

EFFECTO DE DOS ABONOS ORGANICOS Y TRES
NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA EN EL
CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)

FRANCISCO EDUARDO ORELLANA BENAVIDES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

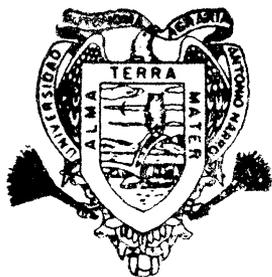
PARA OBTENER EL GRADO DE Universidad Autónoma Agraria

MAESTRO EN CIENCIAS

EN SUELOS



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo, Coah.

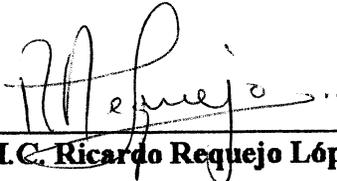
NOVIEMBRE DE 1997

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN SUELOS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:



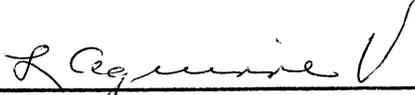
M.C. Ricardo Requejo López

Asesor:



M.C. Alejandro Hernández Herrera

Asesor:



Dr. Luis Aguirre Villaseñor



Dr. Jesús Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 1997

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro Señor Jesucristo, Dios todopoderoso creador del cielo y de la tierra, dador de toda sabiduría, y por su ilimitado amor que nos sostiene aún en los tiempos más difíciles.
- Al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la República de El Salvador, por el apoyo económico y facilidades otorgadas para la realización de mis estudios de postgrado.
- A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), y en especial al personal docente y administrativo del departamento de Suelos por la oportunidad y conocimientos que me brindaron para superarme profesionalmente.
- Al Ing. Roberto Molina Castro e Ing. Ernesto Hayen Moreno por las facilidades brindadas para finalizar mis estudios.
- Al Ing. M.C. Ricardo Requejo López por la orientación, dirección y revisión de la presente investigación.
- Al Ing. M.C. Alejandro Hernández Herrera por su participación en la ejecución, revisión y su apoyo brindados en la realización de esta investigación.
- Al Dr. Luis Aguirre Villaseñor por su valiosa ayuda en la revisión de este trabajo.
- Al Ing. M.C. Regino Morones Reza por su colaboración y orientación en los análisis estadísticos y muestras de amistad durante mis estudios.
- Al Ing. M.C. Rómmel de la Garza Garza por su apoyo incondicional y consejos durante mis años de estudio.
- Al Dr. Jesús Fuentes Rodríguez y su colegiado grupo de apoyo secretarial y administrativo, especialmente a Omega por todo su apoyo y facilidades brindadas durante mis años de estudio.
- A mi compañero y amigo Manuel Enrique Castellón por su amistad, confianza y colaboración para la impresión del documento.
- A las señoras Patricia Herrera Gaytán y Aracely García García por su apoyo brindados en los análisis de laboratorio del presente trabajo.
- A mis compañeros de generación Salvadoreños y Mexicanos por las experiencias compartidas dentro y fuera de las aulas.

DEDICATORIAS

A Dios todopoderoso mi constante guía, fuente de todo lo que anhelo, como testimonio de mi fe.

A la memoria del **Reverendo Andrés Abelino Conde Contreras** quien cimentó mis valores espirituales y me enseñó a confiar y depositar mi fe únicamente en nuestro Señor Jesucristo.

Con profundo respeto, amor, agradecimiento y por todo el apoyo que siempre he tenido, a mis padres:

Sra. Domitila Benavides Molina de Orellana
Sr. Francisco Eduardo Orellana Portillo.

Por todo su amor, comprensión y mi principal apoyo moral y espiritual, a mi esposa:

Sra. Reina Leticia Delgado Campos de Orellana.

A mi principal motivo de superación, con mucho amor a mi hijo:

Francisco Eduardo Orellana Delgado.

Con mucho amor y agradecimiento por su apoyo moral y espiritual en todo momento, a mis suegros:

Sra. Reina Isabel Campos Aparicio de Delgado
Sr. Carlos Alberto Delgado Ruano.

Por ser parte de mi gran familia y por sus finas atenciones, con mucho cariño a mi cuñada:

Dra. Esmeralda Jiménez Barrera de Orellana.

Por el cariño que siempre nos ha unido y su apoyo incondicional, a mis hermanos:

Norma Alicia, Edgar Rolando, Rhina Ligia, Fidel Ernesto, Mauricio Randolpho, Roxana Margarita, Noemy Concepción, Mario Roberto y Nelson René.

A todos mis tíos, tías, cuñadas, cuñados, sobrinos y sobrinas, primos y primas, con mucho cariño.

A mi amigo y hermano en Cristo **José Francisco Sánchez** por todo su apoyo espiritual y económico en mis tiempos más difíciles.

COMPENDIO

Efecto de dos abonos orgánicos y tres niveles de fertilización química en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

POR

FRANCISCO EDUARDO ORELLANA BENAVIDES

MAESTRIA EN

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, NOVIEMBRE DE 1997

M. C. Ricardo Requejo López - Asesor -

Palabras clave: Tomate, Abono Orgánico, Fertilización Química, Invernadero.

El estudio se realizó en 1997 en condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en cultivo de tomate variedad Floradade, con un diseño experimental completamente al azar en un arreglo factorial completo de 3x3x3, con 27 tratamientos y cuatro repeticiones.

Los tratamientos evaluados fueron la combinación de suelo con deyecciones de

lombriz de pulpa de café y composta de cáscara de cacao como abonos orgánicos. En cuanto a fertilizantes químicos, se evaluaron los niveles de 0, 200 y 400 kg./ha de nitrógeno utilizando como fuente la urea, siendo los niveles de fósforo: 0, 150 y 300 kg./ha, utilizando como fuente el superfosfato simple.

A los 56 días después del trasplante se realizó un muestreo foliar, para el análisis vegetal de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los resultados muestran que para la altura de planta se obtuvo respuesta positiva con la interacción abono orgánico con niveles de nitrógeno (AxN), suelo con 200 kg/ha de nitrógeno (A1N2) resultó con 83.08 cm de altura, y las deyecciones de lombriz de pulpa de café con cero de nitrógeno (A2N1) fue de 82.83 cm, y para el nivel de 400 kg/ha de nitrógeno (A2N3) fue de 82.75 cm.

La composta de cáscara de cacao y el nivel de nitrógeno de 400 kg/ha presentó el valor mayor de respuesta en diámetro del tallo con 8.42 milímetros.

El uso de los abonos orgánicos en la mayoría de los tratamientos ocasionó una disminución en el pH del suelo.

Los rendimientos de fruto en kg por planta más altos fueron obtenidos por la interacción de la deyección de lombriz de pulpa de café y niveles de nitrógeno, siendo los mejores tratamientos: A2N1P1 (1.12 kg/planta), A2N2P3 (1.03 kg/planta) y A2N3P1 (0.94 kg/planta).

Según los análisis de suelos realizados después de la cosecha, los mayores valores de contenido de nitrógeno total y fósforo asimilable fueron reportados en los tratamientos que utilizaron el abono orgánico de deyecciones de lombriz de pulpa de café.

Los tratamientos con composta de cascara de cacao resultaron con mayor contenido de potasio asimilable en suelo.

Sobre la base de los resultados del análisis foliar y empleando la metodología del Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), resultó que el elemento más limitante en la producción fue el fósforo.

ABSTRACT

Effect of two organics fertilizers and three chemical fertilizers levels in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill).

By

FRANCISCO EDUARDO ORELLANA BENAVIDES

MASTER OF SCIENCE

SOIL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, NOVEMBER 1997

M. C. Ricardo Requejo López - Advisor -

Key words: Tomato, Organic Fertilizer, Chemical Fertilizer, Greenhouse.

This study was realized in greenhouse conditions in Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro in the tomato crop cv. Floradade under a experiment design randomized in a levels factorial 3x3x3 with 27 treatments in four replicates.

Evaluated treatments were the combinations of soil, 0, 200 and 400 kg/ha of nitrogen; 0, 150 and 300 kg/ha of phosphorus, using urea for N and simple

superphosphate for P₂O₅.

Organics fertilizers used were: worm waste of coffee extracts and cocoa shell compost.

The results showed that for height of the plant, the effect of the interactions between organics fertilizers with nitrogen levels (A_xN_y) were highest values. Soil with nitrogen level of 200 kg/ha (A₁N₂) was 83.08 cm, worm waste of coffee extracts with 0 kg/ha (A₂N₁) was 82.83 cm and level of 400 kg/ha (A₂N₃) was 82.75 cm.

Cocoa shell compost and nitrogen level of 400 kg/ha showed values highest about stem diameter (8.42 mm).

Yields of fruits in kg for plant showed its highest values with the interaction between treatments of worm waste and coffee extracts and nitrogen levels: A₂N₁P₁ (1.12 kg for plant), A₂N₂P₃ (1.03 kg for plant) and A₂N₃P₁ (0.94 kg for plant).

Phosphorus in the foliar analysis and determined by the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) methodology was the limiting element in the production of tomato in greenhouse.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Generalidades del cultivo	4
Importancia	4
Descripción botánica	5
Fisiología del tomate	5
Agronomía del tomate	6
Poda	7
Entutorado	8
Cosecha de tomate	9
Clasificación	9
Fertilización en tomate	9
Efectos físicos de los abonos orgánicos sobre el suelo	11
Efectos de los abonos orgánicos sobre la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.....	12
Los abonos orgánicos y la fertilidad del suelo	13
Valor del uso de los abonos orgánicos	13
Propiedades físicas	14
Propiedades químicas	14
Propiedades nutricionales	14
Propiedades biológicas	15
Fuentes de materia orgánica	15
El nitrógeno en el suelo	16
El contenido de nitrógeno en órganos	17
El fósforo en la nutrición de las plantas	18
El fósforo en el suelo	19
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Localización del sitio experimental	21

Materiales empleados	21
Deyecciones de Lombriz de la pulpa de café	21
Composta de cáscara de cacao	22
Suelo utilizado	23
Material biológico utilizado	24
Establecimiento del experimento	24
El almácigo	24
Preparación de las macetas	24
El trasplante	25
Tratamientos de fertilización química	25
Poda	27
Riegos	27
Control de plagas y enfermedades	27
Cosecha	27
Muestreo de plantas para el análisis foliar	28
Características evaluadas	28
Diseño estadístico utilizado	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Altura de planta	31
Diámetro del tallo	36
pH	39
Conductividad eléctrica	42
Por ciento de materia seca	45
Rendimiento	47
Diámetro ecuatorial del fruto y calidad de la producción	52
Nitrógeno total en suelo	60
Fósforo asimilable en suelo	63
Potasio asimilable en suelo	66
Análisis foliar	68
CONCLUSIONES	70
RESUMEN	72
LITERATURA CITADA	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
3.1 Características físico-químicas del suelo utilizado en experimento de tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.	23
3.2 Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento de abonos orgánicos y niveles de fertilización química en tomate, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1997	26
4.3 Análisis de varianza para altura de planta de tomate variedad Floradade, a los 122 días después del trasplante. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.	32
4.4 Medias de altura de planta de tomate (cm) variedad Floradade del factor P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	32
4.5 Prueba de medias de altura de planta de tomate (cm) variedad Floradade de la interacción del factor AxN. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	35
4.6 Análisis de varianza auxiliar para altura de planta de tomate variedad Floradade en la interpretación de la interacción de los factores NxA. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah	35
4.7 Análisis de varianza para diámetro de tallo de planta de tomate variedad Floradade, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	36
4.8 Prueba de medias de diámetro de tallo (mm) de planta de tomate variedad Floradade del factor A. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	37
4.9 Medias de diámetro de tallo (mm) de planta de tomate variedad Floradade del factor N. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	37
4.10 Análisis de varianza para pH de suelo en tomate variedad Floradade, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	40

1.11 Prueba de medias de pH de suelo en planta de tomate variedad Floradade del factor A. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	40
1.12 Medias de pH de suelo en planta de tomate variedad Floradade del factor P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	41
1.13 Análisis de varianza para conductividad eléctrica de suelo en tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	44
1.14 Prueba de medias de conductividad eléctrica (mmhos/cm) de suelo en tomate variedad Floradade de la interacción de los factores AxNxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	45
1.15 Análisis de varianza para por ciento de materia seca en tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	46
1.16 Análisis de varianza para rendimiento de fruto de tomate variedad Floradade en la primera etapa de producción. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	47
1.17 Prueba de medias para rendimiento de frutos en kg por planta de tomate variedad Floradade para la primera etapa de producción de la interacción AxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	48
1.18 Prueba de medias de rendimiento de frutos en kg por planta de tomate variedad Floradade de la primera etapa de producción en la interacción AxNxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	49
1.19 Análisis de varianza para rendimiento de fruto de tomate variedad Floradade en la segunda etapa de producción, UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	50
1.20 Prueba de medias de rendimiento de fruto en kg por planta de tomate variedad Floradade de la segunda etapa de producción en la interacción AxNxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	51
1.21 Valores medios de número de frutos por tratamiento y categoría de tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	53
1.22 Análisis de varianza para nitrógeno total de suelo en tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	61

4.23	Prueba de medias de nitrógeno total en suelo de tomate variedad Floradade de la interacción AxNxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	62
4.24	Análisis de varianza para fósforo asimilable del suelo en tomate variedad Floradade, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	64
4.25	Prueba de medias de fósforo asimilable en suelo de tomate variedad Floradade de la interacción AxNxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	65
4.26	Análisis de varianza para potasio asimilable del suelo en tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	67
4.27	Prueba de medias de potasio asimilable en suelo de tomate variedad Floradade de la interacción AxNxP. UAAAN, Buenavista, Saltillo Coah. Noviembre de 1997.....	68
4.28	Diagnosis nutrimental para los tratamientos en tomate variedad Floradade a 56 días después del trasplante. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
4.1 Curva de ajuste polinomial de altura de planta en tomate variedad Floradade para niveles de fósforo. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	33
4.2 Regresión de ajuste polinomial para niveles de nitrógeno en tomate variedad Floradade en diámetro del tallo (mm). UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997	38
4.3 Regresión de ajuste polinomial para niveles de fósforo en tomate variedad Floradade en pH del suelo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah	41
4.4 Medias de número y por ciento de frutos de tomate por tratamientos para la categoría extrachico. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.....	56
4.5 Medias de número y por ciento de frutos de tomate por tratamientos para la categoría chico. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.	57
4.6 Medias de número y por ciento de frutos de tomate por tratamientos para la categoría mediano. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.	58
4.7 Medias de número y por ciento de frutos de tomate por tratamientos para la categoría grande. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.	59

INTRODUCCIÓN

Debido al fuerte aumento de los precios del petróleo en los años setenta y su efecto sobre el costo de los fertilizantes, pareció claro que los sistemas agrícolas de los países menos desarrollados no podían estar basados en un suministro seguro y permanente de fertilizantes minerales. En consecuencia, ha aumentado la utilización de nutrimentos en los cultivos mediante el uso de residuos orgánicos; ésto ha enseñado que la agricultura occidental de alta tecnología es poco relevante para muchas áreas con problemas de suelo.

En el presente, la única vía de avance debe venir de una mayor preocupación por el suelo, mejora del manejo y aumento en el uso de abonos orgánicos para la producción de los cultivos en millones de pequeñas explotaciones. Los principales productos que dan origen a estos abonos se componen de deyecciones de diferentes animales domésticos, subproductos industriales, basuras de fácil descomposición, aguas residuales, bagazos de caña de azúcar, cáscara de cacao, pulpa de café, cachaza de ingenio y otros (Cruz, 1986).

El uso adecuado de los abonos orgánicos, se ha recomendado en aquellas tierras sometidas a intenso laboreo, donde se requiere mejorar la estructura del suelo, para aumentar su capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de

nutrimentos para las plantas.

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento de la agricultura. El incremento en la producción y consumo de fertilizantes químicos en una agricultura intensiva disminuyó la atención hacia los abonos orgánicos en la época 1940 -70, pero en la actualidad vuelve a cobrar gran importancia por las siguientes razones:

-Aún en épocas de máxima producción de abonos químicos, el consumo mundial de nitrógeno y fósforo en abonos orgánicos ha superado al consumo de abonos químicos.

- Los problemas de contaminación ambiental derivados de las plantas productoras de fertilizantes, así como del uso excesivo de abonos químicos u orgánicos, hacen más perentoria la necesidad de determinar las dosis óptimas económicas de nutrientes procedentes tanto de fuentes orgánicas como químicas (Nuñez, 1990).

Cruz (1986) concluye que los abonos orgánicos poseen un gran potencial de nutrimentos y materia orgánica que de ser manejados adecuadamente se constituirán en recursos naturales renovables, tanto por coadyuvar con los fertilizantes minerales en la nutrición vegetal, como por el mejoramiento de las propiedades físicas y microbiológicas de los suelos.

Con la realización del presente trabajo de investigación se pretendió hacer una aportación más, para enriquecer las fuentes de consulta sobre el uso de los abonos

orgánicos en la producción de hortalizas, y aún otra de gran importancia, que sirva de soporte tecnológico al extensionista para transferir dichos conocimientos al pequeño y mediano productor, quien con sus limitaciones de tierra y recursos económicos no pueden hacerle frente al alto costo de los insumos y sobre todo, al de los fertilizantes químicos.

Los objetivos de este trabajo son:

- a) Evaluar el efecto de la aplicación al suelo de dos abonos orgánicos y tres niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de tomate.
- b) Relacionar la concentración de nutrimentos esenciales (NPK) en el tejido vegetal versus contenido del suelo y versus variables de interés en plantas.
- c) Diagnosticar que elemento(s) nutritivo(s) resulta(n) limitante(s) en este trabajo, para la producción de tomate.

Para el logro de los objetivos enunciados se planteó la siguiente hipótesis de trabajo:

Por su contenido de materia orgánica y nutrientes, los abonos orgánicos aplicados al suelo en interacción con los fertilizantes químicos ejercen efectos favorables sobre la altura de la planta, diámetro del tallo, tamaño y diámetro de fruto y producción de tomate.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del cultivo

Importancia

El cultivo de tomate rojo ocupa un lugar importante entre las hortalizas del mundo; también es conocido como jitomate, es un producto muy apetitoso y que aporta un balance adecuado de minerales y vitaminas (A, B1, B2, etc.). Se procesa en la agroindustria para la elaboración de conservas y encurtidos; el fruto se come crudo o cocido, es la base en la elaboración de sopas, jugos y salsas.

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1997) en México, en el año agrícola 1990-91, la superficie nacional sembrada con tomate rojo fue de 78,200 ha, destacándose por su participación: Sinaloa con 22,270 ha, Baja California con 7,918 ha, Michoacán con 6,433 ha, Nayarit con 5,325 ha, Jalisco con 4,771 ha, y Morelos con 3,833 ha, las superficies anteriores representan en su conjunto el 65 por ciento de la superficie sembrada con esta solanácea en la república mexicana.

La producción nacional de tomate rojo; en el año agrícola de referencia, fue de 124 863 toneladas. Los rendimientos promedios nacionales en ton/ha fueron de 15.082 en el ciclo primavera-verano y de 15.958 en el ciclo otoño-invierno.

Descripción botánica

El tomate es una planta herbácea, desde 40 cm hasta 2 m. de altura, en la planta en los tallos son cilíndricos, al madurar se vuelven angulosos, huecos y pubescentes. Las hojas son compuestas (pinnadas), formadas por varios pares de folíolos u hojuelas, el limbo pubescente. La inflorescencia es un racimo que presenta varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante, pequeña, bisexual; en las plantas de hábito determinado, la inflorescencia se forma a partir del sexto ó séptimo nudo, y a cada una ó dos hojas se encuentran las flores, y en las de hábito indeterminado se forman a partir del séptimo ó décimo nudos y cada cuatro hojas. El fruto es una baya, que puede ser de diversas formas: alargada, esférica u oblonga; de superficie lisa, brillante; la pulpa es carnosa y bastante jugosa, con numerosas semillas al interior de los lóculos (cavidades), pueden ser dos (bilocular) o más (multilocular), las variedades comerciales pertenecen a este último tipo. El color más común del fruto es el rojo, pero existen amarillos y naranjas (DGETA, 1995).

Fisiología del tomate

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad.

Del momento de la siembra hasta la emergencia transcurren entre 6 y 12 días. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación, es de 20 a 25 °C. Desde la emergencia hasta el momento del trasplante ocurren entre 30 y 70 días. El tiempo que

Las plantas permanecen en el semillero depende de la variedad de tomate, de las técnicas del cultivo y de los requisitos de crecimiento.

Se obtiene la primera cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 100 días después del trasplante (Serrano, 1978).

Durante el desarrollo se tutora la planta y se efectúan diferentes podas para asegurar una producción de alto volumen y de buena calidad.

El tomate es neutro en cuanto a la duración de luz por día. Por lo tanto, florece a su debido tiempo de acuerdo con la edad y el desarrollo que tiene. Las temperaturas bajas y un crecimiento exuberante retardan la floración y provocan flores de difícil fecundación.

La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos. La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24 °C. La exposición del fruto al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel. Por esta razón se requiere suficiente sombrote para protección de los frutos y favorecer una coloración pareja (DGETA, 1995).

Agronomía del tomate

El tomate es una planta de clima cálido. Resistente al calor y a la falta de agua. Se da bien en climas con temperaturas entre 18 a 26 °C. Las temperaturas óptimas durante el día y la noche son de 22 y de 16°C respectivamente. No resiste heladas en

ninguna etapa de su desarrollo.

El clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75 por ciento, es poco apropiado para el tomate, debido a que éste favorece los ataques de enfermedad fungosa. Por esto, se debe cultivar el tomate con preferencia en áreas áridas o semiáridas. El tomate es bastante tolerante a la sequía, sin embargo requiere de riego para obtener altos rendimientos.

El tomate necesita estar bien abastecido de agua durante el ciclo de cultivo. Por esto, el suelo debe tener buena capacidad de retención de agua. Tanto el agua para riego como el suelo mismo debe tener una baja salinidad (menor de 2.5 mmhos/cm).

El tomate puede producirse en suelos con rango bastante amplio en la reacción o pH. La reacción puede ser moderadamente ácida hasta ligeramente alcalina, o sea, de pH 6.0 a pH 7.2 (DGETA, 1995).

Poda

En muchas explotaciones, el tomate precisa de prácticas de cultivo especiales. Tal adiestramiento tiene especial importancia en lo que se refiere a la poda, de la que puede depender el éxito de la producción.

El desarrollo natural de las plantas de tomates, al principio es erecto, después va extendiéndose en el suelo, produciendo numerosos tallos secundarios, lo que es causa de

a gran dispersión de energía en perjuicio de la fructificación.

La poda sirve para equilibrar la vegetación y la fructificación de la planta. Podar significa eliminar los pequeños brotes axilares llamados vástagos, que, desarrollándose en origen a los brotes laterales.

La poda debe iniciarse cuando en la mayor parte de la planta se observa la primera florescencia. Los vástagos no deberán tener más de dos a tres centímetros de longitud; otro modo, la planta no los podrá soportar. Cuando los brotes axilares se encuentren excesivamente desarrollados formando tallos secundarios es bueno limitarse a su apunte (Marquez, 1978).

Entutorado

La colocación de tutores para que las plantas se desarrollen al máximo en sentido vertical es una práctica muy común en el cultivo de tomates. Como tutores pueden utilizarse cañas en forma individual (una para cada mata), en el caso de cultivos de invernaderos se emplean tutores simples o cuerdas tensadas, o alambres longitudinales que recorren las cumbreras. En este caso es frecuente que se hincuen en el suelo mediante un clavo junto a cada planta, o bien atarlas a la base de cada planta.

Cualquiera que sea el tipo de entutorado empleado, las plantas se atan al tutor a medida que van desarrollándose verticalmente en torno al mismo (Maroto, 1974).

secha de tomate

En condiciones óptimas, en la primera cosecha las variedades precoces tardan 70 días a contar desde el trasplante. Las variedades tardías demoran 100 días hasta la primera recolección.

Clasificación

Según la DGETA (1995) la clasificación de los frutos se realiza por diferentes tamaños, características de calidad, color de la piel o cascara. La clasificación según el tamaño, varía de acuerdo a la región, exigencias del mercado y características de la variedad de tomate. Una selección usual en cuanto al tamaño de los frutos dada por las Normas Americanas de calidad para tomate fresco (1975) consiste en la siguiente:

- Tamaño extra chico ó 7x8, de 48 mm a 54 mm, valores mínimos y máximos respectivamente de diámetro ecuatorial.
- Tamaño chico ó 7x7, de 54 a 58 mm.
- Tamaño mediano ó 6x7, de 58 a 64 mm.
- Tamaño grande ó 6x6, de 64 a 73 mm.
- Tamaño extra grande ó 5x5 y 5x6, de 73 a 88 mm.

Utilización en tomate

Como orientación básica, debe recordarse que una cosecha de 67 toneladas extrae del suelo 322 kg de N, 57 kg de P₂O₅, 442 kg de K₂O, 159 kg de Ca y 54 kg de Mg, y

que la tasa de aprovechamiento de los tres primeros es del 60, 15, y 50 por ciento.

Al estudiar la nutrición mineral del tomate se determinó que los rendimientos aumentaban al elevarse la relación N: K y que las deficiencias de calcio afectaron seriamente la producción provocando la "podredumbre apical del fruto" existiendo reacciones antagónicas entre Ca, Mg y B. La aplicación de quelato de Fe corrigió rápidamente las deficiencias de este elemento (Folquer, 1976).

La DGETA (1995) indica que el cultivo de tomate es capaz de producir altos rendimientos, y como consecuencia, es un gran consumidor de nutrimentos. Para satisfacer los requerimientos nutricionales se emplean grandes cantidades de abonos químicos, ya que su uso resulta económicamente beneficioso. No solo mejora el volumen, sino también aumenta la cantidad de los frutos.

En relación con otros cultivos, el tomate extrae menores cantidades de nitrógeno y de anhídrido fosfórico pero mayores cantidades de potasa; si se desean altas cosechas, las cantidades de NPK que se recomiendan son las siguientes: 100 kg./ha de nitrógeno, 150 kg./ha de fósforo y 250 kg./ha de potasio (Marquez, 1978).

En cultivos bajo invernadero las dosis de fertilizantes suelen reforzarse bastante para obtener mayores cosechas. En esta modalidad de cultivo, es conveniente reducir la cuantía del abonado de fondo, aportando paulatinamente el nitrógeno y la potasa, aproximadamente cada dos semanas, una vez que las plantas hayan reanudado el crecimiento tras haber efectuado el trasplante. En las primeras aportaciones, la

proporción de N/K₂O será de 1 : 2 (Chaux, 1972).

Un exceso de nitrógeno puede conducir hacia un desarrollo vegetativo demasiado exuberante, en detrimento de la fructificación. Sin embargo, Garrison (1976) constató que dosis altas de fertilizantes nitrogenados no influían en la floración y fructificación del tomate, habiendo observado que si se aportaba como abonado de fondo una alta cantidad de nitrógeno, las plantas no respondían a las nuevas aportaciones en coberturas de este elemento.

Doss (1977) estudió el efecto del nitrógeno y la irrigación en la productividad de una plantación de tomates, constatando que los mejores resultados se obtenían con índices de fertilización nitrogenada comprendidos entre 65 y 130 kg de N/ha, combinados con una irrigación que no resultara excesiva.

Según la Guía técnica para la asistencia agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (1976) para el valle de Culiacán, Sinaloa se recomienda, para cultivares de tomate determinado, de 150 a 200 kg de nitrógeno más 60 kg de fósforo y 60 kg de potasio por hectárea.

Efectos físicos de los abonos orgánicos sobre el suelo.

Clásicamente se ha señalado que los principales beneficios de los abonos orgánicos sobre el suelo son de tipo físico. Aunque no existe una cuantificación abundante de los mismos, podría decirse que es un criterio mundialmente aceptado.

En primer lugar por el efecto floculante y cementante de la materia orgánica no se da del mejoramiento de la estructura, y por ende, de la disminución de la densidad aparente que puede ocasionarse a un suelo ante el uso abundante y continuo de abonos gánicos.

Los efectos nutricionales de estas condiciones se ven reflejados en la mayor nitración radical y el mejor movimiento de aire, agua y nutrimentos (Bertsh, 1995).

El contenido en materia orgánica de un suelo es determinante en las necesidades de nutrimentos; por influir en la capacidad de intercambio catiónico y en la capacidad del suelo para retener el agua. Los suelos que contienen una importante cantidad de materia orgánica (del 2.5 al 10 por ciento) estarán sometidos a un menor grado de lavado y tendrán en forma disponible mayor cantidad de nutrimentos que los suelos con bajo contenido en materia orgánica, circunstancias que determinarán que disminuyan las necesidades de nutrimentos (Simpson, 1991).

Efectos de los abonos orgánicos sobre la disponibilidad del nitrógeno en el suelo

Uno de los efectos más importantes de los abonos orgánicos en el suelo es el suministro de nitrógeno aprovechable para las plantas. Sin embargo, la liberación de este nutrimento sólo ocurre mediante una relación estrecha carbono/nitrógeno (C/N) del material utilizado. En términos generales, puede decirse que si la relación C/N es mayor a 30, no hay una liberación inmediata de nitrógeno aprovechable, sino más bien una liberación de las formas nítricas y amoniacales, reduciéndose la aprovechabilidad del

geno en el suelo; por el contrario, si dicha relación es menor de 20, algo del geno se mineraliza quedando disponible para las plantas (Nuñez, 1990).

Los abonos orgánicos y la fertilidad del suelo

Tal como ocurre con el nitrógeno, la aprovechabilidad del fósforo y del azufre enidos en los abonos orgánicos se halla en cierta forma regulada por la relación de entraciones de carbono y de aquellos elementos en el material orgánico. Si la ión C/P es igual o menor de 200, ocurre una mineralización del fósforo orgánico nte la descomposición de la materia orgánica. Si por el contrario, dicha relación es l o mayor de 300, ocurrirá una inmovilización del fósforo aprovechable durante el no proceso.

Además de la aportación directa de nutrimentos vegetales de la materia orgánica al), ésta forma complejos con los nutrientes presentes en el suelo o adicionados como izantes manteniéndolos en forma aprovechable. Los efectos benéficos generales de icción de abonos orgánicos al suelo se traducen en aumento de los rendimientos que as veces no se logra con los fertilizantes químicos (Nuñez, 1990).

Valor del uso de los abonos orgánicos

El valor del uso de los abonos orgánicos sobre las características de los suelos a fundamentalmente en los cambios que experimentan éstos en sus propiedades is, químicas, biológicas y nutricionales.

propiedades físicas.

Los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas de los suelos, principalmente lo que se refiere a la velocidad de infiltración, conductividad hidráulica, retención de agua, densidad aparente y estabilidad de los agregados.

Los cambios en las propiedades físicas del suelo por efecto del uso de abonos orgánicos en general son muy pequeños, y no es posible observar variaciones de los valores anteriores en uno o dos años de aplicación, sino después de varios años en forma consecutiva.

propiedades químicas

Las propiedades químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos, son principalmente el contenido de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes y la concentración de sales.

Todas estas características son indicadoras de un cambio en la disponibilidad de nutrientes del suelo para las plantas.

propiedades nutricionales

Los efectos benéficos de los abonos orgánicos en el mejoramiento de las propiedades nutricionales son fácilmente observables, y esto es más evidente en aquellos

suelos agrícolas que no han recibido abono orgánico durante los años que han estado sometidos a monocultivos (Santos, 1988).

Propiedades biológicas

Stewart (1982) señala el efecto benéfico que aportan los abonos orgánicos en las propiedades biológicas de los suelos, menciona que un suelo fértil debe ser biológicamente activo; que los microorganismos presentes influyen en muchas propiedades del suelo y también tienen efectos directos en el crecimiento de las plantas.

Fuentes de materia orgánica

En general, el suelo contiene un porcentaje variable, pero relativamente pequeño, de materia orgánica en íntima mezcla con sus componentes minerales y los derivados de estos de plantas y animales, incluidas las raíces, rastrojos y otros residuos de cosechas, así como microorganismos del suelo, tales como bacterias, hongos, lombrices de tierra, etc. El tipo y cantidad de materia orgánica presentes en el suelo, están determinadas por algunos factores como la reacción del suelo, el tipo de vegetación, la clase de microbios autóctonos presentes, el avenamiento, precipitaciones y las temperaturas.

En condiciones de campo, los residuos de cultivos, el abono verde, la paja, el composte y otros abonos orgánicos contribuyen a reponer la materia orgánica del suelo.

Diversos tipos de microorganismos del suelo descomponen todos estos materiales y

al fin, se convierten en un material amorfo bastante estable, de color pardo a negro, conocido como humus, que no se asemeja en modo alguno a los materiales que le dan origen (FAO, 1984).

El nitrógeno en el suelo

El nitrógeno es un elemento fundamental en la materia vegetal, ya que es un constituyente básico de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, etc. Las plantas lo absorben principalmente por las raíces en forma NH_4^+ (amonio) y de NO_3^- (nitrato)

El nitrógeno en muchos suelos está presente en muy bajas concentraciones y es el elemento cuya disponibilidad limita más que cualquier otro nutrimento vegetal las cosechas (Carbonero, 1985).

Las pérdidas de nitrógeno durante el ciclo de un cultivo anual debidas a la fijación del amonio en limos y arcillas, donde se aplican fertilizantes amoniacaes, pueden ser del siete al 41 por ciento del nitrógeno aplicado (Vázquez y Cajuste, 1977).

Tisdale y Nelson (1982) mencionan que puede haber un incremento francamente rápido en la fracción de nitrógeno del suelo, causado por la liberación de los materiales orgánicos en descomposición.

La proporción del porcentaje de carbono con respecto al nitrógeno se denomina relación carbono:nitrógeno, o simplemente relación C:N, lo que define las cantidades

relativas de estos dos elementos en los materiales orgánicos recientes, humus, o en el terreno en su conjunto total. La relación C:N de la materia orgánica estable del suelo es de aproximadamente 10:1.

El contenido de nitrógeno en órganos

Para el diagnóstico del estado de suficiencia del nitrógeno en la planta, generalmente son utilizadas las determinaciones de nitratos o de nitrógeno total, o bien de ambos, en un órgano y cierta etapa del desarrollo de la planta.

Bajo condiciones de campo la concentración de nitrógeno total en pecíolos no siempre responde a fuente, dosis y oportunidad de aplicación de nitrógeno. En melón cultivar Tam Uvalde, el por ciento de nitrógeno total en pecíolos sólo respondió al sulfato de amonio y varió de 1.34 a 3.48 y fue inverso al rendimiento; en cambio en chile cultivar Lucky Green Giant, fue de 2.01 a 3.18, respondiendo al nivel de nitrógeno y a la oportunidad de aplicación (Wiendelfeld, 1986).

La concentración de nitrógeno total en hojas de cebolla cultivar Texas Yellow y jitomate cultivar San Marzano, de plantas crecidas en campo, varió desde 0.9 a 2.94 por ciento (Wiendelfeld, 1986) y de 2.56 a 4.07 por ciento (Knavel y Herron, 1986) respectivamente. En cebolla la concentración correlacionó positivamente con la dosis de nitrógeno aplicado y con el rendimiento de bulbos. En jitomate la correlación del nivel de nitrógeno aplicado y el rendimiento con la concentración de nitrógeno fue lineal, directo e inverso respectivamente.

El fósforo en la nutrición de las plantas

El fósforo es uno de los macronutrientes más importantes para la nutrición de las plantas debido a la diversidad de funciones y procesos en que interviene, incluyendo actividades metabólicas.

Según Tisdale y Nelson (1982) el fósforo tiende a concentrarse en tejidos jóvenes en crecimiento activo y en semillas de plantas.

Epstein (1972) y Mengel y Kirby (1979) aseveran que una reducción en la síntesis de ARN como resultado de un abastecimiento inadecuado de fósforo (P) tiene fuerte impacto sobre la síntesis de proteínas. Así, plantas deficientes en fósforo, presentan poco crecimiento vegetativo, el sistema radical es limitado, los tallos son delgados y la formación de frutos y semillas es reducida, además de disminuir el rendimiento, también baja la calidad de frutos y semillas.

Generalmente los síntomas de deficiencia de fósforo aparecen en hojas viejas con coloración verde oscuro, tallos rojizos originados por la acumulación de compuestos de bajo peso molecular y formación de antocianinas (Saito y Cano, 1971).

Según Epstein (1972) y Mengel y Kirby (1979) la cantidad de fósforo en las plantas varía desde 0.05 por ciento hasta 1.0 por ciento.

Sin embargo, Lorenz y Maynard (1980) indican que el contenido de fósforo

Como de fosfatos cambia con la edad de la planta, así, en plantas de tomate la concentración de fosfatos en pecíolos de la quinta hoja del ápice hacia abajo varía de 1,000 a 3,000 ppm, concentraciones de fosfatos deficiente y suficiente respectivamente a principios de floración.

El fósforo en el suelo

Ortega (1978) señala que el contenido de fósforo orgánico en el suelo puede variar considerablemente, encontrándose datos desde 18 hasta 1,600 ppm. La cantidad de fósforo orgánico presente en un suelo está relacionado con el contenido de carbono y nitrógeno, así, este mismo autor menciona que la relación promedio C:N:P₂O₅ de 10:9:1 es la más común en suelos orgánicos.

Meek et al (1970) mencionan que la fijación de P, adicionado a suelos calcáreos es rápida, pero puede ser reducida por la aplicación de fuentes orgánicas.

Tisdale y Nelson (1982) indican que el pH del suelo es uno de los factores que afecta la utilización del fósforo que el granjero puede alterar fácilmente. En la mayoría de los suelos la disponibilidad de fósforo es máxima en un orden de pH que oscila de 5.5 a siete, disminuyendo cuando el pH cae por debajo de 5.5 y disminuyendo también cuando este valor sube por encima de siete. La presencia de iones de calcio o magnesio deben acompañar a altos valores de pH si hay una continua disminución en la disponibilidad del fósforo del suelo.

Rodríguez (1982) reporta que la solubilidad del fósforo es baja y es fácilmente retenido por el suelo, de allí su poca movilidad en el mismo. La poca cantidad disuelta de fósforo en la solución del suelo hace que éste se movilice fundamentalmente por difusión. Las pérdidas del mismo se producen por la absorción de las plantas y en menor medida por lixiviación.

Fuentes (1989) encontró que la asimilación del fósforo se favorece cuando hay un alto nivel de materia orgánica y de fósforo en el suelo. De donde es importante el aporte de materia orgánica y de no escatimar la dosis de abonado de fósforo. Cuando se abona con escasez se aprovecha un porcentaje menor que cuando se abona con una cantidad adecuada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

Este experimento se realizó en el campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila en condiciones de invernadero ubicada a las coordenadas 25° 23' latitud norte y 101° 00' de longitud oeste, a 1743 mts. sobre nivel del mar. Las condiciones del invernadero en cuanto a temperatura fueron de 25°C en el día y de 18°C en la noche, con una humedad relativa del 55 por ciento.

Materiales empleados

Materiales orgánicos y suelo utilizados

Los materiales orgánicos empleados fueron:

Extracción de Lombriz de la pulpa de café.

Esta composta es el resultado de la digestión de las lombrices de tierra, es inodora, estructura granulosa, de coloración oscura casi negra y con apariencia de uniformidad, ligereza y porosidad, que son características de suelos ricos en materia

gánica. Parte de las bondades de este proceso es también el de la conversión de nitrógeno y fósforo orgánico a formas asimilables para las plantas, la estimulación a la descomposición microbiana y al incremento de las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Este material fue traído desde el Instituto de Ecología A.C. de Jalapa, Veracruz, México.

Composta de cáscara de cacao.

El cacao al igual que en muchos productos agrícolas, se genera durante su proceso aprovechamiento de la semilla: residuos, desechos, basuras y en el mejor de los casos productos que buscan tener un uso productivo.

La cáscara de cacao por sí sola supone siete veces más peso que la cosecha (Costi, 1953) llegándose a formar aproximadamente 350 000 toneladas de cáscara por año en el ámbito nacional. Este material es depositado generalmente en las orillas de las plantaciones cacaoteras, es llevado a las fosas naturales como relleno o simplemente abandonado en el mismo lugar donde se quiebra la mazorca del cacao para sustraerle el grano. Una vez desechado se compostea o degrada en forma natural dando lugar a lo que la gente de la región llama tierra de cacao, que no es más que la composta de la cáscara de cacao.

Dicha tierra es utilizada por muchos agricultores como sustrato o componente de mezcla de sustrato, para producir almácigos hortícolas, o simplemente se incorpora al

no abono orgánico para cualquier cultivo (García, 1996).

Suelo utilizado

Suelo utilizado fue colectado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Buenavista, Saltillo, Coah., frente a las instalaciones del departamento de Ingeniería Agrícola. Las características físico-químicas se muestran en el Cuadro 3.1

3.1 Características físico-químicas del suelo utilizado en experimento de tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.

Caracterización	Valor	Método de análisis
pH	8.07	Potenciómetro
C. org. (%)	3.40	Walkley-Black
N. Total (%)	0.288	Kjeldahl
P. Total (%)	0.061	Olsen modificado
S. Total (%)	0.011	Colorimétrico
E. (mmhos/cm)	4.2	Puente Wheatstone
CO ₃ (%)	69.18	Volumetría
D. (g/cc)	1.20	Probeta
Textura	Migajón	Bouyoucos

Material biológico utilizado

La especie vegetal utilizada fue Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), variedad Floradade 760-01 que es de tipo manzano, de excelente calidad y alto rendimiento, sus frutos son grandes de forma globular, color rojo intenso, resistente a verticillium, fusarium y phytium, así como a chancrosis del tallo por alternaria. Se cosecha a los 80 días después del trasplante, es de habito medio determinado, llega a producir hasta 40 toneladas por hectárea.

Establecimiento del experimento

El almácigo

La siembra del almácigo se realizó el 10 de enero de 1997 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, cuyo sustrato fue la mezcla de peet moss con perlita en una proporción 1:1, se depositó una semilla por cavidad, emergió la planta a los 8 días.

A los 17 días después de la siembra se le comenzó a adicionar solución nutritiva cada dos días, para que la planta alcanzara la altura deseada para el trasplante.

Preparación de las macetas

La bolsa que se ocupó tenía 45 cm de altura por 30 cm de diámetro, ocupando un volumen de suelo de 14 kg por maceta, el suelo previo al llenado fue desinfectado con

bromuro de metilo, se le agregó a la bolsa 1 kg de gravilla para mejorar el drenaje de la misma, a los tratamientos con deyección de lombriz de pulpa de café se les agregaba los 400 g de abono utilizados, lo mismo para los de la composta de cáscara de cacao.

El trasplante

Este se realizó el 14 de febrero de 1997, alcanzando las plántulas a los 35 días después de la siembra, una altura y diámetro de tallo promedio de 10 cm y 3 mm, respectivamente.

Tratamientos de fertilización química

Los niveles de nitrógeno aplicados fueron 00, 200, y 400 kg./ha, que son los N1, N2 y N3 respectivamente, usando como fuente la urea (46 por ciento) y para fósforo se utilizaron 00, 150, y 300 kg./ha, que son los P1, P2, P3 respectivamente, utilizando como fuente el superfosfato simple (20 por ciento). La cantidad usada por planta/maceta fue de 1.70 g de urea para N2 y de 3.40 g para N3, y para fósforo fue de 3 g de superfosfato simple para P2 y 6 g para P3. El fósforo fue aplicado todo a la siembra, junto con la mitad del nitrógeno de acuerdo a los tratamientos, dos semanas después se aplicó la otra parte de fósforo y así se complementaron los niveles de fertilización establecidos. La aplicación se realizó en forma diluida mezclando la urea con el superfosfato, en aquellos tratamientos que así lo requerían.

En el Cuadro 3.2 se indican cada uno de los tratamientos con su descripción,

Cuadro 3.2 Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento de abonos orgánicos y niveles de fertilización química en tomate, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1997

No.	Tratamientos	Descripción
1	A1N1P1	14 kg Suelo, Cero N, Cero P
2.	A1N1P2	14 kg Suelo, Cero N, 150 kg/ha P
3.	A1N1P3	14 kg Suelo, Cero N, 300 kg/ha P
4.	A1N2P1	14 kg Suelo, 200 kg / ha N, Cero P
5.	A1N2P2	14 kg Suelo, 200 kg / ha N, 150 kg / ha P
6.	A1N2P3	14 kg Suelo, 200 kg / ha N, 300 kg / ha P
7.	A1N3P1	14 kg Suelo, 400 kg /ha N, Cero P
8.	A1N3P2	14 kg Suelo, 400 kg / ha N, 150 kg / ha P
9.	A1N3P3	14 kg Suelo, 400 kg / ha N, 300 kg / ha P
10.	A2N1P1	14 kg Suelo, 400 g DLPC, Cero N, Cero P
11.	A2N1P2	14 kg Suelo, 400 g DLPC, Cero N, 150 kg / ha P
12.	A2N1P3	14 kg Suelo, 400 g DLPC, Cero N, 300 kg / ha P
13.	A2N2P1	14 kg Suelo, 400 g DLPC, 200 kg / ha N, Cero P
14.	A2N2P2	14 kg Suelo, 400 g DLPC, 200 kg./ha N, 150 kg./ha P
15.	A2N2P3	14 kg Suelo, 400 g DLPC, 200 kg/ha N, 300 kg / ha P
16.	A2N3P1	14 kg Suelo, 400 g DLPC, 400 kg / ha N, Cero P
17.	A2N3P2	14 kg. Suelo, 400g DLPC, 400 kg / ha N, 150 kg /ha P
18.	A2N3P3	14 kg Suelo, 400 g DLPC, 400 kg/ha N, 300 kg/ha P
19.	A3N1P1	14 kg Suelo, 400 g CCC, Cero N, Cero P
20.	A3N1P2	14 kg Suelo, 400 g CCC, Cero N, 150 kg /ha P
21.	A3N1P3	14 kg Suelo, 400 g CCC, Cero N, 300 kg / ha P
22.	A3N2P1	14 kg Suelo, 400 g CCC, 200 kg / ha N, Cero P
23.	A3N2P2	14 kg Suelo, 400g CCC, 200 kg./ha N, 150 kg./ha P
24.	A3N2P3	14 kg Suelo, 400g CCC, 200 kg./ha N, 300 kg./ha P
25.	A3N3P1	14 kg Suelo, 400 g CCC, 400 kg / ha N, Cero P
26.	A3N3P2	14 kg Suelo, 400g CCC, 400 kg./ha N, 150 kg./ha P
27.	A3N3P3	14 kg Suelo, 400g CCC, 400 kg/ha N, 300 kg/ha P

DLPC: Deyecciones de lombriz de pulpa de café

CCC : Composta de cáscara de cacao.

a

Ésta consistió en eliminar los brotes y chupones axilares que se formaron debajo de la primera horqueta, formada por el tallo principal y la rama secundaria que salió de la base del primer racimo floral.

riego

Se regó el cultivo cada dos o tres días dependiendo de las necesidades de agua, evitando la humedad excesiva, y el consecuente ataque de enfermedades fungosas.

Control de plagas y enfermedades

Posteriormente a los ocho días después del trasplante se aplicó el fungicida ridomil, a una dosis de dos g por litro de agua, para prevenir el ataque del damping off.

Se aplicaron los insecticidas thiodan más pounce, a una dosis de un cc por cada litro de agua, para controlar la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn), esta práctica se realizó cada ocho días haciendo un total de ocho aplicaciones.

Harvesta

Ésta se realizó cuando se observó que los frutos completaron su periodo de maduración y mostraron los inicios de cambio de color verde a verde-amarillento en el

o, lo que indicaba su madurez fisiológica.

zaron en total doce cortes, ya que la plantación en la mayoría de
comenzaba a mostrar los primeros síntomas de senescencia.

plantas para el análisis foliar

seleccionó para análisis foliar, el 10 de abril de 1997, a los 56 días después del
seleccionaron 81 muestras en tres repeticiones, tomando la hoja media,
con agua del grifo, luego con agua con 0.1 por ciento de jabón libre de
posteriormente por agua del grifo, agua destilada, y luego por una solución de
por ciento y tres veces más por agua destilada. Enseguida se secaron en
durante 48 horas, moliéndose posteriormente para obtener un material fino
en laboratorio.

plantas evaluadas

durante el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes observaciones:

características agronómicas:

altura de la planta

diámetro del tallo

diámetro del fruto

diámetro ecuatorial del fruto y rendimiento total (kg/planta).

Análisis de laboratorio:

En planta:

- Materia seca
- Análisis foliar de N, P y K

En Suelo:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Análisis de N, P, y K.

Diseño estadístico utilizado.

Se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial completo de $3 \times 3 \times 3$, teniendo 27 tratamientos por repetición lo que hacen un total de 108 unidades experimentales.

El modelo que describe el diseño es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + N_j + P_k + AN_{ij} + AP_{ik} + NP_{jk} + ANP_{ijk} + E_{ijkl}$$

Con:

$i = 1, 2, 3$ abonos

$j = 1, 2, 3$ nitrógeno

$k = 1, 2, 3$ fósforo

$l = 1, 2, 3, 4$ repeticiones

Donde:

Y_{ijkl} = Variable aleatoria observable con el "i" esimo abono, el "j" esimo nitrógeno, el "k" esimo fósforo y la "l" esima repeticiones.

μ = Media general

A_i = Efecto del "i" esimo abono

N_j = Efecto del "j" esimo nitrógeno

P_k = Efecto del "k" esimo fósforo

AN_{ij} = Efecto de la interacción del "i" esimo abono y "j" esimo nitrógeno

AP_{ik} = Efecto de la interacción del "i" esimo abono y el "k" esimo fósforo

NP_{jk} = Efecto de la interacción del "j" esimo nitrógeno y el "k" esimo fósforo.

ANP_{ijk} = Efecto de la interacción del "i" esimo abono, con el "j" esimo nitrógeno y el "k" esimo fósforo.

E_{ijkl} = Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para cada una de las variables evaluadas en el presente trabajo de investigación, se presentan a continuación:

Altura de planta

El análisis de varianza para altura de planta de tomate en invernadero se presenta en el Cuadro 4.3, donde se observa que las diferencias de los factores: tipos de abonos orgánicos (A) y niveles de nitrógeno (N) son no significativos, y para el factor niveles de fósforo (P) y la interacción entre tipos de abonos orgánicos con niveles de nitrógeno son significativos a un cinco por ciento y un coeficiente de variación de 8.089 por ciento.

En el Cuadro 4.4 se observan las medias de tratamientos para el factor niveles de fósforo, donde se muestra que la mayor media de altura de planta se presenta en el nivel de 150 kg./ha (P₂). Por ser este factor de tipo cuantitativo se procedió a realizar una prueba de ajuste polinomial, donde en la Figura 4.1 se observa que a medida que se incrementa el nivel de fósforo, aumenta la altura de la planta hasta cierto nivel, y luego al incrementar al nivel de 300 kg/ha (P₃), la altura tiende a disminuir, presentando la curva un comportamiento parabólico.

4.3. Análisis de varianza para altura de planta de tomate variedad Floradade, a los 122 días después del trasplante. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
A	2	163.5000	81.7500	1.9681 ^{ns}	3.11	4.88
N	2	28.1875	14.0937	0.3393 ^{ns}	3.11	4.88
P	2	284.2500	142.1250	3.4216*	3.11	4.88
	4	430.6250	107.6562	2.5918*	2.48	3.56
	4	63.2500	15.8125	0.3807 ^{ns}	2.48	3.56
	4	374.3750	93.5938	2.2533 ^{ns}	2.48	3.56
P	8	367.3125	45.9140	1.1054 ^{ns}	2.05	2.74
	81	3364.5000	41.5370			
	107	5076.0000				

e de variación = 8.089 por ciento

ns = No significativo

* = Significativo al cinco por ciento

4.4. Medias de altura de planta de tomate (cm), variedad Floradade del factor P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor P	Medias
1	77.83
2	81.78
3	79.39

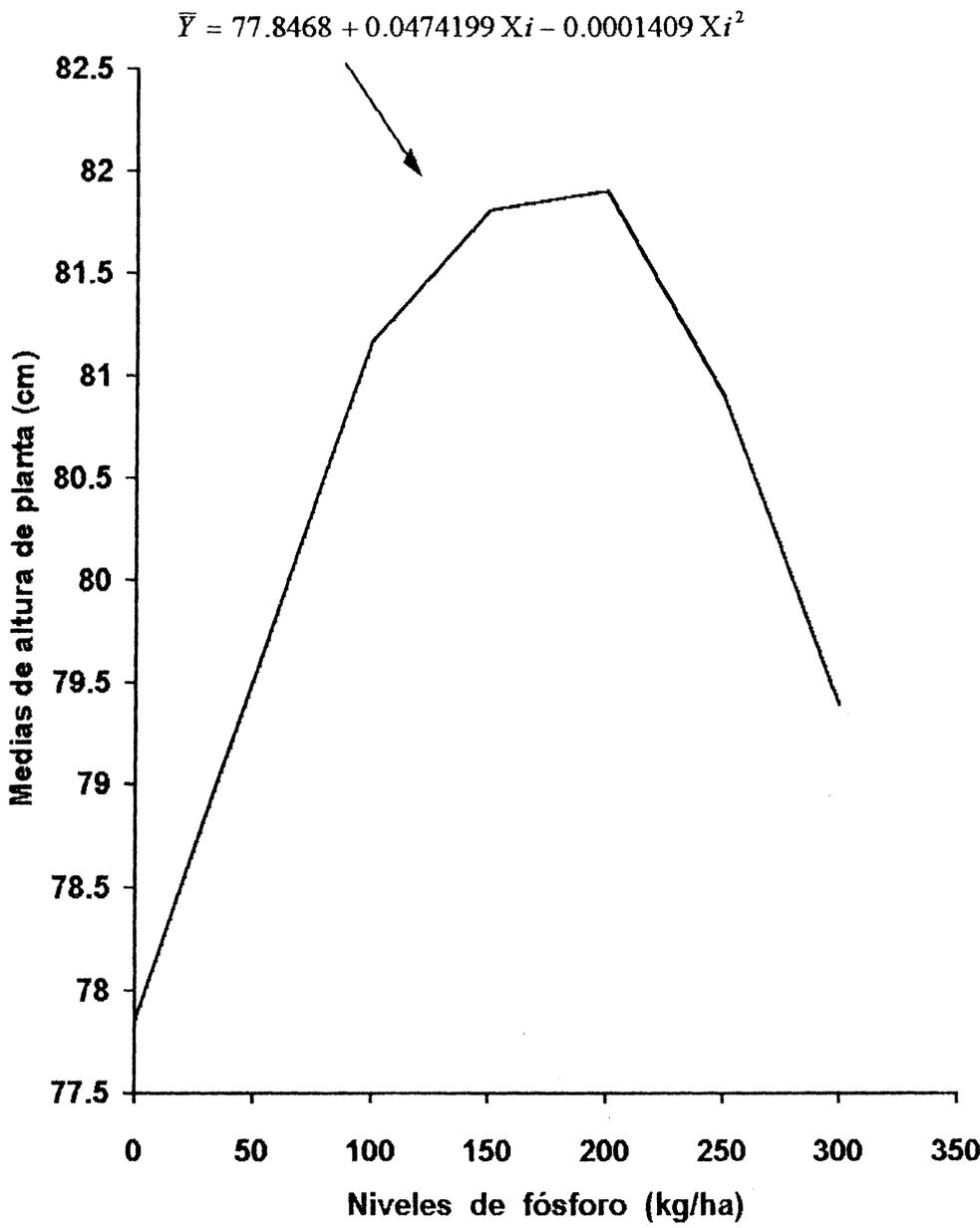


Figura 4.1 Curva de ajuste polinomial de altura de planta en tomate variedad Floradade para el factor niveles de fósforo. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

En el Cuadro 4.5 se presenta la prueba de medias por Duncan para la altura de planta de tomate de la interacción del factor tipo de abono orgánico (A) y niveles de nitrógeno (N), se observa que los tratamientos de tipos de abonos orgánicos con el nivel cero kg/ha (N1) de nitrógeno son estadísticamente iguales, mientras que para 200 kg/ha (N2), el valor más alto y diferente a los demás es el A1N2 (83.08 cm) y para el nivel de nitrógeno de 400 kg/ha (N3), el mejor tratamiento fue A2N3 (82.75 cm), todo esto a un nivel de significancia del cinco por ciento.

El Cuadro 4.6 presenta el análisis de varianza auxiliar de la separación de la suma de los cuadrados para observar el comportamiento de los niveles del factor nitrógeno dentro del abono orgánico, donde se obtuvo diferencia significativa para N/A1 y N/A2 a un nivel del cinco por ciento, no así para N/A3, en la que no hubo diferencia significativa.

Con base en los resultados anteriores se dedujo que el factor niveles de fósforo es importante para el crecimiento de la planta, ya que a niveles elevados de fósforo la altura tuvo una tendencia a incrementarse hasta cierto nivel, esto se relaciona con lo que mencionan Epstein (1972) y Mengel (1979) al señalar que plantas deficientes de fósforo presentan poco crecimiento vegetativo. Con respecto a la interacción del abono orgánico más niveles de nitrógeno, las deyecciones de lombriz de pulpa de café (A2) y el suelo utilizado (A1) acompañado de los niveles de nitrógeno 0, 200 y 400 kg, presentaron las alturas mayores, esto debido al aprovechamiento de la materia orgánica presente en los abonos orgánicos interactuando con el fertilizante químico, manteniéndolos en forma aprovechable, esto se relaciona con lo expuesto por Nuñez (1990).

o 4.5. Prueba de medias de altura de planta de tomate (cm) variedad Floradade de la interacción del factor A x N. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor A	Factor N								
	1		2		3				
1	(2)	82.83	a ^Y	(1)	83.08	a	(2)	82.75	a
2	(1)	78.92	a	(3)	79.33	ab	(1)	77.50	b
3	(3)	78.33	a	(2)	77.67	b	(3)	76.58	b

Medias 80.03 80.03 78.94

Comparación de medias para cada tratamiento por la prueba de rango múltiple de Tukey, con significancia de 0.05, letras iguales significa que no existe diferencia significativa entre medias.

El número entre paréntesis corresponde al factor tipo de abono orgánico (A).

o 4.6. Análisis de varianza auxiliar para altura de planta de tomate variedad Floradade en la interpretación de la interacción de los factores N x A. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
N/A	3	458.83				
N/A1	1	202.17	202.170	4.87*	3.96	6.96
N/A2	1	210.17	210.170	5.06*	3.96	6.96
N/A3	1	46.50	46.500	1.12 ^{ns}	3.96	6.96
	81	3364.5000	41.5370			
	107	5076.0000				

ns = No significativo
 * = Significativo al cinco por ciento

diámetro del tallo.

En el Cuadro 4.7 se observa el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo y su coeficiente de variación de 7.4501 por ciento, éste indica que el factor abono orgánico (A) y el factor niveles de nitrógeno (N) son altamente significativos.

El Cuadro 4.8 presenta la prueba de medias de diámetro del tallo en milímetros para el factor abono orgánico (A), donde la composta de cáscara de cacao (A3) tiene el valor más alto para diámetro del tallo (8.42 mm).

Cuadro 4.7. Análisis de varianza para diámetro de tallo de planta de tomate variedad Floradade. Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	8.6958	4.3479	11.7665**	3.11	4.88
Factor N	2	3.6318	1.8159	4.9143**	3.11	4.88
Factor P	2	0.2246	0.1123	0.3039 ^{ns}	3.11	4.88
A x N	4	1.0347	0.2587	0.7000 ^{ns}	2.48	3.56
A x P	4	1.8125	0.4531	1.2263 ^{ns}	2.48	3.56
N x P	4	1.1333	0.2833	0.7668 ^{ns}	2.48	3.56
A x N x P	8	2.6763	0.3345	0.9053 ^{ns}	2.05	2.74
Error	81	29.9306	0.3695			
Total	107	49.1396				

coeficiente de variación = 7.4501 por ciento

**= Altamente significativo al uno por ciento.

4.8. Prueba de medias de diámetro de tallo (mm) de planta de tomate variedad Floradade del factor A. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

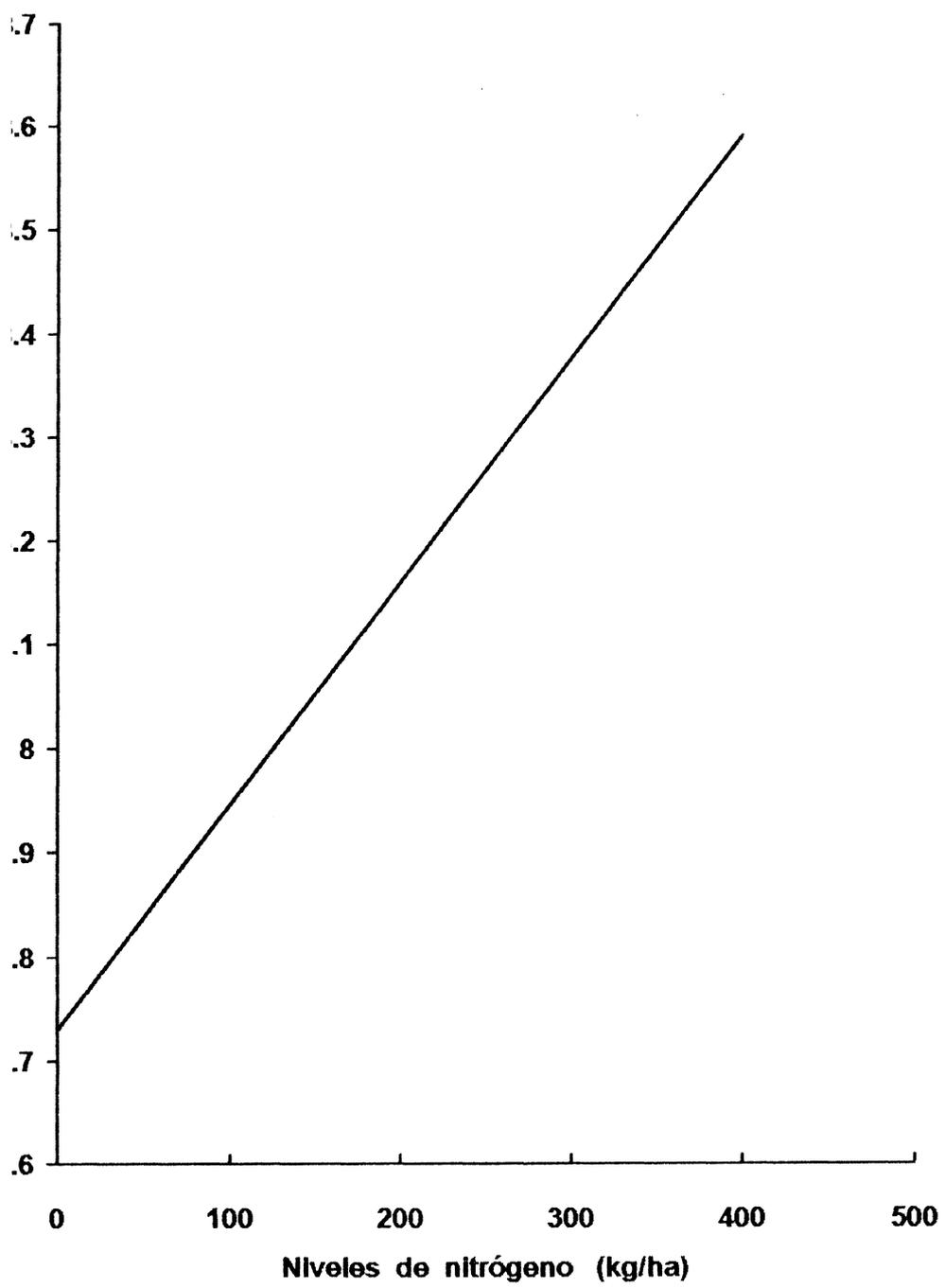
Factor A	Medias	Duncan
3	8.4167	a
2	8.2972	ab
1	7.7631	b

El Cuadro 4.9 se presentan las medias de diámetro del tallo en milímetros de la tomate para el factor niveles de nitrógeno (N), el cual por ser un factor de tipo cuantitativo se realizó una prueba de ajuste polinomial.

4.9. Medias de diámetro de tallo (mm) de planta de tomate variedad Floradade. UAAAN, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor N	Medias
1	7.9083
2	8.2278
3	8.3417

La figura 4.3 indica la regresión lineal del ajuste polinomial para niveles de nitrógeno en tomate variedad Floradade para diámetro del tallo en milímetros, donde se observa que a medida que se incrementa la cantidad de nitrógeno al suelo la respuesta del diámetro del tallo se eleva.



1.2. Regresión de ajuste polinomial para niveles de nitrógeno en tomate variedad Floradade en diámetro del tallo (mm). UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

De los resultados obtenidos para la variable diámetro del tallo podemos afirmar que la utilización de abonos orgánicos tales como las deyecciones de lombriz de pulpa de café y la composta de cáscara de cacao interactuando con los niveles de nitrógeno mejoraron el grosor del diámetro del tallo de la planta de tomate.

H

En el Cuadro 4.10 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable pH y su coeficiente de variación de 0.9967 por ciento, donde se observa que existe diferencia altamente significativa para el factor tipos de abonos orgánicos, considerando un nivel de significancia del uno por ciento y significativa para niveles de fósforo.

En el Cuadro 4.11 se presenta la prueba de medias de pH del suelo para el factor abono orgánico (A) donde indica que la media del factor suelo (8.39) es diferente estadísticamente a las deyecciones de lombriz de pulpa de café (8.35) y a la de composta de cáscara de cacao (8.32), que presentaron una disminución del pH del suelo a una alcalinidad media.

El Cuadro 4.12 indica las medias de pH del suelo para el factor niveles de fósforo, por ser un factor de tipo cuantitativo se realizó un ajuste polinomial para observar el comportamiento de los diferentes niveles de fósforo.

ro 4.10. Análisis de varianza para pH de suelo en tomate variedad Floradade, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
r A	2	0.0820	0.0410	5.9140**	3.17	5.01
r N	2	0.0058	0.0029	0.4224 ^{ns}	3.17	5.01
r P	2	0.0566	0.0283	4.0834*	3.17	5.01
N	4	0.0138	0.0033	0.4752 ^{ns}	2.54	3.68
P	4	0.0239	0.0059	0.8625 ^{ns}	2.54	3.68
P	4	0.0112	0.0028	0.4048 ^{ns}	2.54	3.68
x P	8	0.0093	0.0012	0.1672 ^{ns}	2.11	2.85
	54	0.3745	0.0069			
	80	0.5767				

ente de variación = 0.9967 por ciento

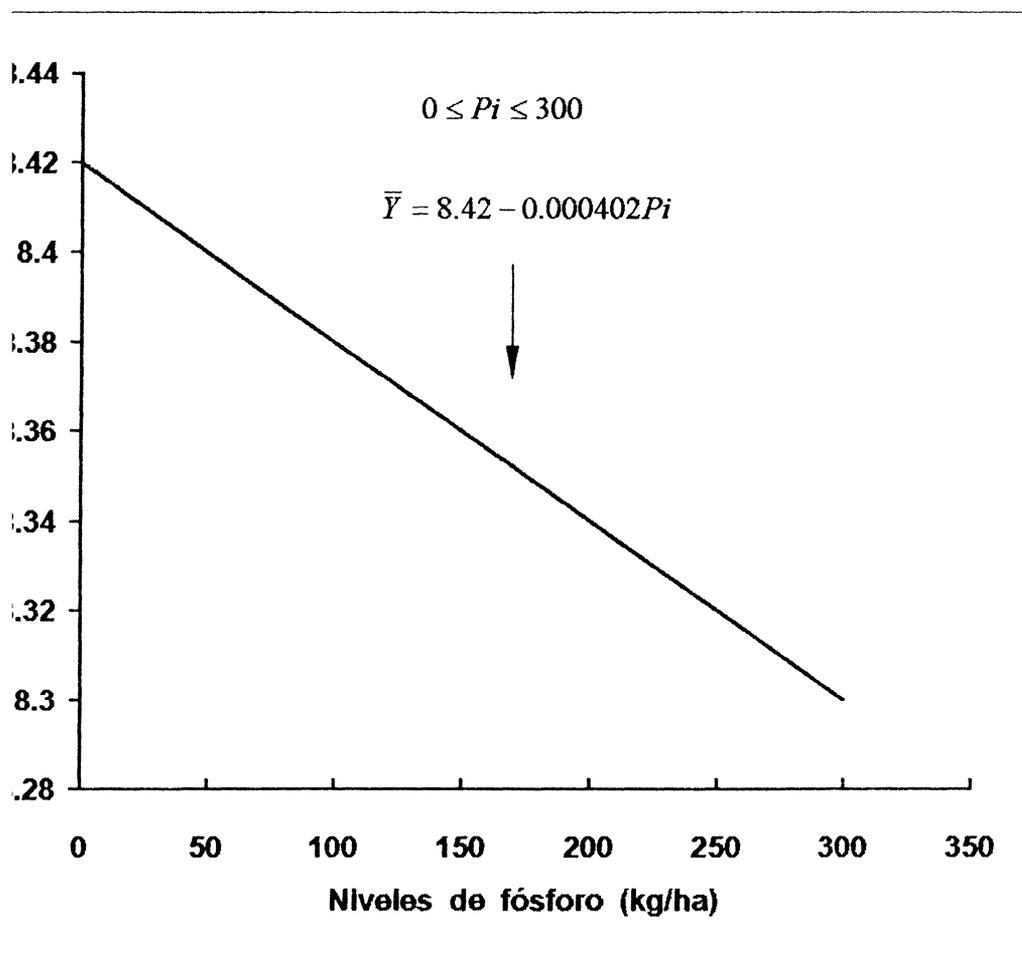
ns = No significativo
 ** = Altamente significativo al uno por ciento.
 * = Significativo al cinco por ciento.

ro 4.11. Prueba de medias de pH de suelo en planta de tomate variedad Floradade del factor A. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor A	Medias	Duncan
1	8.39	a
2	8.35	b
3	8.32	b

4.12. Medias de pH de suelo en planta de tomate variedad Floradade del factor P. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor P	Medias
1	8.38
2	8.37
3	8.32



4.3. Regresión de ajuste polinomial para niveles de fósforo en tomate variedad Floradade en pH de suelo. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

La figura 4.3 señala el comportamiento del factor niveles de fósforo en el pH del suelo, la cual indica una regresión lineal donde a medida que se incrementaban los niveles de fósforo el pH del suelo mostró una tendencia a disminuir.

Con respecto a la variable pH del suelo se observó una ligera disminución en los tratamientos en los cuales se aplicó abonos orgánicos tales como: deyecciones de paja de pulpa de café (A2) y en la composta de cáscara de cacao (A3) asociado con niveles altos de fósforo (P3), este ligero descenso del pH pudo haberse debido a la composición de la materia orgánica y a la utilización del superfosfato simple como fuente de fósforo que en su composición posee el elemento azufre, el cual una de sus funciones es corregir la alcalinidad del suelo.

Actividad eléctrica

En el Cuadro 4.13 se presentan los resultados del análisis de varianza para la conductividad eléctrica y su coeficiente de variación de 13.6440 por ciento, se indica que existe diferencia altamente significativa para los factores niveles de nitrógeno (N), niveles de fósforo (P), interacción NxP y AxNxP considerando un nivel de significancia del uno por ciento.

En el Cuadro 4.14 se observa la prueba de comparación de medias para la interacción de los factores AxNxP, sobre la base de los resultados se tiene que los niveles de salinidad más altos fueron presentados por los tratamientos: A1N1P2 (1.2410), A1N1P3 (1.2943), A2N1P1 (1.1250), A2N1P3 (1.2313), A3N2P3 (1.1837) y A3N3P1

1123), que estadísticamente son iguales para esta respuesta, y los valores más bajos fueron: A₃N₂P₁ (0.6217) y A₃N₃P₃ (0.6843), sin embargo los valores se interpretan como no salinos.

El incremento en la conductividad eléctrica estuvo relacionado al tipo de abono orgánico utilizado y niveles de nitrógeno y fósforo aplicados, sin embargo en los ambientes que la salinidad fue baja, se utilizó la composta de cáscara de cacao, esto se debe a que este tipo de abono orgánico presenta en su caracterización un bajo nivel de conductividad eléctrica (2.5 mmhos/cm), a diferencia de las deyecciones de abreviatura de pulpa de café (7.29 mmhos/cm) y suelo utilizado (4.20 mmhos/cm).

adro 4.13. Análisis de varianza para conductividad eléctrica de suelo en tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	0.0083	0.0041	0.2511 ^{ns}	3.17	5.01
Factor N	2	0.5903	0.2951	17.9233 ^{**}	3.17	5.01
Factor P	2	0.2308	0.1154	7.0089 ^{**}	3.17	5.01
x N	4	0.1617	0.0404	2.4556 ^{ns}	2.54	3.68
x P	4	0.1581	0.0395	2.4008 ^{ns}	2.54	3.68
x P	4	0.3004	0.0750	4.5606 ^{**}	2.54	3.68
N x P	8	1.2641	0.1581	9.5987 ^{**}	2.11	2.85
error	54	0.8892	0.0165			
total	80	3.6033				

coeficiente de variación = 13.6440 por ciento

ns = No significativo

** = Altamente significativo al uno por ciento

Cuadro 4.14. Prueba de medias de conductividad eléctrica (mmhos/cm) de suelo en tomate variedad Floradade de la interacción de los factores A x N x P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor	A	N	Factor P		
			1	2	3
1	1	(4)	1.1250 a ^y	(1) 1.2410 a	(1) 1.2943 a
1	2	(9)	1.1123 a	(5) 1.0983 ab	(4) 1.2313 a
1	3	(7)	0.9803 ab	(9) 1.0727 ab	(8) 1.1837 a
2	1	(6)	0.8420 bc	(7) 0.9270 bc	(3) 1.0913 ab
2	2	(1)	0.8413 bc	(8) 0.9187 bc	(7) 1.0857 ab
2	3	(5)	0.8000 bcd	(2) 0.8463 c	(6) 0.9090 bc
3	1	(2)	0.7760 bcd	(4) 0.8150 c	(2) 0.8153 cd
3	2	(3)	0.7600 cd	(6) 0.8093 c	(5) 0.7387 cd
3	3	(8)	0.6217 d	(3) 0.7730 c	(9) 0.6843 d

comparación de medias para cada tratamiento de la interacción de los factores N x P para conductividad eléctrica por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05. Letras iguales significan que no existe diferencia estadística entre esas medias.

A: El número entre paréntesis corresponde al tipo de abono orgánico y niveles de nitrógeno (A x N).

Porcentaje de materia seca

El Cuadro 4.15 presenta el análisis de varianza para la variable por ciento de materia seca de planta de tomate y su coeficiente de variación de 5.9697 por ciento, los datos fueron transformados, siguiendo la metodología sugerida por Reyes (1983) mediante la fórmula: raíz cuadrada de "X", donde "X" representa el valor porcentual a transformar, el análisis indica que no existe diferencia significativa entre las medias de materia seca de los factores estudiados.

Cuadro 4.15. Análisis de varianza para por ciento de materia seca en tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	0.1728	0.0864	1.2833 ^{ns}	3.11	4.88
Factor N	2	0.3446	0.1723	2.5585 ^{ns}	3.11	4.88
Factor P	2	0.0338	0.0169	0.2510 ^{ns}	3.11	4.88
A x N	4	0.0304	0.0076	0.1128 ^{ns}	2.48	3.56
A x P	4	0.1808	0.0452	0.6711 ^{ns}	2.48	3.56
N x P	4	0.5541	0.1385	2.0569 ^{ns}	2.48	3.56
A x N x P	8	0.3462	0.0433	0.6426 ^{ns}	2.05	2.74
error	81	5.4150	0.0673			
Total	107	7.1177				

coeficiente de variación = 5.9697 por ciento

ns = No significativo

Para el por ciento de materia seca no se obtuvo respuesta estadística en ninguno de los factores en estudio, pudo haberse debido a que la planta entró a un periodo de senescencia y la cantidad de biomasa se redujo al perder parte de su follaje, así que la respuesta es casi igual para todos los tratamientos.

Rendimiento

Para el análisis de esta variable se tomó en cuenta la cosecha por cortes, para la primera etapa del análisis se tomaron los cortes del uno al ocho y para la segunda etapa, los cortes del nueve al 12. En el Cuadro 4.16 se presenta el análisis de varianza para la primera etapa de producción de tomate, donde indica que para el factor abonos orgánicos y niveles de fósforo son altamente significativos y para la interacción A x P es significativa.

Cuadro 4.16. Análisis de varianza para rendimiento de fruto de tomate variedad Floradade en la primera etapa de producción. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	2.3948	1.1974	12.1451**	3.11	4.88
Factor N	2	0.3389	0.1694	1.7186 ^{ns}	3.11	4.88
Factor P	2	0.9731	0.4866	4.9351**	3.11	4.88
A x N	4	0.0799	0.0199	0.2027 ^{ns}	2.48	3.56
A x P	4	1.3031	0.3258	3.3043*	2.48	3.56
N x P	4	0.1659	0.0415	0.4207 ^{ns}	2.48	3.56
A x N x P	8	0.6706	0.0838	0.8503 ^{ns}	2.05	2.74
Error	81	7.9860	0.0986			
Total	107	13.9125				

Coefficiente de variación = 52.74 por ciento

** = Altamente significativo al uno por ciento

* = Significativo al cinco por ciento

Para el efecto de la respuesta de la interacción A x P se realizó una prueba de medias por rango múltiple de Duncan, la cuál se presenta en el Cuadro 4.17, donde se observa que los tratamientos con mayor rendimiento por planta fueron: A2P1 (0.96 kg/planta) y A2P3 (0.87 kg/planta) y los más bajos: A3P1 (0.41 kg/planta), A1P1 (0.27 kg/planta) y A1P2 (0.42 kg/planta) a un nivel de significancia del cinco por ciento.

Cuadro 4.17. Prueba de medias para rendimiento de frutos en kg por planta de tomate variedad Floradade para la primera etapa de producción de la interacción A x P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997

Factor A	Factor P		
	1	2	3
1	(2) 0.9573 a ^y	(2) 0.5647 a	(2) 0.8733 a
2	(3) 0.4139 b	(3) 0.5501 a	(3) 0.6633 b
3	(1) 0.2682 b	(1) 0.4201 a	(1) 0.6478 b
Medias	0.5465	0.5116	0.7281

Separación de medias para cada tratamiento por la prueba de rango múltiple de Duncan, con significancia de 0.05, letras iguales significa que no existe diferencia estadística entre medias.

El número entre paréntesis corresponde al factor tipo de abono orgánico (A).

Se realizó una prueba de medias a la interacción AxN_xP, para conocer la respuesta de los tratamientos completos. En el Cuadro 4.18 se observa que los tratamientos: A2N1P1 (1.12 kg/planta), A2N2P3 (1.03 kg/planta) y A2N3P1 (0.94 kg/planta) obtuvieron los rendimientos más altos y los más bajos fueron: A1N1P1 (0.20 kg/planta), A3P1 (0.28 kg/planta) y A1N2P2 (0.31 kg/planta), de los resultados obtenidos se dedujo que los tratamientos con deyecciones de lombriz de pulpa de café (A2) obtuvieron los valores de rendimiento de fruto por planta más altos para la primera etapa de producción en tomate bajo invernadero.

Cuadro 4.18. Prueba de medias de rendimiento de fruto en kg/planta de tomate variedad Floradade de la primera etapa de producción en la interacción A x N x P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre 1997.

No.	Factor A	N	Factor P		
			1	2	3
1	1	1	(4) 1.1198 a^y	(1) 0.6295 a	(5) 1.0345 a
2	1	2	(6) 0.9437 ab	(8) 0.6227 a	(4) 0.8873 ab
3	1	3	(5) 0.8085 abc	(4) 0.6070 a	(2) 0.8232 ab
4	2	1	(7) 0.5275 bcd	(7) 0.5950 a	(7) 0.7977 ab
5	2	2	(9) 0.3725 cd	(5) 0.5770 a	(6) 0.6980 ab
6	2	3	(8) 0.3417 d	(6) 0.5100 a	(9) 0.6700 ab
7	3	1	(2) 0.3248 d	(9) 0.4325 a	(1) 0.6070 ab
8	3	2	(3) 0.2800 d	(3) 0.3160 a	(8) 0.5222 b
9	3	3	(1) 0.2000 d	(2) 0.3147 a	(3) 0.5132 b

) Separación de medias para cada tratamiento de la interacción de los factores A x N x P por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05, letras iguales significa que no existe diferencia estadística entre esas medias. Nota: El número entre paréntesis corresponde al tipo de abono orgánico y nivel de nitrógeno (AxN).

El análisis de varianza para el rendimiento de fruto por planta para la segunda etapa de producción se indica en el Cuadro 4.19, donde el factor abono orgánico (A) y niveles de nitrógeno (N) presentan una diferencia significativa a un nivel del cinco por ciento.

En el Cuadro 4.20 la interacción AxNxP indica que los tratamientos A₃N₂P₁ (1.25 kg por planta), A₃N₂P₃ (1.12 kg por planta), A₂N₂P₂ (1.12 kg por planta) y A₃N₃P₂ (1.05 kg por planta) fueron los más altos y los más bajos fueron presentados por A₁N₁P₂ (0.48 kg por planta), A₂N₃P₁ (0.51 kg por planta) y A₂N₁P₁ (0.54 kg por planta) esto es a la segunda etapa de producción de tomate bajo invernadero.

Cuadro 4.19. Análisis de varianza para rendimiento de fruto de tomate variedad Floradade en la segunda etapa de producción. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	0.7024	0.3512	3.1247*	3.11	4.88
Factor N	2	1.0653	0.5326	4.7394*	3.11	4.88
Factor P	2	0.0212	0.0106	0.0945 ^{ns}	3.11	4.88
A x N	4	0.3867	0.0967	0.8602 ^{ns}	2.48	3.56
A x P	4	0.8812	0.0758	1.9601 ^{ns}	2.48	3.56
N x P	4	0.4638	0.1124	1.0317 ^{ns}	2.48	3.56
A x N x P	8	0.6061	0.0758	0.6741 ^{ns}	2.05	2.74
Error	81	9.1034	0.1124 _U			
Total	107	13.2301				

Coefficiente de variación = 39.5808 por ciento

** = Altamente significativa al uno por ciento

* = Significativa al cinco por ciento

Pro 4.20. Prueba de medias de rendimiento de fruto en kg por planta de tomate variedad Floradade de la segunda etapa de producción en la interacción A x N x P. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor A	N	Factor P		
		1	2	3
1	1	(8) 1.2543 a ^y	(5) 1.1150 a	(8) 1.1245 a
1	2	(3) 0.9620 ab	(9) 1.0500 a	(3) 0.9377 ab
1	3	(9) 0.9373 ab	(3) 1.0132 ab	(9) 0.9277 ab
2	1	(1) 0.9265 ab	(6) 1.0115 ab	(5) 0.9270 ab
2	2	(7) 0.9205 ab	(2) 0.8805 abc	(6) 0.9123 ab
2	3	(2) 0.7235 b	(7) 0.8352 abc	(7) 0.7635 ab
3	1	(5) 0.6950 b	(8) 0.8250 abc	(4) 0.7098 ab
3	2	(4) 0.5385 b	(4) 0.5670 bc	(2) 0.7053 b
3	3	(6) 0.5080 b	(1) 0.4770 c	(1) 0.6208 b

comparación de medias para cada tratamiento de la interacción de los factores A x P por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05, iguales significa que no existe diferencia estadística entre esas medias.

El número entre paréntesis corresponde al tipo de abono orgánico y nivel de abono (AxN).

Del análisis estadístico sobre rendimiento de frutos en kg por planta para la primera etapa de producción se interpreta que es altamente significativo para el factor abono orgánico y significativo para los niveles de fósforo. Los tratamientos con deyecciones de estiércol de pulpa de café (A2) presentaron los rendimientos más altos, esto coincide con lo que menciona Nuñez (1990) que los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo se traducen en un aumento de los rendimientos.

Para la segunda etapa de producción la composta de cáscara de cacao (A3) con niveles de nitrógeno y fósforo altos reportaron los rendimientos mejores; los más bajos se presentaron en los tratamientos con cero kg/ha de fósforo, de aquí puede deducirse que la falta de fósforo influyó en la mejoría de los rendimientos de frutos de tomate.

ecuatorial del fruto y calidad de la producción

ando como base el diámetro ecuatorial del fruto, se evaluó la calidad de la
n del tomate, según el número de frutos cosechados por planta por tratamiento.

asificó cada fruto, según su diámetro, según estándares dados por las Normas
is de Calidad para tomate fresco.

Cuadro 4.21 se presentan las medias de número y por ciento de frutos por
o para cada categoría.

lro 4.21. Valores medios de número y por ciento de frutos por tratamiento y categoría de tomate variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Tratamientos	C a t e g o r í a s							
	Extra chico		Chico		Mediano		Grande	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
A1N1P1	14	70.0	2	10.0	2	10.0	2	10.0
A1N1P2	12	63.2	2	10.5	3	15.8	2	10.5
A1N1P3	17	70.8	3	12.5	4	16.7	0	0.0
A1N2P1	15	68.2	5	22.7	2	9.1	0	0.0
A1N2P2	17	73.9	3	13.0	2	8.7	1	4.3
A1N2P3	18	69.2	3	11.5	4	15.4	1	3.8
A1N3P1	18	75.0	3	12.5	2	8.3	1	4.2
A1N3P2	13	59.1	3	13.6	4	18.2	2	9.1
A1N3P3	12	52.2	6	26.1	2	8.7	3	13.0
A2N1P1	22	71.0	6	19.4	2	6.5	1	3.2
A2N1P2	30	83.3	2	5.6	2	5.6	2	5.6
A2N1P3	27	81.8	2	6.1	3	9.1	1	3.0
A2N2P1	24	72.7	4	12.1	3	9.1	2	6.1
A2N2P2	24	75.0	5	15.6	2	6.3	1	3.1
A2N2P3	23	63.9	5	13.9	5	13.9	3	8.3
A2N3P1	15	57.7	4	15.4	4	15.4	3	11.5
A2N3P2	26	78.8	4	12.1	2	6.1	1	3.0
A2N3P3	24	72.7	4	12.1	3	9.1	2	6.1
A3N1P1	12	57.1	3	14.3	4	19.0	2	9.5
A3N1P2	22	73.3	3	10.0	4	13.3	1	3.3
A3N1P3	24	75.0	4	12.5	3	9.4	1	3.1
A3N2P1	23	69.7	5	15.2	4	12.1	1	3.0
A3N2P2	16	61.5	5	19.2	4	15.4	1	3.8
A3N2P3	22	68.8	5	15.6	3	9.4	2	6.3
A3N3P1	19	76.0	1	4.0	3	12.0	2	8.0
A3N3P2	19	67.9	4	14.3	4	14.3	1	3.6
A3N3P3	25	75.8	4	12.1	2	6.1	2	6.1

Para las evaluaciones de calidad de las cuatro categorías se indica lo siguiente:

Categoría 1

Esta corresponde al tomate extra chico de 48 a 54 milímetros de diámetro ecuatorial, y observando la Figura 4.4 se tiene que los tratamientos A₂N₁P₂ (83.3 por ciento), A₂N₁P₃ (81.8 por ciento) y A₂N₃P₂ (78.8 por ciento) presentaron los porcentajes más altos para esta categoría, y A₁N₃P₃ (52.2 por ciento), A₃N₁P₁ (57.1 por ciento) y A₂N₃P₁ (57.7 por ciento) fueron los más bajos.

Categoría 2

Tomate chico de 54 a 58 milímetros de diámetro ecuatorial, la Figura 4.5 indica que los tratamientos A₁N₂P₁ (22.7 por ciento), A₁N₃P₃ (26.1 por ciento), A₂N₁P₁ (19.4 por ciento) y A₃N₂P₂ (19.2 por ciento) son los porcentajes más altos para esta categoría, y los más bajos fueron presentados por A₃N₃P₁ (4.0 por ciento), A₂N₁P₂ (5.6 por ciento) y A₁N₁P₃ (6.1 por ciento).

Categoría 3

Tomate mediano de 58 a 64 milímetros de diámetro ecuatorial. En la Figura 4.6 se observa que los tratamientos porcentuales más altos fueron: A₃N₁P₁ (19.0 por ciento), A₃N₂P₂ (18.2 por ciento) y A₁N₁P₃ (16.7 por ciento), y los más bajos son: A₂N₁P₂ (5.6 por ciento), A₂N₃P₂ (6.1 por ciento) y A₃N₃P₃ (6.1 por ciento).

Categoría 4

Tomate grande de 64 a 73 milímetros de diámetro, la figura 4.7 indica que los tratamientos más altos en porcentajes fueron: A₁N₃P₃ (13.0 por ciento), A₂N₃P₁ (11.5 por ciento) y A₁N₁P₂ (10.5 por ciento), para los otros tratamientos el porcentaje fue muy bajo.

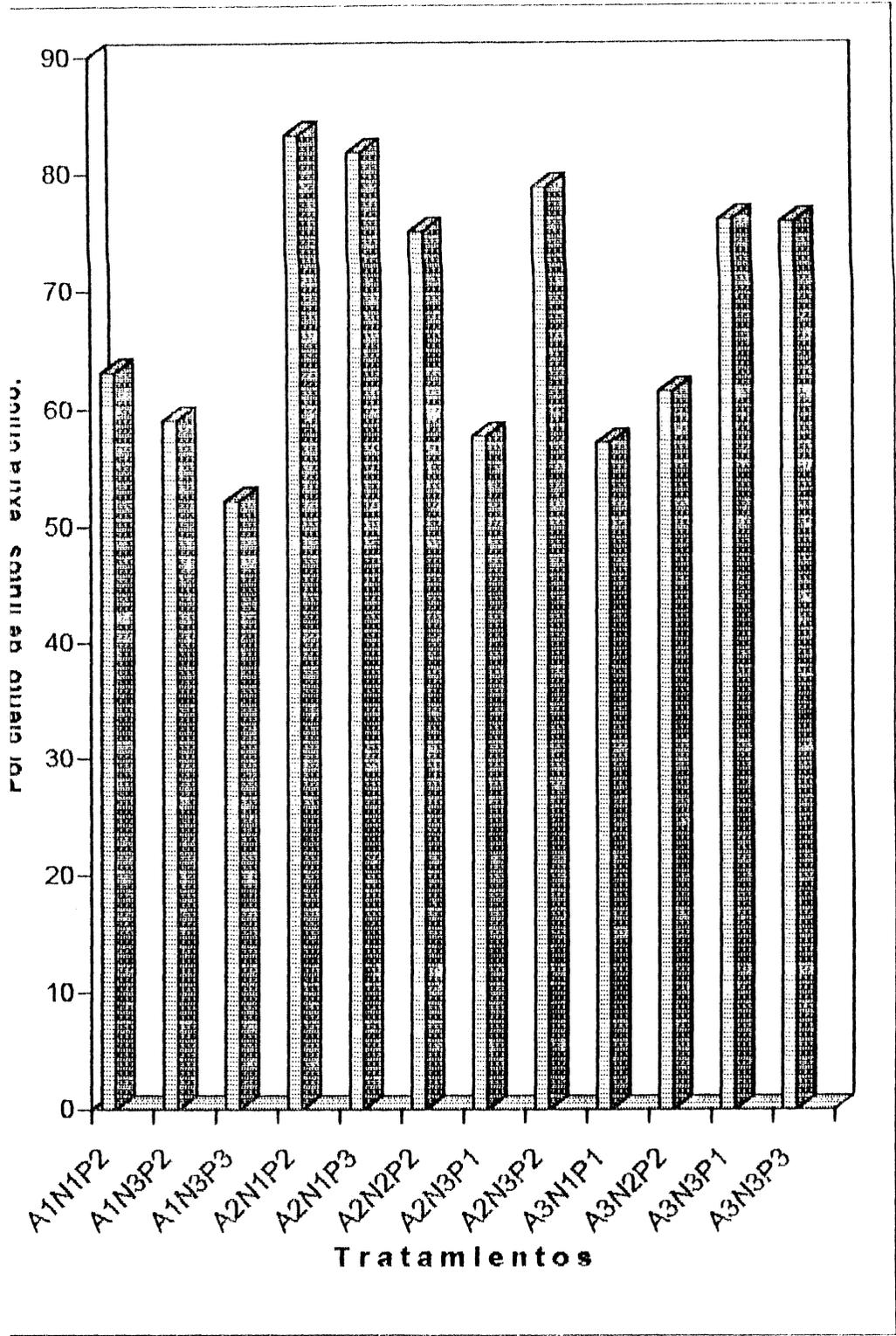
Con respecto a la calidad de la producción el mayor porcentaje de frutos se clasifican en la categoría extra chico, predominando los tratamientos con deyecciones de lombriz de pulpa de café (A₂) con altos niveles de fósforo (P₃).

Para la categoría chico los tratamientos con niveles medio y alto de nitrógeno (N₂ y N₃), deyecciones de lombriz de pulpa de café (A₂) con cero niveles de nitrógeno y fósforo (N₁ y P₁) presentaron los porcentajes más altos.

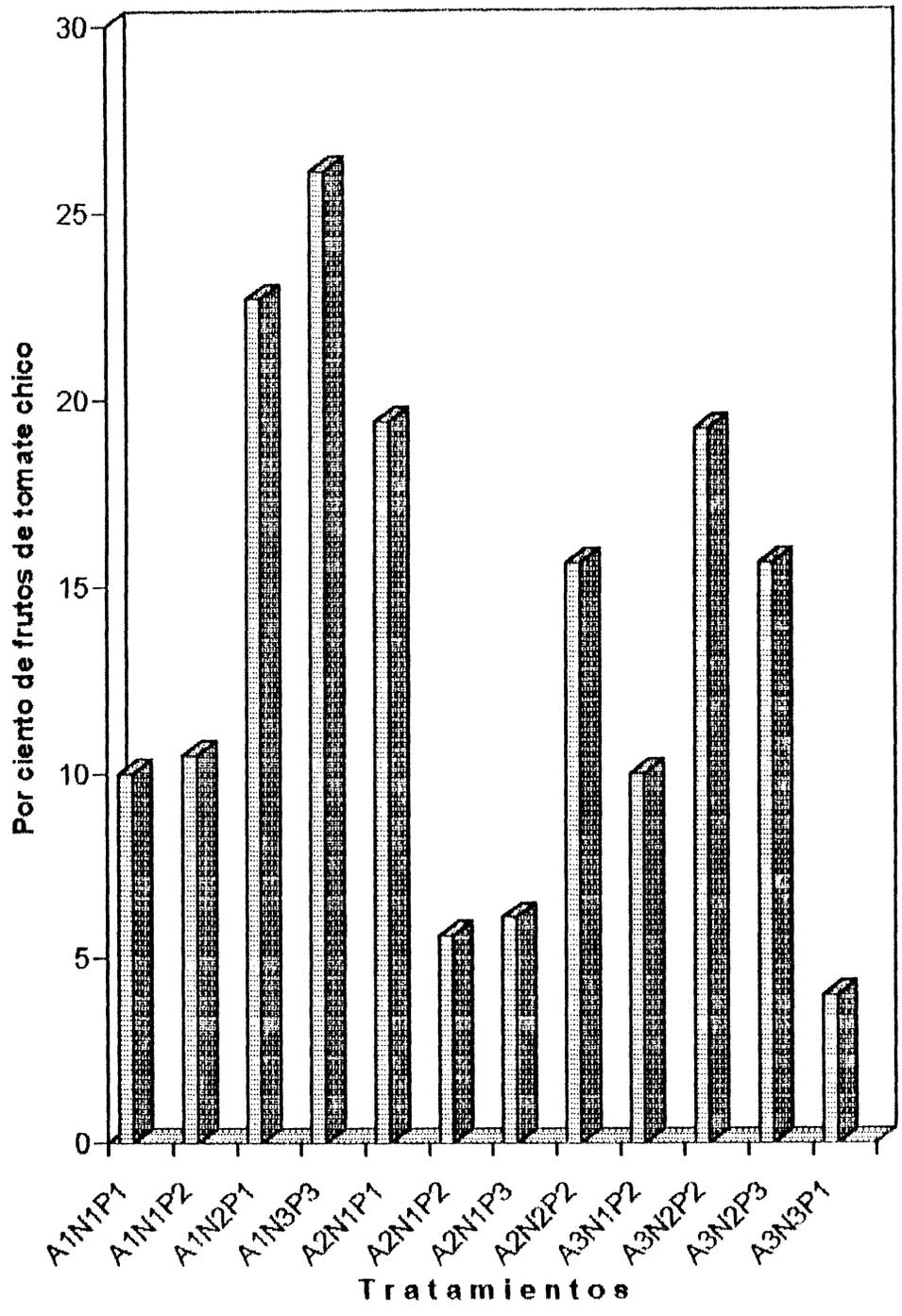
En la categoría tomate mediano el mayor porcentaje fue ocasionado por la composta cáscara de cacao (A₃) con cero niveles de químicos (N₁ y P₁).

Para el tomate grande la aplicación de niveles altos de nitrógeno y fósforo ocasionaron los mayores porcentajes.

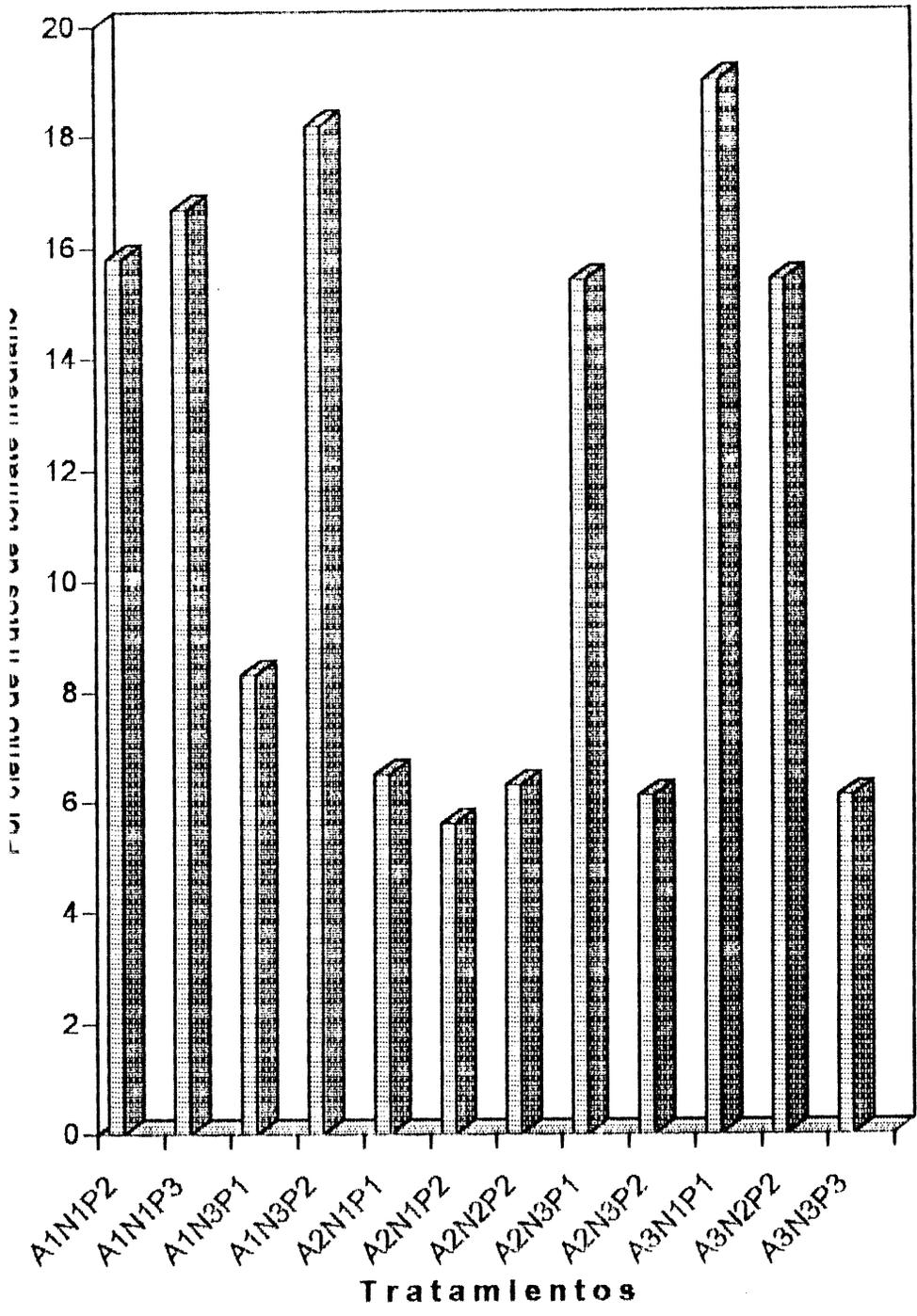
De lo anterior se puede afirmar que la utilización de los abonos orgánicos acompañados de fertilizantes químicos pueden llegar a mejorar la calidad de la producción de tomate.



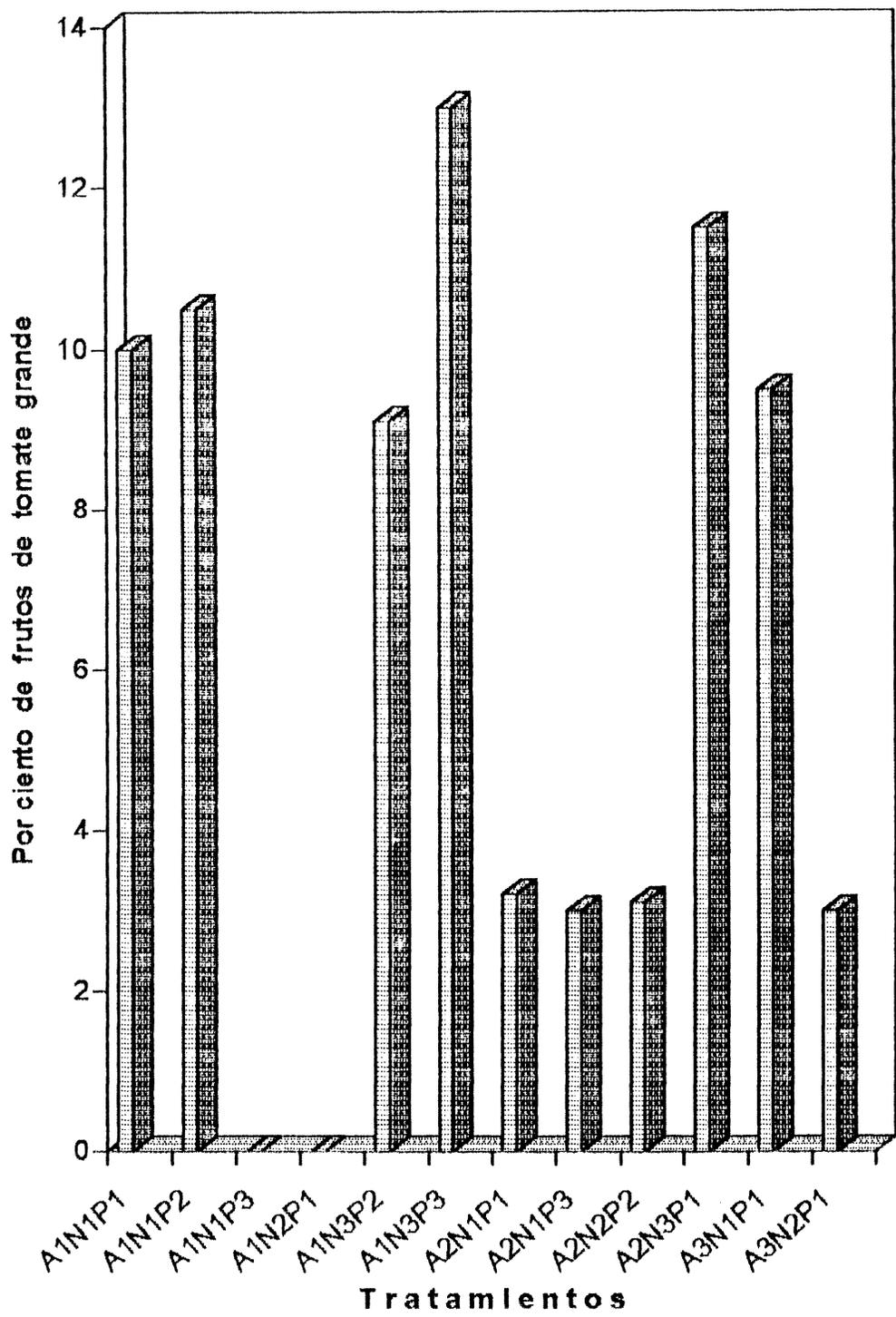
ra 4.4 Medias de por ciento de frutos de tomate categoría extra chico por tratamientos UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1997.



ira 4.5. Medias de por ciento de frutos de tomate categoría chico por tratamientos. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1997.



4.6. Medias de por ciento de frutos de tomate categoría mediano por tratamientos. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1997.



ura 4.7. Medias de por ciento de frutos de tomate categoría grande por tratamientos. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1997.

itrógeno total en suelo

Para el análisis estadístico del nitrógeno total en suelo se transformaron los datos porcentuales, utilizando la metodología dada por Little y Jackson (1991), la cual menciona que al existir ceros entre los datos, recomienda sumar uno a cada dato antes de transformación, luego se aplica logaritmo a cada dato.

En el Cuadro 4.22 se presentan los resultados del análisis de varianza para nitrógeno total en suelo con valores transformados, en el cuál se indica que para el factor abono orgánico la diferencia es altamente significativa al uno por ciento, su eficiente de variación es de 8.2124 por ciento.

El Cuadro 4.23 indica la prueba de medias de nitrógeno total en suelo para la combinación $A \times N \times P$, donde se observa que los tratamientos: $A_2N_1P_3$ (0.2587 por ciento), $A_1N_2P_3$ (0.2549 por ciento), $A_2N_3P_1$ (0.2532 por ciento) y $A_2N_1P_2$ (0.2493 por ciento) portaron los valores más altos de por ciento de nitrógeno total en suelo, los cuáles se interpretan como valores ricos. Los valores más bajos fueron indicados por los tratamientos: $A_1N_3P_3$ (0.1987 por ciento), $A_1N_2P_1$ (0.1857 por ciento), $A_1N_2P_3$ (0.1831 por ciento) que se interpretan como valores medianos.

Cuadro 4.22. Análisis de varianza para nitrógeno total de suelo en tomate, variedad Floradade. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
actor A	2	0.1793	0.0896	112.9591**	3.17	5.01
actor N	2	0.0019	0.0009	1.1767 ^{ns}	3.17	5.01
actor P	2	0.0047	0.0023	2.9471 ^{ns}	3.17	5.01
A x N	4	0.0015	0.0004	0.4588 ^{ns}	2.54	3.68
A x P	4	0.0027	0.0007	0.8576 ^{ns}	2.54	3.68
N x P	4	0.0012	0.0003	0.3882 ^{ns}	2.54	3.68
x N x P	8	0.0032	0.0004	0.4983 ^{ns}	2.11	2.85
error	54	0.0428	0.0008			
total	80	0.2372				

eficiente de variación = 8.2124 por ciento

** = Altamente significativo al uno por ciento
 ns = No significativo

ro 4.23. Prueba de medias de nitrógeno total en suelo de tomate variedad Floradade de la interacción A x N x P. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

Factor	A	N	Factor P				
			1	2	3		
1	1	(6) 0.2532	a ^Y	(4) 0.2493	a	(4) 0.2587	a
1	2	(4) 0.2425	ab	(6) 0.2379	a	(5) 0.2549	a
1	3	(5) 0.2349	ab	(8) 0.2358	a	(6) 0.2497	ab
2	1	(7) 0.2264	b	(9) 0.2324	a	(9) 0.2432	ab
2	2	(9) 0.2254	b	(7) 0.2307	a	(8) 0.2354	ab
2	3	(8) 0.2192	b	(5) 0.2260	a	(7) 0.2277	b
3	1	(1) 0.1942	c	(3) 0.1908	b	(2) 0.1942	c
3	2	(3) 0.1899	c	(1) 0.1874	b	(1) 0.1929	c
3	3	(2) 0.1857	c	(2) 0.1831	b	(3) 0.1917	c

paración de medias para cada tratamiento de la interacción de los factores x P por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05. iguales significa que no existe diferencia estadística entre esas medias.

El número entre paréntesis corresponde al tipo de abono orgánico y nivel de no (AxN).

on respecto al contenido de nitrógeno total en suelo los valores más altos se raron en los tratamientos con deyecciones de lombriz de pulpa de café (A2), ésta ciona con lo que menciona Nuñez (1990) que uno de los efectos más importantes abonos orgánicos en el suelo es el suministro de nitrógeno aprovechable, y éste curre mediante una relación estrecha carbono/nitrógeno, y para el caso de las iones de lombriz de pulpa de café esta relación es de 5:15 (García, 1996), el no pues, se mineraliza quedando disponible para las plantas. Santos (1988) ma que una de las propiedades químicas del suelo que cambia por el efecto de la ión de abonos orgánicos es el porcentaje de nitrógeno total, esto lo corrobora y Nelson (1982) cuando mencionan que puede haber un incremento francamente

o en la fracción del nitrógeno del suelo causado por la liberación de los materiales ricos en descomposición

oro asimilable en suelo.

En el cuadro 4.24 se presentan los resultados del análisis de varianza para el oro asimilable en suelo, en partes por millón, donde el factor abono orgánico y los niveles de fósforo tienen diferencia altamente significativa a un nivel del uno por ciento con un coeficiente de variación del 10.8428 por ciento.

El Cuadro 4.25 indica la prueba de medias del fósforo asimilable en suelo en partes por millón para la interacción $A \times N \times P$, donde se presenta que los tratamientos con los niveles más altos fueron: $A_2N_1P_1$ (64.48 partes por millón), $A_2N_3P_2$ (66.60 partes por millón) y $A_2N_2P_3$ (68.18 partes por millón), los cuales se interpretan como ricos; y los niveles más bajos fueron: $A_2N_2P_1$ (41.80 partes por millón), $A_3N_2P_2$ (41.69 partes por millón) y $A_3N_2P_3$ (51.6067 partes por millón), a un nivel de significancia del cinco por ciento, los cuales son medianamente ricos.

adro 4.24. Análisis de varianza para fósforo asimilable del suelo en tomate, variedad Floradade, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	1306.0312	653.0156	17.7121**	3.17	5.01
Factor N	2	213.7500	106.8750	2.8988 ^{ns}	3.17	5.01
Factor P	2	1179.1406	589.5703	15.9912**	3.17	5.01
x N	4	196.5625	49.1406	1.3329 ^{ns}	2.54	3.68
x P	4	159.4531	39.8633	1.0812 ^{ns}	2.54	3.68
x P	4	168.1094	42.0273	1.1399 ^{ns}	2.54	3.68
N x P	8	1000.9062	125.1133	3.3935 ^{ns}	2.11	2.85
error	54	1990.8906	36.8683			
total	80	6214.8437				

coeficiente de variación = 10.8428 por ciento.

** = Altamente significativo al uno por ciento
ns = No significativo

Cuadro 4.25. Prueba de medias de fósforo asimilable en suelo de tomate variedad Floradade de la interacción A x N x P. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

No.	Factor	A	N	Factor P				
				1	2	3		
1	1	1	(4) 64.4800	a ^Y	(6) 66.6000	a	(5) 68.1767	a
2	1	2	(6) 56.3200	ab	(4) 61.6767	ab	(1) 64.2167	ab
3	1	3	(2) 54.5367	ab	(5) 61.4267	ab	(2) 63.8000	ab
4	2	1	(1) 53.2633	b	(7) 55.7200	bc	(6) 63.3733	ab
5	2	2	(3) 50.6333	b	(1) 55.6867	bc	(4) 62.3567	ab
6	2	3	(9) 50.3200	b	(3) 54.6467	bc	(7) 61.3367	abc
7	3	1	(8) 48.8467	c	(2) 53.6500	bc	(3) 57.4033	c
8	3	2	(7) 42.5433	c	(9) 51.3367	cd	(9) 54.5400	c
9	3	3	(5) 41.8000	c	(8) 41.6900	d	(8) 51.6067	c

(Y) Separación de medias para cada tratamiento de la interacción de los factores A x N x P por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05.

Letras iguales significa que no existe diferencia estadística entre esas medias.

Nota: El número entre paréntesis corresponde al tipo de abono orgánico y nivel de nitrógeno (AXN).

De los resultados obtenidos de la cantidad de fósforo aprovechable se dedujo que las deyecciones de lombriz de pulpa de café (A₂) con niveles medios y altos de fósforo (P₂ y P₃) ocasionaron los valores más altos en partes por millón de fósforo en suelo, ésto se respalda con lo que menciona Meek (1970) que la fijación de fósforo adicionado a suelos calcáreos es rápida pero puede ser reducida por la aplicación de fuentes orgánicas; Fuentes (1989) encontró que la asimilación del fósforo se favorece cuando existe un buen nivel de materia orgánica y de fósforo en el suelo; Rodríguez (1982) menciona que la solubilidad del fósforo es baja y es fácilmente retenido en el suelo.

potasio asimilable en suelo

En el cuadro 4.26 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable potasio, y su coeficiente de variación de 25.7679 por ciento, este análisis indica que existe diferencia altamente significativa en el abono orgánico y la interacción $A \times P$, y para los factores niveles de nitrógeno, interacción $A \times N$ son significativas.

En el Cuadro 4.27 se indica la prueba de medias para potasio asimilable en partes por millón para la interacción $A \times N \times P$, donde se presenta que los tratamientos $A_3N_1P_1$ (197.60 partes por millón), $A_3N_1P_3$ (1409.04 partes por millón) y $A_2N_1P_2$ (1331.64 partes por millón) tienen los valores más altos que se interpretan como extremadamente altos; y los más bajos fueron: $A_2N_3P_3$ (308.58 partes por millón), $A_1N_2P_1$ (464.51 partes por millón) y $A_1N_2P_1$ (641.14 partes por millón).

Cuadro 4.26. Análisis de varianza para potasio del suelo en tomate, variedad Floradade, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Factor A	2	3320344.00	1660172.00	22.2835**	3.17	5.01
Factor N	2	654184.00	327092.00	4.3904*	3.17	5.01
Factor P	2	449128.00	224564.00	3.0142 ^{ns}	3.17	5.01
A x N	4	1261120.00	315280.00	4.2318*	2.54	3.68
A x P	4	700472.00	175118.00	2.3505 ^{ns}	2.54	3.68
N x P	4	1339104.00	334176.00	4.4935**	2.54	3.68
A x N x P	8	674952.00	84369.00	1.1324 ^{ns}	2.11	2.85
Error	54	4023120.00	74502.22			
Total	80	12422424.00				

Coefficiente de variación = 25.7679 por ciento

** = Altamente significativo al uno por ciento
 * = Significativo al cinco por ciento.
 ns = No significativo

Los abonos orgánicos adicionados al suelo mejoran el contenido de potasio aprovechable; en los tratamientos que se utilizó la composta de cáscara de cacao resultaron con los valores más altos de potasio en suelo, ésto pudo ser debido a que la composta de cáscara de cacao presenta un valor de 1534 mg/kg de potasio asimilable, este valor fue determinado por García (1996) en absorción atómica.

Cuadro 4.27. Prueba de medias de potasio asimilable en suelo de tomate variedad Floradade de la interacción A x N x P. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. Noviembre de 1997.

No.	Factor A	N	Factor P		
			1	2	3
1	1	1	(7) 1497.60 a ^Y	(4) 1313.64 a	(7) 1409.04 a
2	1	2	(6) 1477.80 a	(7) 1279.87 a	(8) 1356.36 ab
3	1	3	(9) 1469.22 a	(9) 1194.99 a	(9) 1223.01 ab
4	2	1	(4) 1279.80 ab	(8) 1154.40 a	(4) 1213.72 ab
5	2	2	(3) 1253.45 ab	(3) 1059.01 a	(1) 1096.71 ab
6	2	3	(8) 1138.30 abc	(5) 1001.12 a	(5) 1013.16 abc
7	3	1	(5) 1018.19 bcd	(6) 971.78 a	(3) 925.19 bc
8	3	2	(1) 697.12 cd	(1) 496.28 b	(2) 628.21 cd
9	3	3	(2) 641.14 d	(2) 464.51 b	(6) 308.58 d

(Y) Separación de medias para cada tratamiento de la interacción de los factores A x N x P por la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05. Letras iguales significa que no existe diferencia estadística entre esas medias.

Nota: El número entre paréntesis corresponde al tipo de abono orgánico y nivel de nitrógeno (AxN).

Análisis foliar

Para la interpretación de los resultados del análisis foliar, se empleó la metodología del Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), propuesto por Beaufilet (1973) y siguiendo la guía práctica de Beverly (1991) sobre esta misma técnica.

Los índices DRIS tienen signos positivos y negativos, los cuales suman cero y miden, entonces, el grado de desbalance nutricional; el elemento más requerido es indicado por el número negativo más lejano al cero, y el menos requerido por el número positivo más lejano al cero.

En el Cuadro 4.28 se observa la diagnosis nutrimental para los tratamientos del experimento realizado y se observó que el elemento más limitante resultó ser el fósforo, para todos los tratamientos.

Cuadro 4.28. Diagnósis nutrimental para los tratamientos en tomate variedad Floradade a los 56 días después del trasplante. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 1997.

Tratamientos	Composición Planta (%)			Indices DRIS			Orden de requerimientos
	N	P	K	N	P	K	
1. A1N1P1	2.97	0.26	2.50	20	-29	9	P > K > N
2. A1N1P2	2.69	0.22	2.15	21	-26	4	P > K > N
3. A1N1P3	2.34	0.19	2.14	21	-36	15	P > K > N
4. A1N2P1	2.80	0.26	2.26	19	-25	5	P > K > N
5. A1N2P2	2.83	0.25	2.06	24	-24	-0.4	P > K > N
6. A1N2P3	2.95	0.24	1.80	34	-25	-9	P > K > N
7. A1N3P1	2.57	0.24	1.95	21	-22	1	P > K > N
8. A1N3P2	2.30	0.24	1.76	17	-15	-2	P > K > N
9. A1N3P3	3.20	0.25	2.24	31	-31	0.4	P > K > N
10. A2N1P1	2.83	0.18	2.14	38	-51	14	P > K > N
11. A2N1P2	2.66	0.18	2.02	35	-44	9	P > K > N
12. A2N1P3	2.50	0.17	2.46	27	-53	26	P > K > N
13. A2N2P1	2.87	0.20	2.12	34	-43	9	P > K > N
14. A2N2P2	3.11	0.21	2.22	37	-44	7	P > K > N
15. A2N2P3	2.71	0.18	2.06	36	-45	9	P > K > N
16. A2N3P1	3.32	0.23	2.09	40	-37	-4	P > K > N
17. A2N3P2	2.99	0.22	2.79	49	-44	20	P > K > N
18. A2N3P3	2.92	0.21	1.80	39	-33	-7	P > K > N
19. A3N1P1	2.40	0.21	1.91	22	-27	3	P > K > N
20. A3N1P2	2.36	0.18	2.18	23	-43	20	P > K > N
21. A3N1P3	2.31	0.18	2.11	22	-42	19	P > K > N
22. A3N2P1	2.36	0.21	2.00	19	-29	9	P > K > N
23. A3N2P2	2.38	0.18	2.18	24	-43	19	P > K > N
24. A3N2P3	2.45	0.20	2.10	22	-36	9	P > K > N
25. A3N3P1	2.26	0.21	2.22	14	-31	17	P > K > N
26. A3N3P2	2.64	0.22	2.07	24	-29	4	P > K > N
27. A3N3P3	2.57	0.22	1.96	24	-28	3	P > K > N

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos y la discusión que de ellos se hace, de los jetivos e hipótesis planteados, se elaboraron las siguientes conclusiones:

- La interacción abono orgánico y el nivel de nitrógeno (A_xN) en el tratamiento N₂ que corresponde al suelo con 200 kg/ha de nitrógeno se obtuvo una altura media 83.08 cm, en cuanto a las deyecciones de lombriz de pulpa de café con cero rógeno (A₂N₁) la altura media fue de 82.83 cm, para el nivel de 400 kg/ha de rógeno (A₂N₃) fue 82.75 cm.

- La composta de cáscara de cacao (A₃) y el nivel de nitrógeno de 400 kg./ha (N₃) sentaron los mayores valores de respuesta para la variable diámetro de tallo (8.42 n).

- La utilización de los abonos orgánicos en la mayoría de los tratamientos ocasionó a disminución ligera del pH.

- Los rendimientos de frutos en kg por planta más altos, fueron obtenidos por la racción de la deyección de lombriz sobre pulpa de café y niveles de nitrógeno

A xN), siendo los mejores tratamientos: A₂N₁P₁ (1.12 kg por planta), A₂N₂P₃ (1.03 kg por planta) y A₂N₃P₁ (0.94 kg por planta).

- Con respecto a la calidad de la producción el mayor porcentaje se clasificó como tamaño extra chico y chico.

- Los mayores valores de nitrógeno total y fósforo asimilable en suelo fueron presentados en los tratamientos que se utilizaron en las deyecciones de lombriz de culpa de café (A₂).

- Los mayores valores de potasio asimilable en suelo, fueron indicados por la composta de cáscara de cacao (A₃).

- De los resultados del análisis foliar y aplicando la metodología DRIS, se obtuvo que el elemento más limitante para la producción en todos los tratamientos fue el fósforo.

Para estudiar el efecto de dos abonos orgánicos y tres niveles de fertilización química en el cultivo de tomate variedad Floradade, se estableció un experimento en macetas bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los factores de estudio fueron: abonos orgánicos, tales como las eyecciones de lombriz sobre pulpa de café (A2), composta de cáscara de cacao (A3) y tres niveles de nitrógeno 0, 200 y 400 kg./ha (urea) y niveles de fósforo de 0, 150 y 300 g./ha (superfosfato simple), utilizando un diseño experimental completamente al azar, en un arreglo factorial completo $3 \times 3 \times 3$, resultando 27 tratamientos en cuatro repeticiones, haciendo un total de 108 unidades experimentales.

Se realizó un análisis foliar de tres repeticiones, a los 56 días después del trasplante se tomaron medidas tanto en la planta como en el fruto, como son: altura de planta, diámetro del tallo, peso del fruto, diámetro ecuatorial del fruto. Para la cosecha del fruto se realizaron en total doce cortes en el experimento y así se calculó su producción.

Con base en los resultados obtenidos se obtuvo respuesta positiva para la variable altura de planta, en la interacción abono orgánico y el nivel de nitrógeno ($A \times N$), suelo con 200 kg/ha de nitrógeno (A_1N_2) resultó con una altura media de 83.08 cm, y las eyecciones de lombriz de pulpa de café con cero nitrógeno (A_2N_1) la altura media fue

82.83 cm y para el nivel de 400 kg/ha de nitrógeno (A_2N_3) fue de 82.75 cm.

La composta de cáscara de cacao (A_3) y el nivel de nitrógeno de 400 kg/ha (N_3) sentaron los mayores valores para la variable diámetro de tallo (8.42 mm).

La utilización de los abonos orgánicos en la mayoría de los tratamientos ocasionó .disminución ligera del pH.

Los rendimientos de frutos, en kg por planta, más altos fueron obtenidos por la racción de la deyección de lombriz sobre pulpa de café y niveles de nitrógeno $\times N$), siendo los mejores tratamientos: $A_2N_1P_1$ (1.12 kg por planta), $A_2N_2P_3$ (1.03 kg planta y $A_2N_3P_1$ (0.94 kg por planta). Con respecto a la calidad de la producción el /or porcentaje de la producción se clasificó como tamaño extra chico y chico.

Los mayores valores de nitrógeno total y fósforo asimilable en suelo fueron sentados en los tratamientos que se utilizaron las deyecciones por la de lombriz de xa de café (A_2). Los mayores valores de potasio asimilable en suelo, fueron indicados la composta de cáscara de cacao (A_3).

De los resultados del análisis foliar y aplicando la metodología DRIS, se obtuvo el elemento más limitante para la producción en todos los tratamientos fue el oro.

LITERATURA CITADA

- Beaufils, E. R., 1973. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). So Science. Bull No. 1. University of Natal, S. Africa.
- Bertsh, F. 1995. La Fertilidad de los Suelos y su Manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. p. 148.
- Beverly, R. 1991. A Practical Guide To The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Micro-Macro Publishing. Athens, Georgia. pp. 5 a 12.
- Carbonero, Z. P. 1985. Química del Suelo y Los Fertilizantes. Monografías de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 5 ed. Madrid, España. p. 61.
- Chaux, C. 1972. Producciones legumiéres. 9 ed. París, Francia. p. 112.
- Cruz, M. S. 1986. Abonos Orgánicos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 71 p.
- Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA). 1995. Tomate Manuales para la Educación Agropecuaria. Segunda reimpresión. Editorial Trillas. México. pp. 16 a 17.
- Doss, B.D. 1977. "Influence of Subsoil Acidity on Tomato Yield and Fruit Size". American Soc. Hort. Sci. No. 102 (5). pp 643 a 645.
- Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives, John Wiley Sons. Inc. New York, United States of America. p. 45

- Folquer, F. 1976. El Tomate, estudio de la planta y su producción comercial, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. P. 49.
- Fuentes, Y. J. 1989. El Suelo y los Fertilizantes. Ediciones Mundi-Prensa. 3^a ed. Madrid, España. P. 149.
- García, M. A. B. 1996. Algunos Sustratos Orgánicos; sus Mezclas, Caracterización y Procedimientos. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 59 a 61.
- Garrison, S.A. 1976. "The influence of Nitrogen Nutrition on Flowering, Fruit Set and Yield of Processing Tomatoes". J.Amer. Soc. Hort. Sci. 91. pp. 534-543
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1997. VII Censo Agropecuario. México.
- Knavel, D.E. and J.W. Herron. 1986. Response of Vegetable Crops to Nitrogen Rates in Tillage Systems and Without Veth and Ryegrass. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4): 502-507. United States of America.
- Little, T. M. y F. Jackson Hills. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. México. p.134
- Lorenz, O. A. y D. N. Maynard. 1980. Knotts Handbook for vegetables growers. 2 ed. Wiley Inter Science. Davis. California. United States of America.
- Maroto, J. V. 1974. Ensayos comparativos de cuajado forzado en tomate híbrido Montfavet 63-18. Pascual Hermanos. Valencia, España.
- Marquez, M. Y. 1978. Guia para el control de los hongos del suelo en el cultivo de tomate utilizando el sistema de Tectirrigación. División Agropecuaria. Merck Sharp Domme de México. México. pp. 22 a 24.
- Meek, B. D., L. E. T.J. Donovan y K.S. Mayberry. 1970. Phosphorus availability in a calcareous soils after high loading rates of animal manure. Soil Science. Society of American Journal. 43:741-743.

- Mengel, K. y E. A. Kirby. 1979. Principles of plant nutrition. 2^a ed. Editor International Potash Institute. Werblaufen Bern. Switzerland.
- Nosti, N. J. 1953, Cacao, Café y Té. Salvat Editores. S.A. Barcelona, España. P.169.
- Núñez, E. R. 1990. Principios de fertilización Agrícola con abonos orgánicos. En Monroy H. O: y G. G. Viniegra. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. Editorial AGT S.A. México. p. 56.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1984. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Roma, Italia. p. 24.
- Ortega, T. E. 1978. Química de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Suelos. PATENA. A. C. Chapingo, México.
- Reyes, C. P. 1983. Biestadística Aplicada: Agronomía, Biología y Química. Editorial Trillas. México.
- Rodríguez, S. F. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. AGT Editor. S. A. México p.71.
- Saito, S. y F. Cano. 1971. Influence of nutrients on the growth of solanaceous vegetables plants, their quality and the chemical composition of their fruits. Part I. The effect of different phosphate levels on the lycopeno content of tomatoes. Horticultural Abstract. 41: 422.
- Santos, T. A. 1988. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. En González, F. R. Agrotecnología Moderna. Fertilizantes. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias. CNIA, SARH. México. pp. 120 a 128.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). 1976. Guía Técnica para la Asistencia Agrícola. Valle de Culiacán. Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa. México. p. 57.

- Serrano, C. Z. 1978. Tomate, Pimiento y Berenjena en Invernadero. Publicaciones de Extensión Agraria. Bravo Murillo, Madrid, España.
- Simpson, K. 1991. Abonos y Estiércoles. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza, España, pp. 91 a 93.
- Stewart, B. A. 1982. El efecto del estiércol sobre la calidad del suelo. Memorias del primer ciclo internacional de conferencias sobre la utilización del estiércol en agricultura. Torreón, Coahuila, México.
- Tisdale, S. L. y W. L. Nelson. 1982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. UTEHA. México. p. 147.
- Unión de Productores de Hortalizas. 1975. Normas Americanas de Calidad para Tomate Fresco. Traducción y Adaptación. México.
- Vasquez, P., y L. J. Cajuste. 1977. Algunos aspectos químicos de la dinámica en suelos del Estado de Guanajuato. *Agrociencia*. 27: 121-133. México.
- Wiendelfeld, R. P. 1986. Rate, Timing and Slow-release Nitrogen Fertilizers on Bell peppers and Musk-melon. *Hort. Sci.* 21(2): 233: 235. United States of America.