

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO,
FOSFORO Y APLICACIONES DE CAL AGRICOLA
EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum* M.)
EN DOS LOCALIDADES DE JUTIALPA"

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

Celestino Polanco Salguero

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1981

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

01
T(608)
c-3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. MARIO DARY RIVERA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1º	Ing. Agr. Orlando Arjona
Vocal 2º	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3º	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4º	
Vocal 5º	P. A. Roberto Morales
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL

PRIVADO

Decano:	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Examinador	Ing. Agr. Fredy Hernández O.
Examinador	Ing. Agr. Marco A. Nájera
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....

Asunto.....

Guatemala, octubre de 1981.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía.
Universidad de San Carlos
de Guatemala.

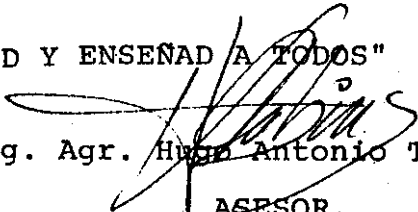
Señor Decano:

En atención al nombramiento que emitiera, para asesorar al estudiante Celestino Polanco Salguero, en su trabajo de tesis "Niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y aplicaciones de cal agrícola en tomate (*Lycopersicum esculentum* M.) en dos localidades de Jutiapa", por este medio informo que ha sido concluida la asesoría y revisión del documento final.

Por lo anteriormente expuesto, considero que el trabajo presentado por el estudiante Polanco Salguero llena los requisitos de una tesis universitaria, asimismo para que sea sometida a discusión en su Examen General Público.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr.  Humberto Antonio Tobías V.

ASESOR.

Jutiapa, octubre de 1981.

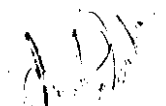
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía.
Dr. Antonio Sandoval S.
Su despacho.

Señor Decano:

Tengo a bien dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que atendiendo a la asignación que ese Decanato me hiciera, he ofrecido asesoría al universitario Celestino Polanco Salguero para la elaboración de su tesis de grado titulada "Niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y aplicaciones de cal agrícola en tomate (*Lycopersicum esculentum* M.) en dos localidades de Jutiapa".

Concluida la asesoría informo al señor Decano que considero el trabajo un verdadero aporte a la investigación agrícola de Guatemala, así como también una contribución a los problemas de fertilidad en las zonas hortícolas del país.

Atentamente.


Ing. Agr. Héctor Leonel Pineda Martínez.
Colegiado 248.

Guatemala, octubre de 1981.

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Cumpliendo con lo establecido en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO, FOSFORO Y APLICACIONES DE CAL AGRICOLA EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum* M.) EN DOS LOCALIDADES DE JUTIAPA", como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando vuestra aprobación,

Atentamente:


Celestino Polanco Salguero

ACTO QUE DEDICO

A Dios

A mis padres

Celestino Polanco P.

Elena Salguero de Polanco

A mis hermanos

Oden Ronaldo

Nery Danilo

Sandra Dinora

A mis familiares

En especial a la familia

Arriaza Salguero

TESIS QUE DEDICO

A mi patria Guatemala

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Agronomía

A mi pueblo Progreso, Jutiapa

A la Aldea La Acequia

A los Agricultores de El Ovejero y Laguna de Retana

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a las personas que contribuyeron a la realización del presente trabajo de tesis:

A mis asesores Ings. Agrs. Hugo Antonio Tobías Vásquez y Héctor Leonel Pineda Martínez, por la dirección técnica y revisión del presente trabajo.

A el Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana, por su colaboración en dicho trabajo.

A la Subárea de Métodos de Cuantificación e Investigación de la Facultad de Agronomía, por su colaboración en el análisis estadístico.

A los agricultores de la Aldea El Ovejero y Laguna de Retana, por su ayuda en el trabajo de campo.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
1. Características generales del cultivo	4
1.1. Clasificación botánica y características de la planta	4
1.2. Requerimientos climáticos y edáficos	4
2. Funciones de los nutrimentos estudiados	5
2.1. Nitrógeno	5
2.2. Fósforo	7
2.3. Calcio	10
3. Estudios sobre requerimientos nutricionales del cultivo	12
V. MATERIALES Y METODOS	18
1. Experimento 1	18
1.1. Características generales del área experimental	18
1.1.1. Características geográficas	18
1.1.2. Características climáticas	18
1.1.3. Características geológicas	18
1.1.4. Características edáficas	18
1.2. Materiales	19
1.2.1. Variedad y sus características	19
1.2.2. Fuentes de fertilizantes	19
1.3. Métodos	20
1.3.1. Diseño de tratamientos y diseño experimental	20
1.3.2. Tamaño de la unidad experimental	23
1.3.3. Análisis estadístico del diseño	23

1.3.4.	Análisis económico del diseño	23
1.4.	Toma de datos	24
1.5.	Manejo del experimento	24
1.5.1.	Semillero	24
1.5.2.	Preparación del terreno	25
1.5.3.	Trasplante	25
1.5.4.	Fertilización	25
1.5.5.	Control fitosanitario	25
1.5.6.	Control de malezas	25
1.5.7.	Cosecha	25
2.	Experimento 2	26
2.1.	Características generales del área experimental	26
2.1.1.	Características geográficas	26
2.1.2.	Características climáticas	26
2.1.3.	Características geológicas	26
2.1.4.	Características edáficas	27
2.2.	Materiales	27
2.2.1.	Variedad y sus características	27
2.2.2.	Fuentes de fertilizantes	28
2.3.	Métodos	28
2.3.1.	Diseño de tratamientos y diseño experimental	28
2.3.2.	Tamaño de la unidad experimental	28
2.3.3.	Análisis estadístico del diseño	29
2.3.4.	Análisis económico del diseño	30
2.4.	Toma de datos	31
2.5.	Manejo del experimento	31
2.5.1.	Semillero	31
2.5.2.	Preparación del terreno	31
2.5.3.	Trasplante	

2.5.4.	Fertilización	
2.5.5.	Control fitosanitario	32
2.5.6.	Control de malezas	32
2.5.7.	Cosecha	32
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	33
1.	Experimento 1	33
1.1.	Efecto del calcio	33
1.2.	Rendimientos	36
1.3.	Beneficio-costos	42
2.	Experimento 2	44
2.1.	Rendimientos	44
2.2.	Beneficio-costos	51
VII.	CONCLUSIONES	53
1.	Experimento 1	53
2.	Experimento 2	54
VIII.	RECOMENDACIONES	55
1.	Experimento 1	55
2.	Experimento 2	55
IX.	BIBLIOGRAFIA	56

RESUMEN

Entre las hortalizas que actualmente se están cultivando en la región oriental del país, especialmente en el departamento de Jutiapa, el cultivo de tomate es uno de los que puede ofrecer altos ingresos netos al agricultor, estos ingresos estarán en función del manejo del cultivo y de aspectos socioeconómicos de la región en que se practique.

Considerando el cultivo de tomate como una hortaliza promisoría para la zona, dado a las buenas producciones alcanzadas en los últimos años (20 TM/Ha), se hace necesario que el manejo agrónómico del mismo sea más adecuado.

Con el objeto de probar técnicas que pudieran incrementar significativamente la productividad del cultivo de tomate se diseñaron dos experimentos con fertilización nitrogenada, fosforada y aplicaciones de cal agrícola. Se planteó un primer experimento de fertilización en condiciones de época lluviosa en la Aldea El Ovejero, El Progreso, Jutiapa, con la variedad Nápoli No. 284 NF y los siguientes espacios de exploración: Para Nitrógeno (N): 0 - 40 - 80 - 120 kg/Ha. Para Fósforo (P_2O_5): 0 - 30 - 60 - 90 kg/Ha. Para Calcio ($Ca(OH)_2$): 0 - 300 - 600 - 900 kg/Ha. Del cual se concluyó que; la aplicación de Calcio no fue significativa, mientras que para N y P_2O_5 si hubo respuesta, siendo los niveles óptimos 45 y 47 kg/Ha respectivamente. Se puede notar que el cultivo de tomate en condiciones de época lluviosa es problemático por el régimen pluviométrico, que provoca pérdida de flores e incidencia de enfermedades fungosas, como lo demuestra los bajos rendimientos obtenidos en dicho experimento, con una media general de 7.25 TM/Ha.

Luego se planteó un segundo experimento de fertilización ni-

trogenada y fosforada en condiciones de humedad residual en la Laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa, con la variedad UC 82 "A" y los siguientes espacios de exploración: Para Nitrógeno (N); 0 - 40 - 80 - 120 kg/Ha. Para Fósforo (P_2O_5): 0 - 30 - 60 - 90 kg/Ha. Del cual se concluyó que; para N y P_2O_5 si hubo respuesta, siendo los niveles óptimos 42 y 93 kg/Ha respectivamente, lográndose con ellos los mayores rendimientos (37.67 TM/Ha) y mayor rentabilidad (321.78%), con una media general en el experimento de 29.28 TM/Ha, por lo que la Laguna de Retana demuestra tener condiciones adecuadas para el cultivo de tomate en condiciones de humedad residual.

I. INTRODUCCION

El cultivo de las hortalizas y específicamente el Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.), la mayor importancia que ha manifestado recientemente es el aspecto económico, como consecuencia directa de la industrialización, exportación y de un aumento en el consumo nacional. Este auge da como resultado una mayor atención por parte tanto de los productores como investigadores en lo concerniente a labores de cultivo como: control de plagas y enfermedades, Fertilización, siendo esta última uno de los renglones que aumenta los costos de producción, los rendimientos y calidad del producto comercial.

Siendo el Tomate una de las hortalizas de mayor consumo en la alimentación guatemalteca, debido a su exquisito sabor y rica fuente de nutrientes, ha adquirido bastante popularidad en los últimos años y cada día despierta mayor interés entre los agricultores guatemaltecos, por su amplia adaptación y por constituir un renglón de ingresos en el comercio de productos comestibles en fresco y procesados, los cuales mantienen precios acordes al tipo, sabor, tamaño, calidad, oferta y demanda del fruto, lo que viene a compensar las labores técnico-agrícolas que exige este cultivo para alcanzar altos rendimientos y obtener una rentabilidad aceptable.

El uso de fertilizantes como instrumento aplicado a la producción de cosechas ha venido intensificándose en los últimos años debido a que todos los cultivos deben tener programas de fertilización, éstos deben estar estructurados, considerando tanto las necesidades de la planta, como el nivel de fertilidad del suelo, con estos conocimientos se hace más eficiente el mismo.

La premisa fundamental en el cultivo hortícola es "Obtener el máximo rendimiento por unidad de área" y la fertilización es una

de las condiciones fundamentales para obtener éxito, ya que la mayor parte de los suelos del país carecen de una fertilidad adecuada o no se maneja satisfactoriamente el aprovechamiento de los nutrientes para obtener altos rendimientos de los principales cultivos hortícolas.

La importancia de la fertilización radica cuando se intenta aumentar la eficiencia de la agricultura y la producción de los alimentos y esto por un empleo creciente y racional de fertilizantes.

El empleo de los fertilizantes permite a los agricultores aumentar los rendimientos, la producción, lograr utilidades a cambio del trabajo y capital invertido, volumen del producto y calidad etc. El empleo racional de los fertilizantes por los agricultores en combinación con adecuadas técnicas de manejo del cultivo, es el camino más seguro para obtener incrementos en la producción agropecuaria, todas estas consideraciones justifican el valor económico y cualitativo del tomate para nuestro agricultor y resalta la importancia de investigar sobre el mismo, lo que respecta a fertilización.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar la respuesta del cultivo de Tomate a la aplicación de niveles crecientes de Nitrógeno (N), Fósforo (P_2O_5) y Calcio ($Ca(OH)_2$), en condiciones de época lluviosa en la aldea El Ovejero y Nitrógeno, Fósforo, en condiciones de humedad residual en la Laguna de Retana.
2. Determinar el máximo fisiológico y óptimo económico para la producción de Tomate en la aldea El Ovejero y Laguna de Retana.
3. Evaluar el efecto de la aplicación de Calcio, sobre la relación Ca/Mg y su influencia sobre el rendimiento.

HIPOTESIS

- III. 1. Los rendimientos del cultivo de Tomate son diferentes con niveles crecientes de Nitrógeno, Fósforo y Calcio, en condiciones de época lluviosa en la aldea El Ovejero y Nitrógeno, Fósforo en condiciones de humedad residual en la Laguna de Retana.
2. La aplicación de Calcio afecta la relación Ca/Mg e influye sobre el rendimiento en el cultivo de Tomate, en condiciones de época lluviosa en la aldea El Ovejero.

IV. REVISION DE LITERATURA

1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL CULTIVO

1.1. CLASIFICACION BOTANICA Y CARACTERISTICAS DE LA PLANTA

El Tomate se clasifica en la siguiente forma: (9)

Tipo:	Fanerógamas
Subtipo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledoneas
Subclase:	Gamopétalas
Orden:	Tubifloras polemoniales
Familia:	Solanaceas
Género:	Lycopersicum
Especie:	esculentum

Las características de la planta de tomate son: (15)

La raíz principal alcanza profundidades mayores de 1 m., tallos herbáceos y ramificados, hojas alternas con superficie pubescente, flor bisexual, alcanza alturas de 0.80 a 2.50 m., fruto en baya de forma diferente según variedad, reproducción por semilla.

1.2. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS

El cultivo del Tomate se desarrolla en condiciones de una temperatura de 18 a 25 grados centígrados, precipitación pluvial de 1000 ml/anual, en Guatemala se cultiva principalmente en clima cálido seco, bajo riego, humedad y en menor escala en época lluviosa se puede localizar a alturas de 0 a 2500 MSNM, y humedad relativa de 60 a 70%. (15)

En nuestro país contamos con zonas bien definidas para este cultivo las cuales reúnen los requisitos necesarios para su buen desarrollo y entre éstas están: Zacapa (Fragua, Usumatlán, Estanzuela, Río Hondo, Gualán, etc.), El Progreso (Sanarate), Chiquimula, Guatemala, Jutiapa (Progreso, Asunción Mita, Atescatempa), Re-

talhuleu, Quiché, Escuintla, Huehuetenango, Santa Rosa, Suchitepéquez y otros, los cuales se mencionan en orden decreciente en cuanto a volumen de producción. (13)

El cultivo de Tomate se desarrolla en diferentes condiciones de suelo, prefiriendo los francos arcillosos y francos, fértiles, con buen drenaje, pH de 6 a 7. (15)

2. FUNCIONES DE LOS NUTRIMENTOS ESTUDIADOS

2.1. NITROGENO

El Nitrógeno es uno de los elementos mayores más importantes que necesita la planta para su crecimiento. Su importancia radica en que las plantas necesitan este elemento en grandes cantidades. En la mayoría de los suelos se encuentra deficiente, también se pierde fácilmente por lixiviación y además es alto su costo de suministro. (3)

Buckman y Brady, Jacob y Uexkill citados por Cajas Montenegro (3), afirman que el Nitrógeno es un constituyente característico del plasma celular, encontrándose en un gran número de compuestos de singular importancia fisiológica en el metabolismo como: enzimas, proteínas, nucleótidos, alcaloides, hormonas, vitaminas y clorofila.

Perdomo, citado por Cajas Montenegro (3), dice que el contenido de Nitrógeno puede variar de 0.5 a 4.0% del peso seco de la planta. Las plantas pueden utilizar el Nitrógeno en diversas formas. Las más importantes de ellas son los iones de nitrato (NO_3^-) y los iones de amonio (NH_4^+). También puede absorber el Nitrógeno en pequeñas cantidades en forma de ión nitrito (NO_2^-), pero éste es tóxico a muchas plantas.

Junk, citado por Murillo García (17), considera que el cultivo de Tomate, con el uso de Nitrógeno en forma de nitratos produce

una mayor cosecha que el Nitrógeno amoniacal. Las diferencias son más amplias con el aumento de concentraciones.

Woolhouse y Harwick citado por Plateros Palencia (19), indicaron que las plantas jóvenes de Tomate en las cuales el Nitrógeno es suplido en el suelo en forma de nitrato tuvieron un porcentaje de crecimiento relativamente mayor al de las plantas cultivadas con nitrógeno amoniacal.

Kobel Kraf Schutz citado por Plateros Palencia (19), indican que la planta de Tomate resultó sensible cuando las aplicaciones de Nitrógeno al suelo fueron en dosis demasiado altas, reaccionando con la formación de antocianinas y deficiente producción de clorofila, con una baja en los rendimientos y demora en la madurez además los frutos fueron blandos, pobres en azúcares y débiles.

Según análisis bromatológico de las plantas de Tomate, hecho por Murillo García (17), el Nitrógeno empieza a reducir su concentración a partir de los 41 a 56 días del 4% al 2% y a partir de los 56 días aumenta levemente hasta alcanzar aproximadamente 2.2% a los 86 días. (Gráfica 1).

El Nitrógeno es un elemento indispensable en el desarrollo vegetal, se encuentra principalmente en el protoplasma y núcleo de las células, se encuentra principalmente de las hojas. Se haya presente en las partes tiernas de los tejidos vegetales. Estimula el desarrollo de hojas, ramas, frutos y semillas, mejora la calidad de las cosechas, facilita la absorción del fósforo y el robustecimiento de las raíces. Es el principal constituyente de las sustancias protéicas. Alimenta a los microorganismos del suelo durante la descomposición de materiales orgánicos bajos en Nitrógeno. La falta de Nitrógeno trae como consecuencia un desarrollo raquítico de las plantas, hojas de tamaño reducido y un amarillamiento progresivo resultado de esto es la obtención de bajos rendimientos.

Si se suministra en desproporción con otros nutrientes, también desproporcionados, puede retardar la floración y fructificación de las plantas. (15)

2.2. FOSFORO

Murillo García (17), haciendo un análisis bromatológico en las plantas de tomate, encontró que el Fósforo empieza a reducir su concentración a partir de los 41 a 56 días de 0.7 a 0.15% y a partir de los 56 días aumenta levemente hasta alcanzar aproximadamente 0.25% a los 86 días. (Gráfica 2)

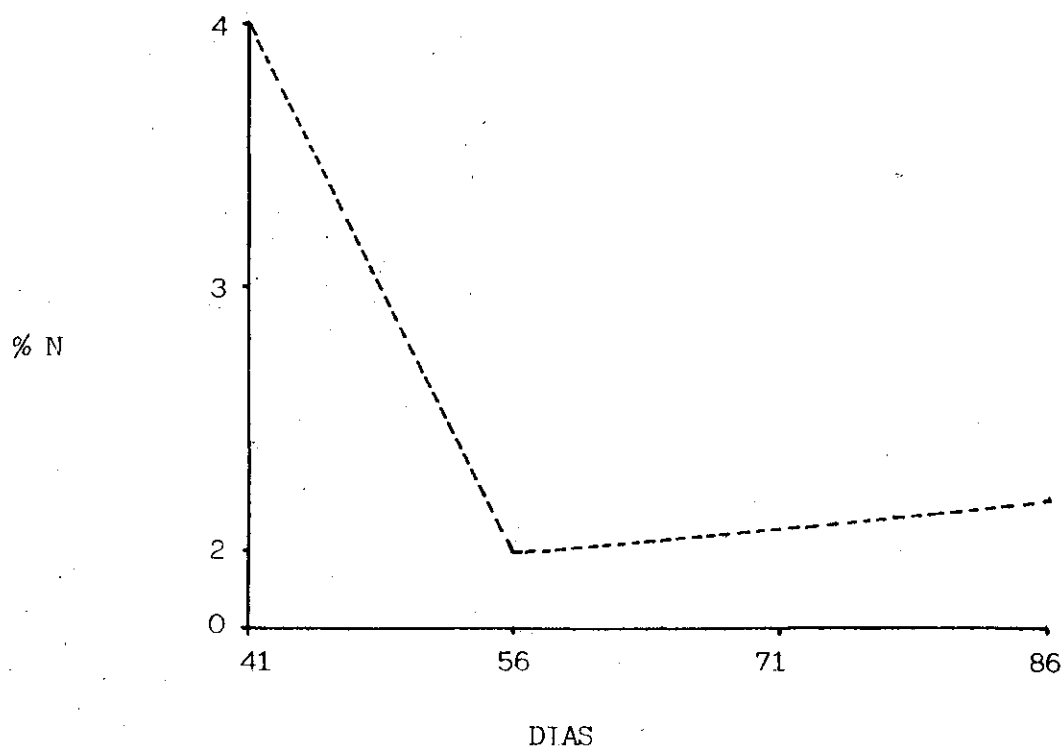
Perdomo citado por Cajas Montenegro (3), dice que el Fósforo ha sido llamado con frecuencia la "Llave maestra de la agricultura" ya que la producción baja de los cultivos se debe con más frecuencia a una falta de Fósforo que a la deficiencia de cualquier otro elemento. El Fósforo del suelo es uno de los elementos nutritivos esenciales más importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El tejido vegetal está compuesto por aproximadamente 0.2 a 0.8% de Fósforo en base a su peso seco. Las formas en las cuales el Fósforo está disponible para las plantas son las formas iónicas $H_2PO_4^-$, HPO_4^{--} y PO_4^{---} . De estas tres, el ión monovalente es el más importante, siguiéndole el divalente y luego el trivalente.

Perdomo citado por Cajas Montenegro (3), dice que las plantas absorben el Fósforo de las soluciones proporcionalmente a la concentración de iones fosfatos que se hallan en la solución.

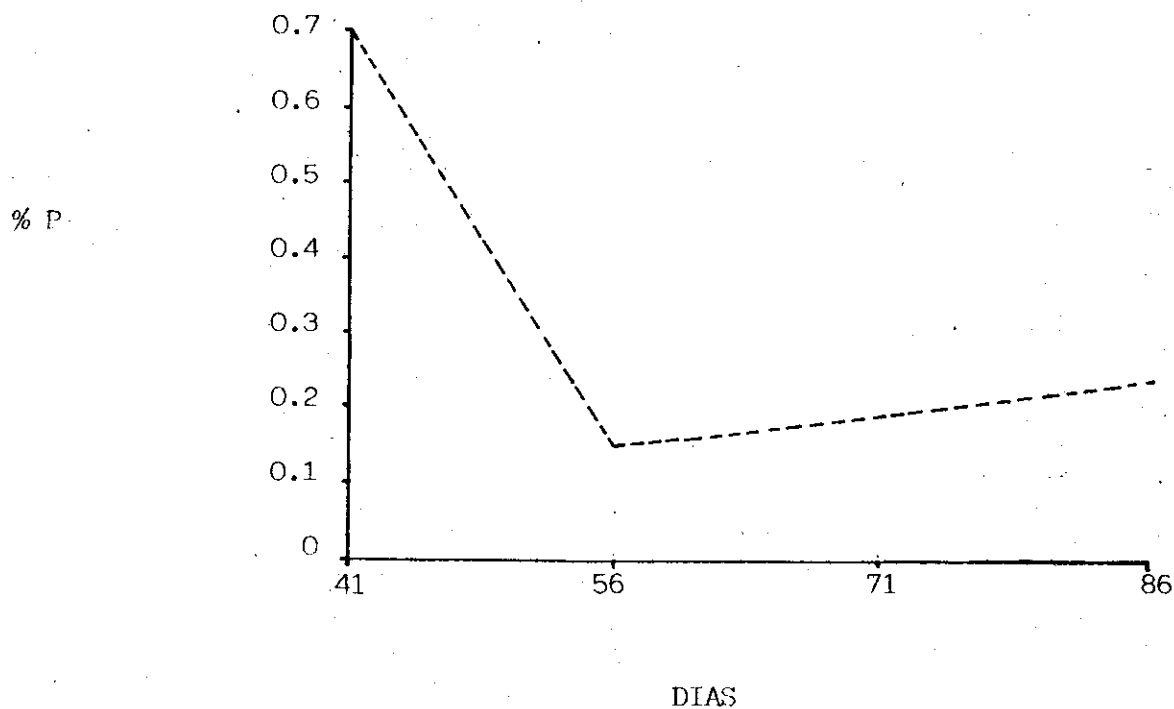
Tamhamane et al citado por Cajas Montenegro (3), la máxima disponibilidad del Fósforo en el suelo para la mayor parte de los cultivos ocurre con un pH de 5.5 a 7.0.

Perdomo citado por Cajas Montenegro (3), el Fósforo está asociado con varias funciones vitales de las plantas.

Gráfica 1 Relación de la concentración de Nitrógeno en tomate de acuerdo al número de días de su ciclo vegetativo.



Gráfica 2 Relación de la concentración de Fósforo en tomate de acuerdo al número de días de su ciclo vegetativo.



Es necesario para la utilización de azúcar y almidón y para el proceso de fotosíntesis. El Fósforo funciona también como una coenzima especialmente en el ATP y ADP de las reacciones vitales. Reacciona con el Nitrógeno para formar fosfo-proteínas que son parte de los ácidos nucleicos, importantes para la formación del núcleo. Para la división celular y para la transmisión de la herencia. Este elemento se necesita para el desarrollo de la semilla y del fruto.

Tisdale y Nelson citados por Cajas Montenegro (3), indican que un adecuado suministro de Fósforo en las primeras etapas de la vida de la planta es importante, en el adecuado crecimiento de las partes reproductivas. También mencionan que el Fósforo se ha encontrado asociado con la pronta maduración de los cultivos y su carencia es acompañada por una marcada reducción del crecimiento de la planta. Los mismos autores, explican que un buen suministro de Fósforo siempre ha sido asociado con un incremento del crecimiento de las raíces. De ahí que la calidad de ciertos frutos y hortalizas, se incrementa al maximizarse el contenido de nutrimentos y a la vez, aumenta la resistencia a las enfermedades de las plantas cuando son adecuadamente previstas de este elemento.

Jacob y Uexkill citados por Cajas Montenegro (3), señalan de que el Fósforo es rápidamente movilizado en las plantas y cuando se presenta una deficiencia el elemento contenido en los tejidos viejos, es translocado a las regiones meristemáticas.

Fassbender citado por Cajas Montenegro (3), explica que el Fósforo en el suelo no presenta compuestos que sean volatizados o lixiviados.

Esta alta estabilidad resulta de una baja solubilidad que a veces puede ser causante de las deficiencias en la disponibilidad de Fósforo para las plantas, a pesar de estarse formando continua-

mente por mineralización de los compuestos orgánicos del suelo. Esto puede evitarse los fosfatos aplicados al suelo, son objeto de reacciones rápidas del proceso de fijación.

Tisdale y Nelson citados por Cajas Montenegro (3), indican que los suelos de los climas cálidos son generalmente mucho más fijadores de Fósforo que los suelos de las regiones más templadas. Los climas muy lluviosos dan origen a terrenos con altos contenidos de hidróxidos de Fe y Al.

El Fósforo se encuentra en todos los tejidos vivos, concentrándose principalmente en las partes tiernas de las plantas, flores y semillas. Toma parte en todos los procesos vitales, siendo de importancia para la fotosíntesis estimulando el desarrollo y crecimiento rápido, evitando la caída de las flores y frutos. Es necesario en la formación de frutos y semillas, apresura la maduración, abrevia el ciclo vegetativo, estimula el desarrollo radicular facilitando de esta manera la provisión de agua y nutrientes a las plantas. Si las plantas son de un color verde oscuro con frecuencia manchas púrpuras en los bordes de las hojas, el tallo fino y corto con seguridad existe deficiencia de Fósforo. (15)

2.3. CALCIO

Teuscher citado por Tobías Vásquez (25), indica que en cantidades deficientes de Calcio, el crecimiento de muchas plantas se ve retardado posiblemente a consecuencia de la alteración que sufren los procesos de absorción y utilización de Nitrógeno. El síntoma de deficiencia, cuando éste se encuentra bajo en el suelo, la planta lo muestra por medio de una condición clorótica en las hojas jóvenes, las hojas de mayor edad se vuelven quebradizas y hay tendencia a la muerte de las raíces de las plantas tornándose el protoplasma también ácido. Hablando sobre los efectos del Calcio

asimilable en cantidades excesivas indica que se abate la absorción del potasio, la utilización del hierro y manganeso. El Calcio en ciertas especies vegetales es muy posible que éste normalice la utilización del potasio y en todo caso la proporción favorable Ca/K, ésta dependerá de las horas luz solar.

Perdomo citado por Tobías Vásquez (25), dice que cuando el Calcio es deficiente el contenido de proteínas será bajo y los carbohidratos presentes en la parte alta de la planta serán más altos, los procesos de producción en general serán retenidos. Cuando hay un exceso de Calcio en los suelos hace notar que rara vez el Calcio es tóxico en las plantas, pero tendrá efectos indirectos tales como limitar la absorción de otros elementos, especialmente el potasio, hierro y manganeso, así mismo afectará una alta relación de los elementos, reducirá la absorción de agua y permeabilidad de las membranas de las plantas.

El Calcio es inmóvil, razón por la cual se encuentra en mayor concentración en los tejidos viejos de las plantas. Es utilizado en la síntesis de protoplasma y se necesita para la división celular, de esta forma en un semillero el crecimiento vigoroso de las plantas dependerá del Calcio presente en el suelo.

Miller y Perdomo citados por Tobías Vásquez (25), dice que el Calcio tiende a acumularse en las hojas, encontrándose en la lámina media de las paredes celulares en forma de pectatos de Calcio. En las células existe el oxalato de calcio, por lo que se cree que una de las funciones del Calcio en la planta es combinarse con los ácidos orgánicos que serían tóxicos en forma libre. Además en las leguminosas funciona como formador de grandes cantidades de proteínas y liberan abundantes ácidos orgánicos, se supone que el Calcio funciona como neutralizador de los mismos.

El Calcio es esencial para el desarrollo de brotes y formación de flores, mejora la estructura física y química del suelo, fomenta la producción de granos, semillas, etc. La deficiencia de Calcio produce deformación de las hojas nuevas cuyas puntas dejan de crecer, apareciendo manchas amarillas y pardas en sus bordes y entre nervaduras. En los frutos de tomate aparece una quemadura en las puntas. (15)

3. ESTUDIOS SOBRE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO

Bascones y Rodríguez citados por Plateros Palencia (19) en experiencias encontraron que el tomate respondió a aplicaciones de P_2O_5 y K_2O , pero no a las de N, cuando las dosis fueron superiores a 30 Kg/Ha. La respuesta se midió en kg. de frutos sanos/Ha y las dosis expresadas en kg/Ha fueron de: 30-120 N, 0-100 P_2O_5 y 0-90 K_2O .

Gargantini y García citados por Plateros Palencia (19), en trabajos de campo determinaron que los nutrimentos mayor absorbidos por el cultivo de tomate son en forma decreciente: K, N, Ca, P Mg y para producir 41 TM/Ha es necesario aplicar al suelo expresado en kg/Ha: 91 N, 21 P_2O_5 , 185 K_2O , 31 CaO y 8 MgO.

Plateros Palencia (19), con niveles de: 141.9 N, 157.97 P_2O_5 y 159 K_2O expresados en kg/Ha, obtuvo rendimientos de 23.36 TM/Ha, estos nutrimentos estaban dispuestos a la planta desde el momento del trasplante.

Folquer (8), 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.

Murillo García (17), trabajando en invernadero con tomate, teniendo a las plantas en 300 N, 900 P_2O_5 y 300 K_2O , expresados en kg/Ha, aplicando 600 de P_2O_5 antes del trasplante y 200 de N y K_2O

de cada uno. A los 20 días se aplicó 200 de P_2O_5 , a los 60 días se aplicó 100 de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente la misma cantidad de cada elemento y con una aplicación foliar a los 34 y 48 días después del trasplante de una solución Hewitt de elementos menores a una dosis de 1 lt/Ha en cada aplicación, obtuvo rendimientos de 12.73 TM/Ha asumiendo una población de 20000 plantas y con un peso real de cosecha por planta de 0.6366 kilogramos.

Plateros Palencia (19), con 141.9 N, 137.97 P_2O_5 , 159 K_2O , expresados en kg/Ha, aplicados al momento del trasplante y con una dosificación de 2.92 N, 4 P_2O_5 , 2 K_2O expresados en kg/Ha de un fertilizante foliar, aplicado al momento del trasplante, floración y fructificación, obtuvo rendimientos de 25.36 TM/Ha.

Gudiel (15), para obtener rendimientos de 51.95 TM/Ha de tomate, se requiere de las siguientes cantidades de nutrientes 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 30-50-70 días después del trasplante de una fórmula compuesta.

Plateros Palencia (19), con niveles en kg/Ha de: 90.9 N, 7.27 P_2O_5 , 159 K_2O , fertilidad del suelo y con aplicaciones foliares en kg/Ha de: 2.92 N, 4 P_2O_5 , 2 K_2O , aplicado al momento del trasplante, floración y fructificación obtuvo rendimientos de 14.27 TM/Ha.

Orellana Colindres (18), con 130.13 N, 73.94 P_2O_5 , 480.44 K_2O 3243.1 CaO, 870.66 MgO, en kg/Ha aplicando P_2O_5 , K_2O y $\frac{1}{2}$ de N a los 20 días después del trasplante y el resto de N a los 50 días, con tres aplicaciones de bayfolan a los 35-50-65 días, después del trasplante obtuvo rendimientos en el testigo de su experimento de

34.11 TM/Ha y el máximo lo obtuvo aplicando 60 ppm de ácido gibberelico a los 60 días después del trasplante equivalente a 47.52 TM/Ha.

Plateros Palencia (19), con niveles en kg/Ha de: 116.3 N, 72.57 P_2O_5 , 159 K_2O , con aplicaciones foliares de 2.92 N, 4 P_2O_5 2 K_2O , en kg/Ha, aplicados al momento del trasplante, floración y fructificación, obtuvo rendimientos de 22.3 TM/Ha.

Salas Sanabria (23), en ensayos hechos en verano con niveles de: 432.95 N, 509.32 P_2O_5 , 430.68 K_2O , 2.41 CaO, 477.27 MgO, 61.36 Al_2O_3 , 114.77 MnO, en kg/Ha, aplicando éstos: 500 P_2O_5 , 100 N, en kg/Ha en el momento del trasplante y a los 22-45 días después del trasplante 100 y 100 kg/Ha de N respectivamente en cada aplicación obtuvo los siguientes rendimientos:

--En un ensayo inicial en el testigo obtuvo rendimientos de 11.88 TM/Ha y agregando 60 ppm de Molibdato de Sodio obtuvo 29.4 TM/Ha de frutos de tomate, éste aplicado en forma foliar.

--En un segundo ensayo el testigo le rindió 10.36 TM/Ha y agregando 3.96 gr/lit de Poliboro en forma foliar obtuvo rendimientos de 21.82 TM/Ha de tomate.

--En un tercer ensayo el testigo rindió 15.2 TM/Ha y agregando 2.64 gr/lit de Zinc (Nu-Z), obtuvo rendimientos equivalentes a 18.2 TM/Ha en tomate, éste aplicado en forma foliar.

Plateros Palencia (19), con niveles de 116.3 N, 72.57 P_2O_5 , 159 K_2O en kg/Ha y con aplicaciones de abonos foliares expresados en kg/Ha de 2.66 P_2O_5 , 1.94 N, 1.34 K_2O , aplicados al momento del trasplante, floración, obtuvo rendimientos de 20.03 TM/Ha.

Salas Sanabria (23), con niveles de 380.96 N, 687.5 P_2O_5 , 865.91 K_2O en kg/Ha, aplicando parte de éstos así: 500 de P_2O_5 , 100 N, al momento del trasplante y a los 22-45 días después del

trasplante 100-100 de N respectivamente en cada aplicación, con 1803.98 CaO, 41.19 MgO, 187.5 Al_2O_3 , 2.27 MnO, obtuvo los siguientes resultados:

--En su primer ensayo de invierno el testigo rindió 7.4 TM/Ha y con 20 ppm de Molibdato de Sodio en forma foliar rindió 9.25 TM/Ha lo cual no es significativo.

--En su segundo ensayo de invierno el testigo rindió 3.52 TM/Ha y agregando en forma foliar 1.32 gr/lt de poliboro obtuvo el máximo rendimiento de 15.36 TM/Ha.

--En su tercer ensayo de invierno el testigo rindió 10.6 TM/Ha y el máximo rendimiento lo obtuvo agregando en forma foliar 3.96 gr/lt de Nu-Z, equivalente a 11.1 TM/Ha.

Plateros Palencia (19), con niveles de 116.3, N, 22.57 P_2O_5 , 159 K_2O expresados en kg/Ha de: 0.97 N, 1.33 P_2O_5 , 0.97 N, 1.33 P_2O_5 , 0.67 K_2O , aplicados al momento del trasplante obtuvo rendimientos de 23.08 TM/Ha.

En trabajos realizados en Fertilización en horticultura (7), se obtuvieron rendimientos de 32 TM/Ha en el cultivo del tomate, haciendo una extracción de nutrientes en kg/Ha de: 93 N, 20 P_2O_5 , 126 K_2O .

Plateros Palencia (19), con niveles expresados en kg/Ha de: 116.3 N, 72.57 P_2O_5 , 159 K_2O y con aplicaciones de abono foliar en kg/Ha de: 0.97 N, 1.33 P_2O_5 , 0.67 K_2O aplicados al momento de la floración, obtuvo rendimientos de 21.23 TM/Ha.

Anderlini (1), para obtener rendimientos de 13.64 TM/Ha en el cultivo de tomate, éste extrae del suelo en kg/Ha: 69 N, 30.7 P_2O_5 , 157 K_2O .

Plateros Palencia (19), con cantidades de nutrientes de 116.3 N, 72.57 P_2O_5 , 159 K_2O expresados en kg/Ha, con aplicaciones de

abono foliar en kg/Ha de: 1.94 N, 2.66 P_2O_5 , 1.34 K_2O , aplicados al momento de la floración y fructificación obtuvo rendimientos de 21.67 TM/Ha.

Anderlini (1), cultivando variedades tempranas de tomate abonado con fósforo una o dos veces la cantidad de nitrógeno, para obtener una producción precoz y buen rendimiento echando cantidades superiores los 160 kg/Ha de P_2O_5 , la cantidad de nitrógeno de fondo es suficiente con 40-60 kg/Ha, juntamente con 75-150 kg/Ha de K_2O , después del cuaje se suministran de 8-10 kg/Ha de nitrógeno dos o tres veces para obtener rendimientos de 25-45 TM/Ha.

Plateros Palencia (19), con niveles en kg/Ha de: 116.3 N, 72.37 P_2O_5 , 159 K_2O y con aplicaciones de abono foliar de 0.97 N, 1.33 P_2O_5 , 0.67 K_2O en kg/Ha aplicados al momento de la fructificación obtuvo rendimientos de 19.39 TM/Ha.

Anderlini (1), con cantidades en kg/Ha de: 40-60 N, 160-200 P_2O_5 , 75-200 K_2O , obtiene rendimientos de, 26-26.8 TM/Ha.

Plateros Palencia (19), obtiene rendimientos de 22.22 TM/Ha con niveles en kg/Ha de: 116.3 N, 72.57 P_2O_5 , 159 K_2O , con aplicaciones foliares en kg/Ha de: 1.94 N, 2.66 P_2O_5 , 1.34 K_2O , aplicados al momento del trasplante y fructificación.

Digesa (11), en el Centro de Camotán, Chiquimula, cultivando el tomate obtuvieron rendimientos de 25.97 TM/Ha sin estaquillar y 55.19 TM/Ha estaquillado, con una fertilización complementaria a la fertilidad del suelo en kg/Ha de: 62.34 N, 124.68 P_2O_5 , 62.34 K_2O , aplicados antes del trasplante y a los 30 días después se aplicaron 59.74 kg/Ha de N.

Castañeda Brito (4), obtuvo rendimientos de 31.35 TM/Ha y 34.75, en época de invierno y verano respectivamente, con una fertilización complementaria a la fertilidad del suelo de 250 kg/Ha de N a 0-34-68 días a partir del trasplante y 276 P_2O_5 aplicados

al momento del trasplante.

Digesa (12), en el cultivo de tomate aprovecha los nutrimentos en kg/Ha en las cantidades de: 110 N, 25 P_2O_5 , 150 K_2O , 130 CaO para obtener rendimientos satisfactorios.

Estrada Aldana (5), aplicando las siguientes cantidades de elementos en kg/Ha de: 107.78 N, 77.91 P_2O_5 , 77.91 K_2O sin tomar en cuenta la fertilidad del suelo, aplicando a los 5 y 30 días después del trasplante obtuvo el rendimiento máximo de 25.175 TM/Ha.

Garrido Aguirre (9), experimentando con variedades de tomate, bajo condiciones de humedad residual, aplicando 45.45 N, 31.17 P_2O_5 , 15.58 K_2O , en kg/Ha sin saber la fertilidad del suelo, obtuvo rendimientos de 32 TM/Ha.

Russell (22), aplicando 117 N, 168.35 P_2O_5 , 48.75 K_2O , en kg/Ha sin saber la fertilidad del suelo, aplicando todo el P_2O_5 y K_2O , antes de la siembra y el N a los 15-30-45 días después del trasplante obtuvo rendimientos de 20.45 TM/Ha.

El Departamento de Horticultura de la Universidad Nacional Agraria, La Molina de Lima (16), obtuvo rendimientos de 20-30-24.6 TM/Ha respectivamente con las aplicaciones de: N, P_2O_5 , K_2O en kg/Ha de: 100-40-200; 161-51-296; 69-9-92.

Rossell Sere (21), aplicando en kg/Ha de: 68.83 N, 38.96 P_2O_5 , 38.96 K_2O , sin saber la fertilidad del suelo, aplicando 5 días después del trasplante el P_2O_5 , K_2O y parte del N y 30 días después el resto del N, se hicieron de 10-12 aplicaciones foliares con bayfolan o Nutrex, en Usumatlán, Zacapa, obteniendo rendimientos en la variedad Italian Canner en el testigo de 9.3 TM/Ha y 13.8 TM/Ha como máximo rendimiento con una aplicación adicional de 40 ppm de gibberelina.

V. MATERIALES Y METODOS

1. EXPERIMENTO 1

1.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA EXPERIMENTAL

1.1.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

El presente estudio se desarrolló en la Aldea El Ovejero, El Progreso, Jutiapa. Localizada al norte de la cabecera municipal entre los: $14^{\circ} 26' 08''$ de latitud norte y $98^{\circ} 46' 52''$ de longitud oeste. (2)

1.1.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El área experimental se encuentra a 990-1000 MSNM, su precipitación pluvial media anual de 845 mm, que se distribuyen en los meses de mayo a octubre, su temperatura media anual de 22.3 grados centígrados, la humedad relativa media anual de 60%. (2)

Holdridge citado por Garrido Aguirre (9), el área experimental está en la zonificación ecológica de Guatemala, subtropical seca o sabana subtropical.

1.1.3. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

El área donde se realizó el ensayo se encuentra simbolizada por el signo Qv= Cuaternario, compuestos por rocas volcánicas que incluye las siguientes: tobas que son rocas piroclásticas, es decir ceniza volcánica consolidada, colados de lava, edificios volcánicos, material lahárico o flujo volcánico lodoso. (14)

1.1.4. CARACTERISTICAS EDAFICAS

El área experimental pertenece a la serie Culma (Cul) y sus características son: el material madre es lahar con un contenido alto de material máfico, relieve ondulado o fuertemente ondulado, drenaje interno bueno, el suelo superficial tiene un color café oscuro, textura franco arcillosa, pedregosa, consistencia friable y un espesor de 25-30 cms. El subsuelo un color café rojizo, con-

sistencia friable, textura arcillosa de 40-60 cms. de espesor.

(24)

Cuadro 1 Algunas características físicas y químicas del área experimental.

Arena:	35.08%
Limo:	25.20%
Arcilla:	39.72%
Clase Textural:	Franco Arcillosa
Profundidad:	0.30 m.
pH:	6.4
P:	4.25 (ppm)
K:	250 (ppm)
Ca:	7.30 (meq/100)
Mg:	4.86 (meq/100)

1.2. MATERIALES

1.2.1. VARIEDAD Y SUS CARACTERISTICAS

Nápoli No. 284 NF; tipo pasta, excelente para el mercado y la industria del enlatado. Plantas de hábito determinado, compactos, frutos en forma de jocote de 6.5-7.0 cms. de largo por 3-4 cms. de diámetro. Resistente al Fusarium y Verticilium. Se cosecha a los 70 días después del trasplante. (15)

1.2.2. FUENTES DE FERTILIZANTES

Nitrógeno: se usó urea al 46% de N.

Fósforo: se usó triple superfosfato (TSP) al 46% de P_2O_5 .

Calcio: se usó cal agrícola con el análisis químico siguiente:

Valor de neutralización:	149.43
Ca:	42.80%
CaO:	59.89%
Mg:	6.69%
MgO:	11.08%

1.3. METODOS

1.3.1. DISEÑO DE TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

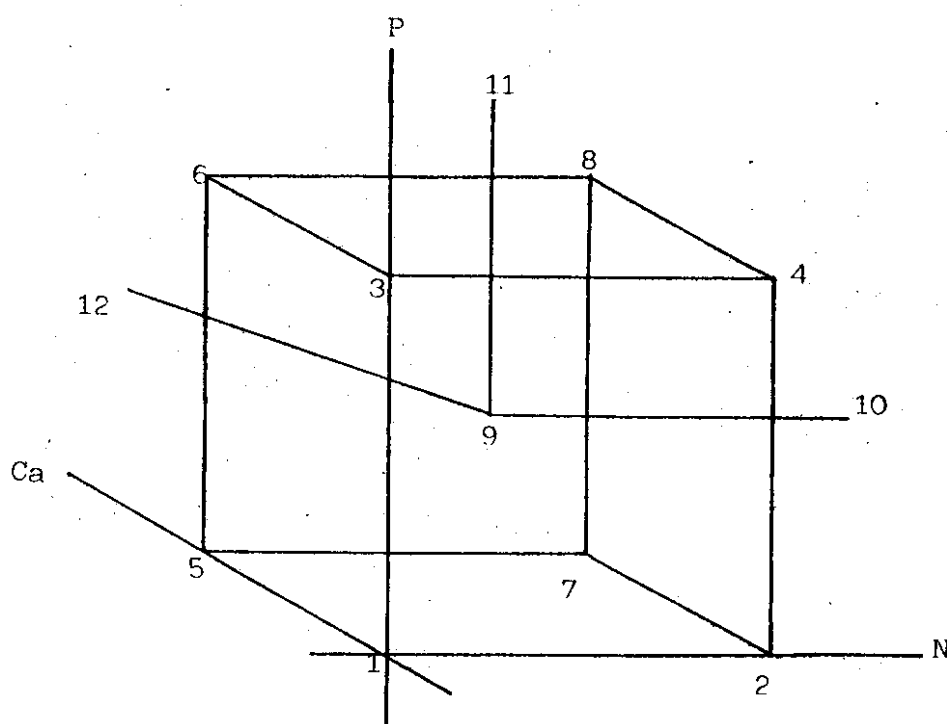
Los tratamientos consisten en los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y calcio, aplicados al suelo, los cuales se detallan en el Cuadro 2, Gráfica 3, Cuadro 3, Cuadro 4.

El diseño empleado fue Bloques al Azar, utilizando la matriz San Cristóbal, con tres repeticiones.

Cuadro 2 Tratamientos codificados de la matriz San Cristóbal

Tratamientos	n	p	ca
1	0	0	0
2	2	0	0
3	0	2	0
4	2	2	0
5	0	0	2
6	2	0	2
7	0	2	2
8	2	2	2
9	1	1	1
10	3	1	1
11	1	3	1
12	1	1	3

Gráfica 3 Representación gráfica de los tratamientos de la matriz San Cristóbal



Cuadro 3 Tratamientos de productos puros expresados en kg/Ha.

Tratamientos	N	P	Ca
1	0	0	0
2	80	0	0
3	0	26.2	0
4	80	26.2	0
5	0	0	256.8
6	80	0	256.8
7	0	26.2	256.8
8	80	26.2	256.8
9	40	13.1	128.4
10	120	13.1	128.4
11	40	39.3	128.4
12	40	13.1	385.2

Cuadro 4 Tratamientos de productos comerciales aplicados expresados en kg/Ha.

Tratamientos	N	P_2O_5	$Ca(OH)_2$
1	0	0	0
2	80	0	0
3	0	60	0
4	80	60	0
5	0	0	0
6	80	0	600
7	0	60	600
8	80	60	600
9	40	30	300
10	120	30	300
11	40	90	300
12	40	30	900

1.3.2. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en 4 surcos de 7 metros de largo con una distancia de siembra de 1 m. entre surcos y 0.5 m. entre plantas, dando un área de 28 metros cuadrados. La parcela neta cosechada fue los dos surcos centrales dejando 0.5 m. de borde en cada uno de los extremos de los surcos dando un área de 12 metros cuadrados.

1.3.3. ANALISIS ESTADISTICO DEL DISEÑO

La interpretación de los resultados se hizo mediante el uso del siguiente modelo de superficie respuesta:

$$Y = b_0 + b_1N + b_2P + b_3Ca + b_4N^2 + b_5P^2 + b_6Ca^2 + b_7NP \\ + b_8NCa + b_9PCa$$

... en el que Y es el rendimiento estimado u otra característica que deseamos evaluar en función de N, P y Ca. El coeficiente b_0 es la ordenada al origen, correspondiente a la estimación de Y para $N=P=Ca=0$. Los coeficientes b_1 , b_2 y b_3 miden los efectos lineales de N, P y Ca respectivamente. Los valores b_4 , b_5 y b_6 son los efectos cuadráticos respectivos. Finalmente los coeficientes b_7 , b_8 y b_9 miden las magnitudes de las interacciones de NP, NCa y PCa respectivamente. (2)

1.3.4. ANALISIS ECONOMICO DEL DISEÑO

El máximo fisiológico se obtiene derivando el modelo final de respuesta respecto a N, P y Ca, luego despejando las incógnitas de las ecuaciones derivadas.

Los óptimos económicos derivando la ecuación de la utilidad respecto a N, P y Ca, luego despejando las incógnitas de las ecuaciones derivadas.

$$U = Y_{py} - N_{pn} - P_{pp} - C_{pca}$$

U = Utilidad

py = Precio de 1 TM de frutos comerciales de tomate

pn = Precio de 1 kg de N.

pp = Precio de 1 kg de P_2O_5 .

pca = Precio de 1 kg de $Ca(OH)_2$.

N, P y Ca = Nitrógeno, fósforo y calcio respectivamente. (10)

Se hicieron costos de producción generales para cada tratamiento.

1.4. TOMA DE DATOS

1. Muestreo de suelos a los 30 y 120 días de la aplicación de cal agrícola, para determinar el efecto del calcio sobre la relación Ca/Mg.
2. Peso de frutos comerciales por tratamiento para obtener su rendimiento en TM/Ha.

1.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

1.5.1. SEMILLERO

Para el semillero se hizo una mesa de 10 mts. de largo por 1 de ancho, la desinfección y desinfestación se efectuó con la combinación de un fungicida e insecticidas; agallol a razón de 25 gramos disueltos en 4 galones de agua por 2.5 mts. cuadrados, para protegerlo de todas las enfermedades que allí se presenten y clo-rahep granulado al 2.5% G, para el control de plagas a razón de 4 onzas por metro cuadrado. Se hicieron aplicaciones de fungicidas en el período de crecimiento de las plantas en el semillero. Se agregaron 100 lbs. de materia orgánica biofert, para proporcionar

nutrientes a las plántulas en el estado inicial. La siembra se hizo cuatro días después del tratamiento del suelo, utilizando 3 onzas de semilla.

1.5.2. PREPARACION DEL TERRENO

El terreno se preparó en la forma tradicional de la región con 2 pasadas de rastra.

1.5.3. TRASPLANTE

El trasplante se efectuó a las cuatro semanas de sembrado el tablón, al campo definitivo.

1.5.4. FERTILIZACION

Se fertilizó al pie de la planta a 5 cms. de separación y 5 cms. de profundidad, aplicando el 50% de nitrógeno a los 15 días del trasplante y el otro 50% a los 45 días del trasplante. El fósforo se aplicó el 100% a los 15 días del trasplante. El calcio se aplicó el 100%, 30 días antes del trasplante incorporando el material al suelo en cada parcela según tratamiento.

1.5.5. CONTROL FITOSANITARIO

La aplicación de pesticidas en el campo definitivo se llevó a cabo a cada 8 días, en forma combinada, un fungicida (antracol o cupravit forte) y un insecticida (tamarón o lannate), con el objeto de proteger a las plantas de enfermedades y plagas.

1.5.6. CONTROL DE MALEZAS

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

1.5.7. COSECHA

La recolección de los frutos se llevó a cabo cortando los sones y maduros a intervalos de 8 días en forma manual, a los dos surcos centrales.

2. EXPERIMENTO 2

2.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA EXPERIMENTAL

2.1.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

El ensayo se realizó en la época seca, bajo humedad residual en la Laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Localizada entre las coordenadas $14^{\circ} 24' 38''$ de latitud norte y $89^{\circ} 50' 42''$ de longitud oeste. (9)

2.1.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El área experimental se encuentra a 1040 MSNM, su precipitación pluvial promedio anual de 1000 mm que se distribuyen en los meses de mayo a octubre, su temperatura media anual de 22 grados centígrados, la humedad relativa media anual de 75% (9)

Holdridge citado por Garrido Aguirre (9), la zona ecológica corresponde a bosque seco subtropical.

2.1.3. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

El área experimental se encuentra simbolizada por el signo Q_a = Aluvión, suelo que son desarrollados de materiales transportados, relativamente depositados en época reciente (aluvión), se caracteriza por su poca o ninguna modificación del original por los procesos externos de la formación de los suelos. Todos los depósitos de los ríos reciben el nombre de aluvión y la depositación resulta de una declinación en el gradiente, reducción en la velocidad y una disminución en el volumen. (14)

2.1.4. CARACTERISTICAS EDAFICAS

Cuadro 5 Algunas características físicas y químicas del área experimental.

Arena:	44.46%
Limo:	34.09%
Arcilla:	21.45%
Clase textural:	Franco
Profundidad:	0.20 m.
pH:	6.0
P:	10.75 (ppm)
K:	244 (ppm)
Ca:	7.7 (meq/100)
Mg:	2.05 (meq/100)

El área experimental pertenece a la serie de los suelos de los valles no diferenciados y sus características son: en estos valles ningún tipo de suelo es dominante, la única característica común es que todas incluyen algo de suelo útil para la agricultura, esto abarca una variedad amplia de clases de material madre, tipos de suelos y grados de inclinación. (24)

2.2. MATERIALES

2.2.1. VARIEDAD Y SUS CARACTERISTICAS

UC 82 A; variedad para la industria con una madurez de 120-125 días a la siembra, tipo de planta compacta determinada, follaje vigorosa, frutos peso/kilo 17, conformación cuadrado firme, color de hombros uniforme, firmeza excelente, resistente a enferme-

dades Verticiclum y Fusarium, % sólidos solubles 5.4, pH 4.23, Viscosidad (Bostwick) 6.1, con una alta concentración de frutos. Susceptible a: altas temperaturas con un efecto sobre aborto floral y alta humedad relativa.

2.2.2. FUENTES DE FERTILIZANTES

Nitrógeno: se usó urea al 46% de N.

Fósforo: se usó triple superfosfato (TSP) al 46% de P_2O_5 .

2.3. METODOS

2.3.1. DISEÑO DE TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos consisten en los diferentes niveles de nitrógeno y fósforo aplicados al suelo, los cuales se detallan en el Cuadro 6.

El diseño empleado es el completamente al azar, utilizando un arreglo factorial (4^2), con tres repeticiones.

2.3.2. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en 4 surcos de 7 metros de largo con una distancia de siembra de 1 m. entre surcos y 0.5 m. entre plantas, dando un área de 28 metros Cuadrados. La parcela neta cosechada fue los dos surcos centrales dejando 0.5 m. de borde en cada uno de los extremos de los surcos dando un área de 12 metros cuadrados.

Cuadro 6 Tratamientos de productos comerciales aplicados, expresados en kg/Ha.

Tratamientos	N	P ₂ O ₅
1	0	0
2	40	0
3	80	0
4	120	0
5	0	30
6	40	30
7	80	30
8	120	30
9	0	60
10	40	60
11	80	60
12	120	60
13	0	90
14	40	90
15	80	90
16	120	90

2.3.3. ANALISIS ESTADISTICO DEL DISEÑO

La interpretación de los resultados se hizo mediante el uso del siguiente modelo estadístico.

$$Y_{jkl} = \bar{Y} + N_k + P_1 + NP_{kl} + E_{jkl}$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

$$l = 1, 2, \dots, p$$

...donde:

Y_{jkl} = Variable respuesta o rendimiento en función de N y P.

$\bar{Y}$ = Efecto de la medida general

N_k = Efecto del k-esimo nivel del factor N.

P_1 = Efecto del 1-esimo nivel del factor P.

NP_{kl} = Interacción del k-esimo nivel del factor N con el 1-esimo nivel del factor P.

E_{jkl} = Error experimental asociado a la jkl-esima unidad experimental.

2.3.4. ANALISIS ECONOMICO DEL DISEÑO

Los máximos fisiológicos se obtienen derivando el modelo final de respuesta respecto a N y P, luego despejando las incógnitas de las ecuaciones derivadas.

Los óptimos económicos derivando la ecuación de la utilidad respecto a N y P, luego despejando las incógnitas de las ecuaciones derivadas.

$$U = \underline{Y}_{py} - \underline{N}_{pn} - \underline{P}_{pp}$$

U = Utilidad

$\underline{py}$ = Precio de 1 TM de frutos comerciales de tomate

$\underline{pn}$ = Precio de 1 kg de N.

$\underline{pp}$ = Precio de 1 kg de P_{205} .

N y P = Nitrógeno y fósforo respectivamente. (10)

Se hicieron costos de producción generales para cada tratamiento.

2.4. TOMA DE DATOS

Peso de frutos comerciales por tratamiento para obtener su rendimiento en TM/Ha.

2.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.5.1. SEMILLERO

Para el semillero se hizo una mesa de 10 mts. de largo por 1 de ancho, la desinfección y desinfestación se efectuó con la combinación de un fungicida e insecticida: agallol a razón de 25 gramos disueltos en 4 galones de agua por 2.5 mts. cuadrados, para protegerlo de todas las enfermedades que allí se presenten y volatón granulado al 2.5%, para el control de plagas a razón de 4 onzas por metro cuadrado. Se hicieron aplicaciones de fungicidas en el período de crecimiento de las plantas en el semillero.

La siembra se hizo cuatro días después del tratamiento del suelo, utilizando 3 onzas de semilla.

2.5.2. PREPARACION DEL TERRENO

El terreno se preparó en la forma tradicional de la región con 2 pasadas de rastra.

2.5.3. TRASPLANTE

El trasplante se efectuó a las cuatro semanas de sembrado el tablón al campo definitivo.

2.5.4. FERTILIZACION

Se fertilizó al pie de la planta a 5 cms. de separación y 5 cms. de profundidad, aplicando el 50% de nitrógeno a los 15 días del trasplante y el otro 50% a los 50 días del trasplante. El fósforo se aplicó el 100% a los 15 días del trasplante.

2.5.5. CONTROL FITOSANITARIO

La aplicación de pesticidas en el campo definitivo se llevó a cabo a cada 8 días, en forma combinada, un fungicida (antracol o cupravit forte) y un insecticida (tamarón o lannate), con el objeto de proteger a las plantas de enfermedades y plagas.

2.5.6. CONTROL DE MALEZAS

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

2.5.7. COSECHA

La recolección de los frutos se llevó a cabo cortando los sables y maduros a intervalos de 8 días en forma manual, a los dos surcos centrales.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. EXPERIMENTO 1

1.1. EFECTO DEL CALCIO

La aplicación de calcio como medio para mejorar la relación Ca/Mg, se planteó partiendo de un análisis inicial del suelo (cuadro 7), con una relación de 1.52/1.

El efecto inicial de la aplicación de cal agrícola observado a los 30 días de su aplicación (Cuadro 7), se notó que la menor relación Ca/Mg fue de 1.69/1 alcanzada con una dosis de 300 kg/Ha de cal agrícola (tratamiento 10), mostrando un aumento de 0.17 en la relación Ca/Mg comparada con la relación obtenida en el análisis inicial. La máxima relación Ca/Mg de 2.04/1 obtenida con una dosis de 300 kg/Ha de cal agrícola (tratamiento 11), indicando un aumento de 0.52 en dicha relación.

Se nota que con la aplicación de calcio hay una relación directa en cuanto a disponibilidad de Ca, Mg y que dicha relación no subió un valor mayor a 0.52 por la naturaleza del material utilizado y porque cuando se incorporó al suelo, los meses de junio y julio el suelo permaneció sin cubierta vegetal, dándose en éstos las mayores precipitaciones pluviales por mes (cuadro 8), por lo que esto contribuyó que con el agua de escorrentía e infiltración el calcio se lixiviara de unos tratamientos a otros y en otros tratamientos disminuyera en cantidad.

CUADRO 7

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS A LOS
0 y 30, 120 DIAS DE LA APLICACION DE CAL AGRICOLA.
EXPERIMENTO 1.

TRATAMIENTOS	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		
Días a la aplicación	0	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120	30	120
pH	6.4	6.4	6.3	6.5	6.4	6.4	6.6	6.4	6.3	6.5	6.6	6.7	6.4	6.7	6.4	6.7	6.2	6.8	6.3	6.5	6	6.7	6.3	6.7	6
P(ppm)	4.25	3	5.5	3	3	3.5	40	3.5	22.5	3.5	3.5	4.25	3.5	3.5	3	5	10.75	3.5	12.8	3	6.5	3	50	3.5	4.25
K(ppm)	250	300	168	375	200	340	154	330	156	340	178	380	196	350	184	375	196	370	188	355	198	330	186	390	204
Ca (me q/100)	73	8.6	6.6	8.8	7.2	8.8	7.4	8	6.9	9.2	8.3	9.8	8.2	9.2	8.2	9.9	8.9	9	8.2	8	8.1	10.4	8.3	9.6	7.75
Mg (me q/100)	4.86	4.9	4.3	5	4.75	4.75	4.4	4.7	4.5	5	4.65	5.5	4.75	5.25	4.7	5.6	4.7	5.2	4.7	5.2	4.95	5.1	4.85	5.2	4
Rel: Ca/Mg	1.52	1.76	1.53	1.76	1.52	1.85	1.68	1.7	1.53	1.84	1.78	1.78	1.73	1.75	1.74	1.77	1.89	1.73	1.74	1.69	1.64	2.04	1.71	1.85	1.72

FUENTE: LABORATORIOS DE SUELOS DE ICTA

Cuadro 8 Precipitación pluvial mensual y días de lluvia para la localidad de El Ovejero, El Progreso, Jutiapa, 1980.

Meses	Días de lluvia	Precipitación (mm)
Enero	2	16.4
Febrero	1	00.5
Marzo	0	00.0
Abril	2	16.9
Mayo	13	115.1
Junio	18	299.1
Julio	12	196.0
Agosto	16	125.0
Septiembre	22	171.0
Octubre	5	7.6
Noviembre	4	20.2
Diciembre	1	0.3
Sumatorias:	96	968.1

Fuente: INSIVUMEH

Según análisis de suelo a los 30 días de aplicación de cal agrícola (Cuadro 7), el potasio aumentó 50 ppm en el tratamiento 1, con 300 kg/Ha subió 120 ppm de potasio (tratamiento 9), con 600 kg/Ha aumentó 130 ppm de potasio (tratamiento 6) y con 900 kg/Ha aumentó 140 ppm de potasio (tratamiento 12)

El efecto a los 120 días de la aplicación de cal agrícola Cuadro 7), se nota que los niveles de calcio y magnesio bajan por lo tanto también baja su relación y potasio lo cual se atribuye a que la planta de tomate absorbe estos elementos en cantidades considerables. El calcio y magnesio no bajan significativamente, pero el potasio baja el mínimo equivalente a 132 ppm (tratamiento 1) y el máximo 186 ppm (tratamiento 3 ó 12)

Se nota al inicio del experimento que con la aplicación de cal agrícola aumentan los niveles de calcio y magnesio y levemente la relación Ca/Mg, dependiendo de la calidad del material que se utilice, como lo menciona Fassbender (6), que con el efecto directo del encalado da una mejor disponibilidad de calcio y magnesio y un mejor aprovechamiento de fósforo, esto alcanzado cuando se aplica en relación 4/1 y 2/1 de Ca/Mg.

1.2. RENDIMIENTOS

El criterio utilizado para evaluar la presente investigación fue el peso promedio de frutos comerciales por parcela experimental en TM/Ha. Los rendimientos se presentan en el cuadro 9.

El análisis de varianza (Cuadro 10), presenta diferencias significativas al nivel del 1% de probabilidades de error para los tratamientos. Tomando en cuenta lo anterior se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro 11) en la que hay 7 tratamientos que se comportan igual estadísticamente.

El rendimiento medio del experimento fue de 7.25 TM/Ha, obte-

niendo el máximo 9.36 (tratamiento 11) y el mínimo 4.42 (tratamiento 10).

En el Cuadro 12 se resume los máximos fisiológicos, obtenidos con el modelo de regresión de respuesta final, el cual no da coeficientes significativos para el calcio, si para el nitrógeno y fósforo, nos indica que las dosis de N y P_2O_5 expresados en kg/Ha. en los cuales se obtienen los máximos rendimientos son: 47.42 y 49.58 respectivamente.

Comparando los resultados de los máximos fisiológicos con los que se obtienen los más altos rendimientos se puede ver que respecto a nitrógeno se alcanzan en el tratamiento 11 y 12 con 40 que está cercano a 47.42 (Cuadro 3) que sería con el tratamiento con el cual se obtendría el máximo rendimiento, con el fósforo el máximo rendimiento se obtiene con 90 y el siguiente con 30, comparado con el máximo fisiológico para el fósforo que es de 49.58, esto puede ser debido a la forma que adquiere el modelo de regresión de respuesta final o a que la diferencia de rendimientos entre estos dos tratamientos equivalente a 0.23 TM/Ha la cual es relativamente pequeña en cuanto a la diferencia de tratamientos que es de 60 kg, sea causa de la poca floración o caída de la flor observada.

Se puede notar en el Cuadro 9, que los rendimientos están relativamente bajos, esto como consecuencia del manejo del experimento con un coeficiente de variación de 15.05% y que en el mes de septiembre la precipitación fue relativamente alta (Cuadro 8) y es el mes en que se dió la floración, por lo que se atribuye a este fenómeno la poca floración observada.

Cuadro 9 Medias de rendimiento de frutos comerciales de tomate expresadas en TM/Ha.

Trat.		Repeticiones			Σ	$\bar{X}$	Y
No.	I	II	III				
1	5.97	6.42	4.08	16.47	5.49	5.73	
2	6.67	8.11	4.46	19.24	6.41	6.17	
3	6.92	7.30	8.33	22.55	7.52	7.28	
4	6.44	8.68	7.57	22.69	7.56	8.00	
5	7.48	6.74	4.80	19.02	6.34	6.10	
6	5.12	4.55	3.62	13.29	4.43	4.88	
7	8.68	8.62	9.75	27.05	9.02	9.46	
8	9.91	7.76	8.05	25.72	8.57	8.53	
9	8.90	9.05	8.39	26.34	8.78	8.58	
10	6.35	3.07	3.85	13.27	4.42	4.22	
11	10.07	9.48	8.53	28.08	9.36	9.16	
12	9.12	8.27	9.99	27.38	9.13	8.93	
Σ				261.10	87.03	87.04	
Media general:						7.25	7.25

$$Y = 5.571678 + 2.2741375n + 1.7841492p + 0.231657ca \\ - 1.027906n^2 - 0.505411p^2 - 0.0241626ca^2 \\ + 0.0725032np - 0.4149978nca + 0.4549995pca$$

Y = Modelo inicial para rendimientos estimados

n = p = ca = Números codificados de la matriz San Cristobal

R = 0.97

R = Coeficiente de determinación del modelo.

Cuadro 10 Análisis de varianza para rendimiento
Experimento 1

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Bloques	2	4.47	2.24	0.10	NS
Regresión	9	104.91	11.66	9.80	^^
Desviación	2	2.86	1.43	1.20	NS
Tratamientos	11	107.77	9.80	8.24	^^
Error	22	26.26	1.19		
Total	35	138.50			
CV =				15.05	

^^ = Significativo al 0.01

NS = No significativo

CV = Coeficiente de variación en %

Cuadro 11. Comparación de medias de rendimiento al 0.05 de significancia, mediante la prueba de Tukey, expresadas en TM/Ha.

Experimento 1

Tratamiento	$\bar{X}$			
11	9.36			
12	9.13			
7	9.02			
9	8.78			
8	8.57			
4	7.56			
3	7.52			
2	6.41			
5	6.34			
1	5.49			
6	4.43			
10	4.42			

Tukey = 2.88

Cuadro 12 Máximos fisiológicos y Optimos económicos, expresados en kg/Ha.

Experimento 1

Fuente	Máximos fisiológicos	Optimos económicos
N =	47.42	44.08
P ₂ O ₅ =	49.58	46.06

$$Y = 6.0744 + 0.0569N + 0.0595P - 0.0006N^2 - 0.0006P^2$$

Y = Modelo de regresión de respuesta final

N = P = kg/Ha.

1.3. BENEFICIO-COSTOS

Los costos de producción por tratamientos se presentan en el Cuadro 13. Haciendo una comparación entre los tratamientos 11 ($N=40$, $P_2O_5 = 90$) y 12 ($N=40$, $P_2O_5 = 30$), que son los que tienen los máximos rendimientos equivalentes a 9.36 y 9.13 TM/Ha respectivamente, se puede notar que se obtienen con una diferencia de 60 kg de P_2O_5 igual a Q.55.8 la que es mayor a la diferencia de ingreso bruto igual a Q.50.6, por lo que no es rentable aplicar la dosis mayor.

Los óptimos económicos obtenidos con el modelo de regresión de respuesta final, nos indica que las dosis de N, P_2O_5 , en los que se obtienen económicamente los rendimientos mejores son: 44.08 y 46.06 respectivamente que son cercanos a las dosis del tratamiento 12 con el cual se obtiene el segundo mejor ingreso neto con un 82% de rentabilidad.

CONCEPTO		TRATAMIENTOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	COSTOS DIRECTOS												
A	Fijos												
	Rastra	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
B	Variables												
B.1	Insumos												
	Semilla (1 lb.)	25.00	25.00	25.00	29.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	Pesticidas	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	Fertilizantes	0.00	70.40	55.80	126.20	60.00	130.40	115.80	186.20	93.10	163.50	148.90	153.10
	1 kg N=0.0.88 1kg P ₂ O ₅ =00.93												
	1 kg Ca(OH) ₂ =00.10												
B.2	Mano de Obra												
	Preparación de semilleros	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
	Siembra de semilleros	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Manejo de semilleros	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	Trasplante	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
	Limpias	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
	Pesticidas	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
	Fertilizantes	0.00	12.00	12.00	15.00	12.00	15.00	15.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
	Corte	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
	Sub-total	685.00	755.40	740.80	811.20	745.00	815.40	800.80	871.20	778.10	848.50	833.90	838.10
II	COSTOS INDIRECTOS												
	Administración (5%)	34.25	37.77	37.04	40.56	37.25	40.77	40.04	43.56	38.90	42.42	41.70	41.90
	Imprevistos (10%)	68.50	75.54	74.08	81.12	74.50	81.54	80.08	87.12	77.80	84.80	85.40	83.80
	I.G.S.S. (3.5%)	14.70	15.12	15.12	15.22	15.12	15.22	15.22	15.33	15.33	15.33	15.33	15.33
	Interés (8%, 4 meses)	18.27	20.14	19.75	21.63	19.87	21.74	21.35	23.23	20.75	22.63	22.24	22.35
	Sub-total	135.72	148.57	145.99	158.53	146.74	159.27	156.69	169.24	152.78	165.22	162.67	163.38
	Alquiler del terreno(1Ha)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Total de costos(C.T.)	920.72	1003.97	986.79	1069.73	991.74	1074.67	1057.49	1140.44	1030.88	1113.76	1096.57	1101.18
III	INGRESOS												
	Ingreso bruto (I.B.)												
	Venta Q5.00 caja de 50 lbs.	1207.80	1410.20	1654.40	1663.20	1394.80	974.60	1984.40	1885.40	1931.60	972.40	2059.20	2008.60
	Ingreso Neto												
	IB - C. T.	287.08	406.23	667.61	593.47	403.06	-100.07	926.91	774.96	900.72	-141.32	962.63	907.12
	Rentabilidad %	31.18	40.46	67.65	55.48	40.64	-10.27	87.65	65.32	87.37	12.69	87.79	82.38

2. EXPERIMENTO 2

2.1. RENDIMIENTOS

La evaluación de la presente investigación se hizo basado en la variable respuesta, peso promedio de frutos comerciales por parcela experimental expresados en TM/Ha.

Los rendimientos se presentan en el Cuadro 14.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 15), se encontraron diferencias significativas al nivel del 1% de probabilidades de error para los tratamientos y nitrógeno, el fósforo al 5% y las interacciones no fueron significativas. Basados en estas diferencias se procedió a realizar la prueba Tukey (Cuadro 16), en la que resultaron 15 tratamientos comportándose estadísticamente igual.

El rendimiento medio del experimento es de 29.28 TM/Ha, obteniéndose un máximo 37.67 (tratamiento 14) y un mínimo 22.01 (tratamiento 16).

Cuadro 14 Medias de rendimiento de frutos comerciales de tomate expresadas en TM/Ha.

Trat.		Repeticiones					
No.	I	II	III	Σ	$\bar{X}$	Y	
1	21.83	32.47	30.47	84.82	28.27	26.05	
2	32.06	21.87	28.65	82.58	27.53	28.27	
3	20.58	21.51	27.40	69.49	23.16	26.75	
4	19.12	30.19	25.57	74.88	24.96	21.51	
5	25.81	28.77	37.74	92.32	30.77	30.90	
6	32.39	33.12	28.41	93.92	31.31	32.31	
7	24.84	27.80	30.76	83.40	27.80	29.99	
8	16.44	21.59	31.64	69.67	23.22	23.93	
9	29.14	35.31	33.60	98.05	32.68	33.93	
10	32.56	39.45	39.28	111.29	37.10	34.53	
11	35.23	32.06	35.75	103.04	34.35	31.40	
12	35.06	19.64	18.21	72.91	24.30	24.54	
13	34.82	28.49	35.96	99.27	33.09	35.13	
14	36.69	35.06	41.27	113.02	37.67	34.93	
15	34.74	27.84	28.18	90.76	30.25	30.99	
16	18.75	25.37	21.90	66.02	22.01	23.32	
Σ				1405.44	468.47	468.68	
Media general:				29.28	29.28		

$$Y = 26.0466309 + 0.1021879N + 0.1921187P - 0.0011668N^2 - 0.0010132P^2 - 0.0006734NP$$

$$R = 0.82$$

Y = Modelo inicial para rendimientos estimados

N = P = kg/Ha

R = Coeficiente de determinación del modelo

Cuadro 15 Análisis de varianza para rendimientos.
Experimento 2.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Regresión	5	899.62	179.92	7.45	^^
Desviación	10	202.31	20.23	0.84	NS
Tratamientos	15	1101.93	73.46	3.04	^^
N	3	634.04	211.35	8.75	^^
P	3	264.79	88.26	3.65	^
NP	9	203.10	22.57	0.93	NS
Error	32	773.30	24.16		
Total	47	1875.23			
CV =				16.79	

^ = Significativo al 0.05

^^ = Significativo al 0.01

CV= Coeficiente de variación en %

NS= No significativo

Cuadro 16 Comparación de medias de rendimiento al 0.05 de significancia, mediante la prueba de Tukey, expresadas en TM/Ha.

Experimento 2

Tratamiento	$\bar{X}$
14	37.67
10	37.10
11	34.35
13	33.09
9	32.62
6	31.31
5	30.77
15	30.25
1	28.27
7	27.80
2	27.53
4	24.96
12	24.30
8	23.22
3	23.16
16	22.01

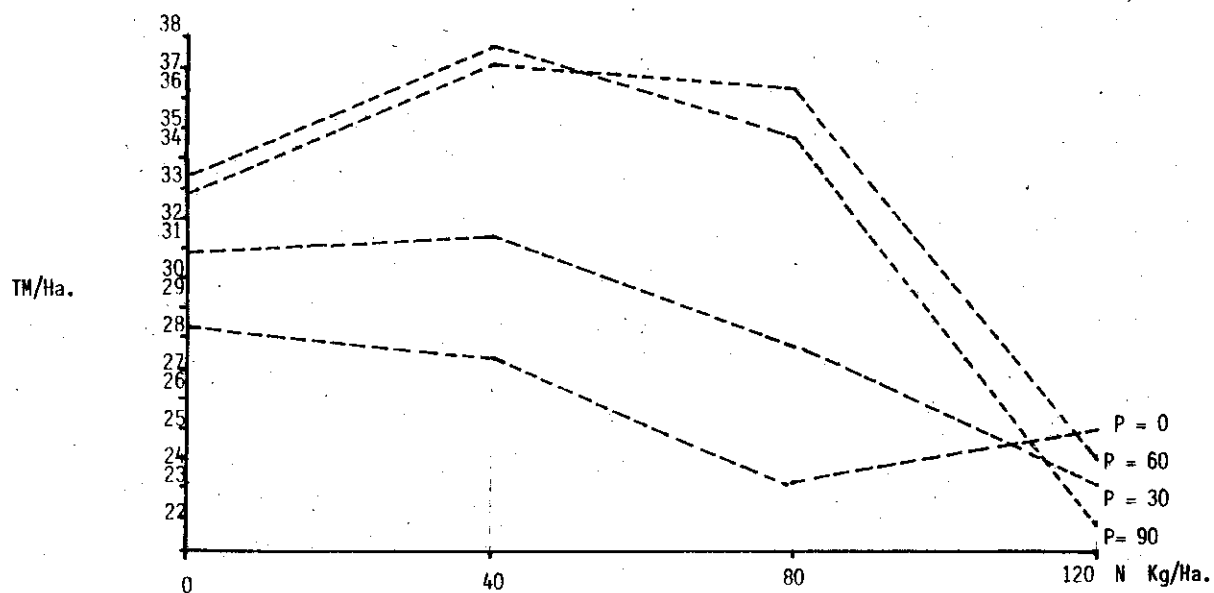
Tukey = 14.73

Analizando la gráfica 4, en combinación de $P_2O_5 = 60$, con las diferentes dosis de N, se observa que los rendimientos que mejor se comportan se encuentran cuando se usa con 40 de N, lo mismo sucede cuando se utiliza $P_2O_5 = 90$, por lo tanto se deduce que, para el nitrógeno sus mejores rendimientos se alcanzan con 40 kg/Ha. Se puede ver que las líneas que equivalen a $P_2O_5 = 60 = 90$, los rendimientos aumentan cuando se aplican cantidades de 0 a 40 y de 40 a 120 kg/Ha de nitrógeno éstos bajan significativamente.

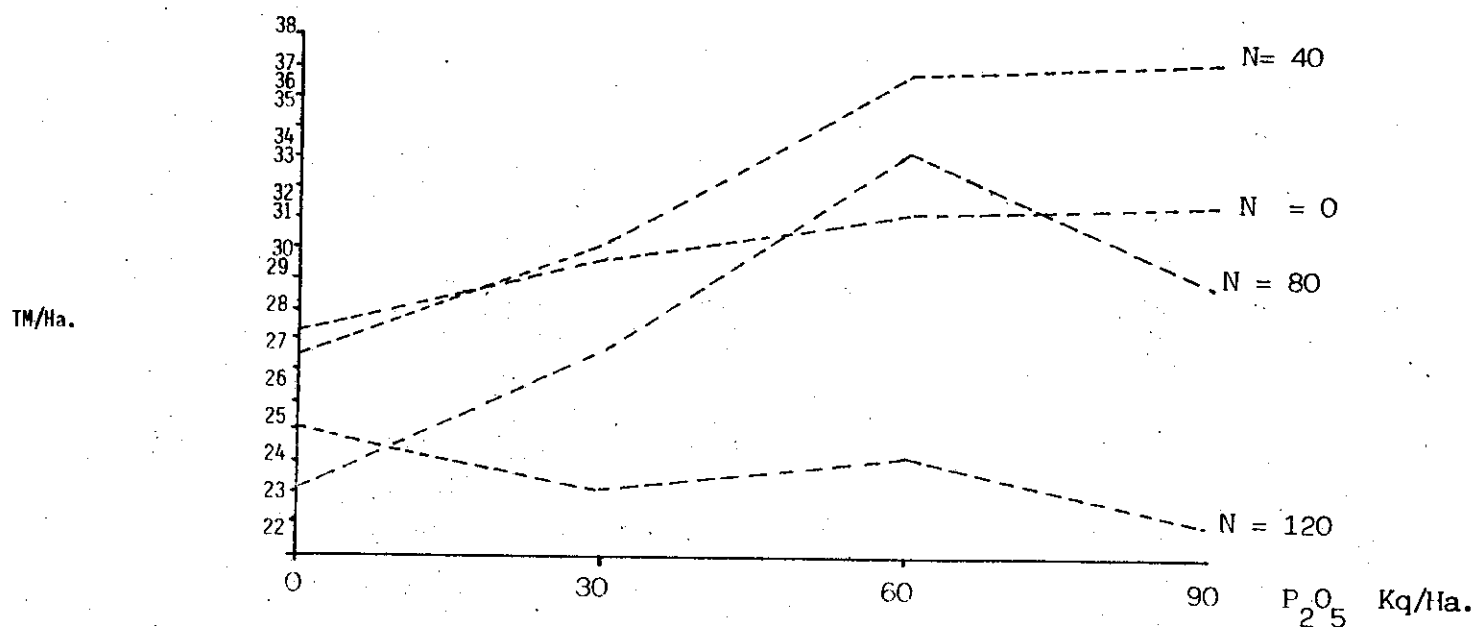
Analizando la Gráfica 5, cuando $N=40$, con las diferentes dosis de fósforo, se observa que los rendimientos que tienen un mejor comportamiento son aquellos que tienen dosis de 60 a 90 de P_2O_5 , por lo que se deduce que los mejores rendimientos se alcanzan a dosis dentro de este rango o muy cercanos a sus extremos. Se observa en la línea que corresponde a $N=40$, que los rendimientos aumentan de 0 a 60 de P_2O_5 significativamente y que de 60 a 90 el aumento no es significativo respecto a rendimiento.

Los máximos fisiológicos (Cuadro 17), obtenidos con el modelo de regresión de respuesta final, nos indica que las dosis de N y P_2O_5 expresadas en kg/Ha en las cuales se obtienen los máximos rendimientos son: 44.43 y 96.06 respectivamente. Comparando los resultados de los máximos fisiológicos con los que obtienen los mayores rendimientos en las Gráficas 4 y 5 se puede ver que respecto a N y P_2O_5 están correlacionados.

Gráfica 4 Medias de rendimiento expresadas en TM/Ha obtenidas con niveles crecientes de Nitrógeno y Fósforo. Análisis de Fósforo.



Gráfica 5 Medias de rendimiento expresadas en TM/Ha obtenidas con niveles crecientes de Nitrógeno y Fósforo. Análisis de Nitrógeno.



Cuadro 17 Máximos fisiológicos y Optimos económicos, expresados en kg/Ha.

Experimento 2.

Fuente	Máximos Fisiológicos	Optimos económicos
N =	44.43	41.53
P ₂ O ₅ =	96.06	92.54

$$Y = 26.0466309 + 0.1021879N + 0.1921187P - 0.0011668N^2 - 0.0010132P^2$$

Y = Modelo de regresión de respuesta final

N = P = kg/Ha.

2.2. BENEFICIO-COSTOS

Los costos de producción por tratamientos se presentan en el Cuadro 18. Haciendo una comparación entre los tratamientos 10 ($N=40$, $P_2O_5=60$) y 14 ($N=40$, $P_2O_5=90$), que son los que tienen los máximos rendimientos equivalentes a 37.10 y 37.67 TM/Ha respectivamente, se puede ver que se obtienen con una diferencia de 30 kg de P_2O_5 igual a Q 27.90 la que es menor a la diferencia de ingreso bruto igual a Q 75.24 correspondiente al tratamiento 14 sobre 10, la cual es muy pequeña en términos de ganancia en Q/Ha.

Los óptimos económicos obtenidos con el modelo de regresión de respuesta final, nos indica que las dosis de N, P_2O_5 en kg/Ha en los que se obtienen económicamente los mejores rendimientos son 41.53 y 92.54 respectivamente.

Comparando los resultados de los óptimos económicos con las Gráficas 4 y 5, se nota que hay correlación entre las dosis aplicadas al suelo y las encontradas por el modelo de regresión de respuesta final.

CUADRO 18

RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCION E INGRESOS DE LOS
TRATAMIENTOS EVALUADOS, EXPRESADOS EN Q/Ha

52

CONCEPTO		T R A T A M I E N T O S															
I	COSTOS DIRECTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	Fijos																
	Rastra	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
B	Variables																
B-1	Insumos																
	Semilla (1 lb.)	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	Pesticidas	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	Fertilizantes	0.00	35.20	70.40	105.60	27.90	63.10	98.30	133.50	55.80	91.00	126.20	161.40	83.70	118.90	154.10	189.30
	1kg N=00.88 1kgP ₂ O ₅ =00.93																
B-2	Mano de Obra																
	Preparación Semilleros	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
	Siembra de Semilleros	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	Manejo de Semilleros	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	Trasplante	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
	Limpias	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
	Pesticidas	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
	Fertilizantes	0.00	12.00	12.00	12.00	12.00	15.00	15.00	15.00	12.00	15.00	15.00	15.00	12.00	15.00	15.00	15.00
	Corte	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
	Sub-total	685.00	732.20	767.40	802.60	724.90	763.10	798.30	833.50	752.80	791.00	826.20	861.40	780.70	818.90	854.10	889.30
II	COSTOS INDIRECTOS																
	Administración (5%)	34.25	36.61	38.37	40.13	36.24	38.16	39.92	41.68	37.64	39.55	41.31	43.07	39.04	40.94	42.70	44.46
	Imprevistos (10%)	68.50	73.22	76.74	80.26	72.49	76.31	79.83	83.35	75.28	79.10	82.62	86.14	78.08	81.88	85.40	88.92
	I.G.S.S. (3.5%)	14.70	15.12	15.12	15.12	15.12	15.22	15.22	15.22	15.12	15.22	15.22	15.22	15.12	15.22	15.22	15.22
	Interés (8%, 4 meses)	18.27	19.52	20.46	21.40	19.33	20.35	21.29	22.23	20.07	21.09	22.03	22.97	20.82	21.84	22.78	23.71
	Sub-total	135.72	144.47	150.69	156.91	143.18	150.04	156.26	162.48	148.11	154.96	161.18	167.40	153.06	159.88	166.10	172.31
	Alquiler del terreno (1Ha)	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	Total de costos	1020.72	1076.67	1118.09	1159.51	1068.08	1113.14	1154.56	1195.98	1100.91	1145.96	1187.38	1228.80	1133.76	1178.78	1220.20	1261.61
III	INGRESOS																
	Ingreso Bruto (I.B.)																
	Venta Q3. caja de 50 lbs.	3731.19	3633.51	3056.76	3294.33	4061.16	4132.21	3669.15	3064.68	4313.25	4896.60	4533.66	3207.21	4367.34	4971.84	3992.52	2904.96
	Ingreso Neto																
	IB-C.T.	2710.47	2556.84	1938.67	2134.82	2993.08	3019.27	2514.59	1868.70	3212.34	3750.64	3346.28	1978.41	3233.58	3793.06	2772.32	1643.35
	Rentabilidad %	265.54	237.48	173.39	184.11	280.23	271.24	217.80	156.25	291.79	315.88	281.82	161.00	285.21	321.78	227.20	130.26

VII. CONCLUSIONES

1. EXPERIMENTO 1

1. En base al modelo de regresión de respuesta final, se encontró que los máximos fisiológicos corresponden a los niveles de 47.42, 49.58 de N, P_2O_5 en kg/Ha respectivamente y los óptimos económicos a los niveles de 44.08, 46.06 de N, P_2O_5 , los cuales correlacionan para el N con los tratamientos 11 ($N=40$, $P_2O_5=90$) y 12 ($N=40$, $P_2O_5=30$) en los que se obtienen los máximos ingresos netos respectivamente, mientras que para el P_2O_5 correlaciona más con el tratamiento 12.
2. El efecto de la cal agrícola fue mínimo al no encontrar respuesta significativa en cuanto a la producción de frutos comerciales de tomate, sin embargo en el suelo hubo una respuesta aunque en mínimo grado, logró mejorar tanto el nivel de calcio como la relación Ca/Mg. La mínima respuesta que se dio bajo las condiciones de la Aldea El Ovejero puede atribuirse al régimen pluviométrico de la estación del año en que se realizó el ensayo.
3. Los bajos rendimientos a la fertilización aplicada observados se atribuyen al régimen pluviométrico durante el mes de septiembre, que influyó sobre la pérdida de flores.

1. EXPERIMENTO 2

1. En base al modelo de regresión de respuesta final, se determinó los máximos fisiológicos correspondientes a los niveles de 44.43, 96.06 de N, $P_{25}O_5$ expresados en kg/Ha respectivamente y los óptimos económicos a los niveles de 41.53, 92.54 de N, $P_{25}O_5$, los cuales correlacionan con el tratamiento 14 (N=40, $P_{25}O_5=90$), en el cual se obtiene el máximo ingreso neto.

VIII. RECOMENDACIONES

1. EXPERIMENTO 1

1. Por ser el inicio de la investigación sobre fertilidad en tomate con el presente experimento y que cuyos datos exploratorios puedan dar una luz, se recomienda continuar trabajos sobre fertilidad en esta localidad para obtener datos confiables y consistentes y poder ofrecer recomendaciones o alternativas de aplicación de fertilizantes a los agricultores de dicha zona.
2. Investigar la respuesta al elemento potasio sobre el rendimiento y % de sólidos totales.
3. Investigar la aplicación del calcio por varios ciclos de cultivo y con niveles mayores, para evaluar el efecto residual del mismo.

2. EXPERIMENTO 2

1. Por ser el inicio de la investigación sobre fertilidad en tomate con el presente experimento y que cuyos datos exploratorios puedan dar una luz, se recomienda continuar trabajos sobre fertilidad en esta localidad para obtener datos confiables y consistentes y poder ofrecer recomendaciones o alternativas de aplicación de fertilizantes a los agricultores de dicha zona.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERLINI, R. El Cultivo del tomate. 2a. ed. Madrid, Mundiprensa, 1970.
2. BERGANZA Y. BERGANZA, J. R. Monografía, Aldea El Ovejero, El Progreso, Jutiapa. Monografía, E.P.S.A. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 48 p.
3. CAJAS MONTENEGRO, C. A. Estudio de diferentes fuentes fósforo en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) en suelo franco arenoso de la serie Sinaneque, del Valle La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 37 p.
4. CASTAÑEDA BRITO, S. J. Rendimiento y calidad de variedades de tomate para la industria. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1971. 43 p.
5. ESTRADA ALDANA, O. E. Evaluación de siete nematicidas en el control del nemátodo 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.
6. FASSBENDER H. W. Química de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. 398 p.
7. FERTILIZACION en horticultura. Ludwigshafen/Rhein, Alemania, s.f. s. p.
8. FOLQUER, F. El tomate; estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1976.

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 HIDALGO, J. Aplicaciones agronómicas de la metodología de superficie respuesta. Tesis mag. sc. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de postgraduados, 1977.
11. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Guía práctica para el cultivo del tomate en la zona Nor-oriental del país. Guatemala, 1974.
12. ----- Informe sobre el cultivo de tomate, proyecto integral de producción, comercialización e industrialización de hortalizas y frutas (melón y sandía) en el Nor-oriental de Guatemala convenio BID-Israel, 1977. 18 p.
13. ----- Algunos datos sobre producción agrícola y factores ecológicos de los departamentos de la República de Guatemala, 1978.
14. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas de la República de Guatemala. Guatemala, 1970.
15. GUDIEL, V. M. Manual Agrícola Superb 1979-80. 5a. ed. Guatemala, Superb, 1980.
16. LIMA. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, LA MOLINA. DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA. Generalidades en el cultivo de hortalizas. Perú, 1977.
17. MURILLO GARCIA, J. J. Comparación de parámetros de crecimiento de plantas de tomate cultivada en suelos y en solución nutritiva. Tesis Ing. Agr. San

José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1968.

18. ORELLANA COLINDRES, S. A. Diferentes concentraciones de Acido Gibberélico, 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.
19. PLATEROS PALENCIA, R. Efectividad de fertilización foliar como complemento de la fertilización edáfica en tomate. (*Lycopersicum esculentum*). Variedad Santa Rita. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, 1969. 39 p.
20. ROJAS, B. A. Análisis estadístico del diseño San Cristobal con tres factores. México, Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas, Temas didácticos No. 7, 1979. 17 p.
21. ROSSELL SERE, C. E. Efecto de giberelina en el cuaje y rendimiento del fruto en dos variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* M.) tipo pasta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 41 p.
22. RUSSELL, R. Producción de tomates en Guatemala. Ministerio de Agricultura. Boletín No. 3, Guatemala, 1964.
23. SALAS SANABRIA, J. A. Efecto del molibdeno, boro, zinc, en el rendimiento del tomate. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad

de Agronomía, 1968, 44 p.

24. SIMMONS, C. S., TARANO, J. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
25. TOBIAS VASQUEZ, H. A. Efectos del encalado en suelos ácidos de Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 68 p.

Vo Bo.
C. Ramo S

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 "

Dr. Antonio A. Sandoval S.
D E C A N O

