352.98	**	0.99	0.99
X <sub>4</sub>	107.73	**	0.96	0.98	116.99	**	0.96	0.98	569.55	**	0.99	1.00	121.27	**	0.96	0.98	514.09	**	0.99	1.00
X <sub>5</sub>	214.16	**	0.98	0.99	152.81	**	0.97	0.98	195.90	**	0.98	0.99	171.15	**	0.97	0.99	235.22	**	0.98	0.99
X <sub>6</sub>	39.65	**	0.89	0.94	40.70	**	0.89	0.94	140.28	**	0.97	0.98	69.09	**	0.93	0.97	154.48	**	0.97	0.98
Trat.	6				7				8				9				10			
X <sub>1</sub>	131.69	**	0.96	0.98	180.04	**	0.97	0.99	269.78	**	0.98	0.99	266.37	**	0.98	0.99	151.86	**	0.97	0.98
X <sub>2</sub>	127.28	**	0.96	0.98	172.39	**	0.97	0.99	250.13	**	0.98	0.99	252.03	**	0.98	0.99	147.70	**	0.97	0.98
X <sub>3</sub>	109.71	**	0.96	0.98	159.03	**	0.97	0.98	223.38	**	0.98	0.99	235.90	**	0.98	0.99	129.04	**	0.96	0.98
X <sub>4</sub>	167.88	**	0.97	0.99	228.75	**	0.98	0.99	362.06	**	0.99	0.99	349.59	**	0.98	0.99	184.22	**	0.97	0.99
X <sub>5</sub>	268.22	**	0.98	0.99	293.61	**	0.98	0.99	493.14	**	0.99	0.99	258.01	**	0.98	0.99	431.70	**	0.99	0.99
X <sub>6</sub>	52.24	**	0.91	0.96	71.56	**	0.93	0.97	92.52	**	0.95	0.97	93.90	**	0.94	0.97	65.27	**	0.93	0.96
Trat.	11				12				13				14				15			
X <sub>1</sub>	122.23	**	0.96	0.98	142.97	**	0.97	0.98	76.89	**	0.93	0.96	235.67	**	0.98	0.99	97.82	**	0.94	0.97
X <sub>2</sub>	115.70	**	0.96	0.98	136.31	**	0.96	0.98	73.79	**	0.92	0.96	226.35	**	0.97	0.99	92.65	**	0.94	0.97
X <sub>3</sub>	107.63	**	0.96	0.98	118.43	**	0.96	0.98	71.92	**	0.92	0.96	198.71	**	0.97	0.99	84.52	**	0.93	0.97
X <sub>4</sub>	147.45	**	0.97	0.98	187.62	**	0.97	0.99	28.51	**	0.94	0.97	320.60	**	0.98	0.99	126.55	**	0.95	0.98
X <sub>5</sub>	608.43	**	0.99	1.00	434.37	**	0.99	0.99	162.32	**	0.96	0.98	131.17	**	0.96	0.98	563.65	**	0.99	0.99
X <sub>6</sub>	57.67	**	0.92	0.96	54.51	**	0.92	0.96	42.76	**	0.88	0.94	77.37	**	0.93	0.96	41.54	**	0.87	0.93

Cuadro No.14A Análisis de regresión y correlación múltiple para longitud del tallo principal ( $Y_1$ ), área foliar ( $Y_2$ ), No. de ramas por planta ( $Y_3$ ), No. de racimos por planta ( $Y_4$ ), No. de flores por planta ( $Y_5$ ) y No. de frutos por planta ( $Y_6$ ) Vrs. tiempo, temperatura - del aire, temperatura del suelo, humedad relativa, precipitación y horas de brillo - solar, considerando 14 tratamientos de fertilización y un testigo.

Tratamiento	$Y_1$		$Y_2$		$Y_3$		$Y_4$		$Y_5$		$Y_6$	
	$R^2$	$R_m$										
1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.93	0.97	0.99	0.99
2	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.93	0.96	0.99	0.99
3	0.99	0.99	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.95	0.97	0.99	0.99
4	0.99	0.99	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
5	0.99	0.99	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.86	0.93	0.99	0.99
6	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.88	0.94	0.99	0.99
7	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.95	0.97	1.00	1.00
8	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
9	0.99	0.99	0.94	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.91	0.95	1.00	1.00
10	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99
11	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.97	0.98	0.76	0.87
12	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00
13	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.97	0.98	0.95	0.98	0.99	0.99
14	0.99	0.99	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.95	0.97	0.99	0.99
15	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

$R^2$  Coeficiente de determinación

$R_m$  Coeficiente de correlación múltiple

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

I M P R I M A S E

Ing. Agr. César A. Castañeda S.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Castañeda S.', written over a horizontal line.

Ing. Agr. César A. Castañeda S.  
D E C A N O

