

EFFECTO DE FUENTES DE NITROGENO Y FIERRO EN
EL DESARROLLO DEL TOMATE EN HIDROPONIA

JAIME MEXICANO MARTINEZ

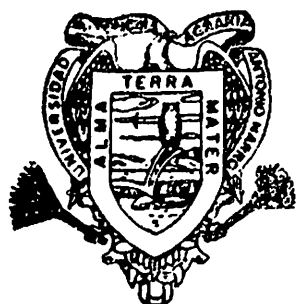
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1998

10112

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

EFFECTO DE FUENTES DE NITROGENO Y FIERRO EN EL
DESARROLLO DEL TOMATE EN HIDROTONIA

TESIS

POR

JAIME MEXICANO MARTINEZ

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como
requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:

M. C. Réynaldo Alonso Velasco

Asesor :

M. C. José Hernández Dávila

Asesor :

Dr. Marco Antonio Bustamante García

Asesor :

M.S. José Gerardo Ramírez Mezquitic

Dr. Ramiro Lopez Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 1998.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, de la Secretaría de Educación Pública. Las facilidades otorgadas para la realización de mis estudios de Postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de la Secretaría de Educación Pública. El financiamiento económico brindado durante mi estancia en la UAAAN.

Al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica. El apoyo otorgado para la obtención del grado.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por brindarme la oportunidad de alcanzar un logro más en mi formación profesional.

Al Honorable Consejo del Departamento de Horticultura que en su momento dictaminó favorablemente mi petición para el ingreso al programa de Horticultura.

Al M.C. Reynaldo Alonso Velasco, por su valiosa ayuda en la planeación, conducción, ejecución y revisión del presente trabajo.

Al M.C. José Hernández Dávila, por su asesoría en la planeación y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Marco A. Bustamante García, por su valiosa ayuda en la planeación, revisión y sugerencias para mejorar el presente trabajo.

Al M.S. José G. Ramírez Mezquitic, por su valiosa ayuda en la planeación y revisión del presente trabajo.

A las TLQ. Dora Elia Guevara y Laura Durón, su valiosísima ayuda para llevar a cabo las mediciones requeridas en los laboratorios de Fisiología y Biotecnología del Departamento de Horticultura.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de seguir viviendo.

Con mucho amor y respeto a mis padres, por darme la vida y apoyado siempre.

**Francisco Mexicano Sandoval
Julia Martínez Coronado**

Muy especialmente a mi esposa Petris por apoyarme en todo momento.

A mis hijas e hijo : Dalia Yadira, Liliana Esmeralda, Verónica Anahí y Jaime Omar. Por ser la alegría de mi vida y un gran motivo para seguir superándome.

A Mis hermanos : Francisco, Mercedes, Florentino, Guillermina, Javier, Juan, Blanca Estela, Jorge, Maricela y Miguel Angel.

A mis compañeros de Generación en el programa de Horticultura : Alfredo, Freddy y Martha.

COMPENDIO

EFFECTO DE FUENTES DE NITRÓGENO Y FIERRO EN EL DESARROLLO DEL TOMATE EN HIDROPONIA.

POR

JAIME MEXICANO MARTÍNEZ

MAESTRIA

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, Diciembre de 1998.

M.C. Reynaldo Alonso Velasco-Asesor-

Palabras Clave: Lycopersicon esculentum, Rendimiento, Calidad, Clorofilas, Valor Crítico.

Con el propósito de evaluar diferentes fuentes y dosis de nitrógeno y fierro, sobre el rendimiento, calidad del fruto de tomate, el contenido de clorofilas y el valor crítico para ambos nutrimentos, se llevó a cabo el presente trabajo en el invernadero del Departamento de Horticultura de la UAAAN. Utilizando el híbrido de tomate "A - 516" . La solución nutritiva estandar consistió de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Cu y Zn en dosis:

350, 90, 350, 400, 75, 3, 1, 1, 0.5 y 0.5 ppm, respectivamente, en la preparación de los tratamientos se utilizaron 3 fuentes de nitrógeno y fierro : supernitrato, sulfato de amonio, nitrato de amonio, sulfato ferroso, FeEDDHMA y FeEDTA, de éstas se emplearon 3 dosis: 250, 500, 750 + 350 de la solución nutritiva estandar dieron 600, 850 y 1100 ppm de N + 3 ppm de Fe_2SO_4 (2-10) y 350 ppm de N + 5, 7.5 y 10 ppm de FeEDDHMA y FeEDTA (11-16) . Al testigo(1) se le aplicó la solución nutritiva estandar + 3 ppm de Fe_2SO_4 . El diseño experimental utilizado fue un Completamente al Azar. El mejor rendimiento de fruto (21.14 kg/m^2) se obtiene con 350 ppm de N y relación de $NO_3^-:NH_4^+ = (75:25) + 5$ ppm de FeEDDHMA. La mejor calidad de fruto mostrada por el mayor diámetro y consistencia del fruto en colores verde sazón y rojo se obtiene con las dosis de 600 y 350 ppm de N y relaciones de $NO_3^-:NH_4^+ = (85:15 \text{ y } 75:25) + 3 \text{ y } 5$ ppm de Fe_2SO_4 y FeEDTA. El mayor contenido de clorofila **a**, **b** y **total** a los 50 y 135 días después del trasplante se logra con el uso de 350 ppm de N y con una relación de $NO_3^-:NH_4^+ (75:25) + 7.5$ ppm de FeEDDHMA .Las dosis de 350 y 600 ppm de N con relaciones de $NO_3^-:NH_4^+ = 75:25 \text{ y } 85:15 + 3, 5 \text{ y } 7.5$ ppm de Fe_2SO_4 y FeEDDHMA contribuyeron en la obtención del mejor rendimiento, calidad del fruto y contenido de clorofila. Los mismos indicadores se consiguen con el intervalo de nitrógeno y fierro arriba de 350 y 5 ppm. La mejor fuente de hierro fue el FeEDDHMA en dosis de 5-7.5 ppm

ABSTRACT

Effect of Sources of Nitrogen and iron on the Development of Tomato in Hydroponic Culture System

By

JAIME MEXICANO MARTÍNEZ

MASTER OF SCIENCE

HORTICULTURE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, December 1998.

M.C. Reynaldo Alonso Velasco- Adviser-

Key words: *Lycopersicon esculentum*, yield, fruit quality, chlorophyll content.

With the purpose to evaluate different sources and dosis of Nitrogen and iron, on the fruit tomato yield and quality as well as the chlorophyll content and the critical value of both nutrients, was carried out the present work in greenhouse conditions in the Horticultural Departament of the "Antonio Narro" Autonomous Agrarian University. The hibrid tomato used was "A-516". The culture solution contained N, P, K,Ca, Mg, Fe

Mn, B, Cu y Zn in dosis of : 350, 90, 350, 400, 75, 3, 1, 1, 0.5 and 0.5 ppm, respectively. For the preparation of the treatments were used 3 sources of nitrogen and iron: supernitrate, ammonium sulphate, ammonium nitrate , ferric sulphate, FeEDDHMA and FeEDTA of there were used 3 dosis: 250, 500, 750, and 5, 7.5 y 10 ppm, that when added to the 350 ppm of N coming from the culture solution, gave a total of 600, 850 y 1100 ppm of N. The treatment 1 was control and contained only the estandard culture solution . In the treatments from 1 to 10 we used as source of iron the ferric sulphate in dosis of 3 ppm according to the normal culture solution. The experimental design consisted of a randomized completely, with 16 treatments. The best yield 21.14 kg/m² was obtained with 350 ppm of N and a relation of NO₃⁻:NH₄⁺ =(75:25) supplemented with 5 ppm of FeEDDHMA. The better quality of fruit showed by the major diameter and consistency of the fruit in colors green season and red, was obtained with 600 and 350 ppm of N and a relations of NO₃⁻:NH₄⁺ =(85:15 y 75:25) supplemented with 3 and 5 ppm of Fe₂SO₄ and FeEDTA. The higher content chlorophyll a, b and total to the 50 and 135 days after the transplant were achieved with the use of 350 ppm of N and a relation of NO₃⁻:NH₄⁺ =(75:25) supplemented with 7.5 ppm of FeEDDHMA. The dosis of 350 and 600 ppm of N and a relations of NO₃⁻:NH₄⁺ = 75:25 y 85:15, supplemented with 3, 5 and 7.5 ppm of Fe₂SO₄ and FeEDDHMA contributed in the obtaining of the better yield, quality of the fruit and content of chlorophyll. The same indicators are gotten with the interval of nitrogen and iron up of 350 and 5 . The better iron source was the FeEDDHMA in dosis of 5-7.5 ppm.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	4
Hipotesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Generalidades del tomate.....	5
Fuentes de nitrógeno.....	6
Rendimiento.....	6
Otros factores.....	7
Calidad de fruto.....	9
Nitrato.....	10
Amonio.....	11
Fuentes de hierro.....	14
Sulfato ferroso.....	14
Acido etileno diamino- dihidroxifeniacético.....	14
Contenido de clorofila.....	14
Desarrollo.....	16
Valor crítico	16
Concentraciones de nitrógeno.....	17
Concentración de nitrato.....	18
Concentración de amonio.....	19
Concentración de hierro.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Localización del sitio experimental.....	22
Material vegetal.....	22
Contenedores.....	23
Sustrato.....	23
Esterilización del sustrato	23
Manejo de la planta.....	23
Marco de plantacion.....	24
Tutoreado.....	24
Solución nutritiva.....	25
Diseño experimental.....	25
Tratamientos.....	26

Frecuencia de irrigación.....	27
Medición de las variables de respuesta	27
Determinación de clorofilas a , b y total.....	27
Concentración de nitrógeno total.....	27
Concentración de fierro.....	28
Rendimiento de fruto.....	28
Diámetro de fruto.....	28
Consistencia de frutos.....	28
Concentración de sólidos solubles.....	28
Análisis estadístico.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Rendimiento de fruto.....	30
Calidad de fruto.....	34
Diámetro de fruto.....	35
Consistencia del fruto en color verde sazón.....	37
Consistencia del fruto en color rojo.....	38
Concentración de sólidos solubles en fruto verde sazón.....	40
Concentración de sólidos solubles en fruto color rojo.....	42
Contenido de clorofilas.....	46
Clorofila a	46
Clorofila b.....	48
Clorofila total.....	50
Concentración de nitrógeno.....	55
Concentración de iones nitrato.....	62
Concentración de iones amonio.....	69
Concentración de fierro	74
CONCLUSIONES.....	80
RESUMEN.....	82
LITERATURA CITADA.....	85
APENDICE.....	91

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
3.1 Solución nutritiva utilizada en el proyecto de investigación de acuerdo al método descrito por Sánchez y Escalante(1988). UAAAN, 1997.....	25
3.2 Tratamientos en estudio con diferentes fuentes, dosis de nitrógeno y fierro y relación nitrato-amonio, UAAAN.1997.....	26
4.1 Rendimiento de fruto de tomate con diferentes fuentes, dosis de N y Fe. UAAAN.1997.....	31
4.2 Correlación entre rendimiento de fruto y diversas variables. UAAAN,1997.....	32
4.3 Diámetro de fruto de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997... ..	35
4.4 Correlación entre diámetro de fruto y diversas variables. UAAAN, 1997..	36
4.5 Consistencia del fruto de tomate color verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN.1997.....	37
4.6 Consistencia del fruto en tomate color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	39
4.7 Contenido de sólidos solubles en tomate color verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN.1997.....	40
4.8 Correlación entre contenido de sólidos solubles en tomate color verde sazón y diversas variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.....	42
4.9 Contenido de sólidos solubles en fruto color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	43

4.10	Correlación entre contenido de sólidos solubles en tomate color rojo y diversas variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	44
4.11	Concentración de clorofila a en hoja de tomate a los 50, 80 y 135 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	47
4.12	Correlación entre contenido de clorofila a y diversas variables. UAAAN. 1997.....	48
4.13	Concentración de clorofila b en hoja de tomate desde los 50, 80 y 135 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	49
4.14	Correlación entre el contenido de clorofila b y otras variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	50
4.15	Concentración de clorofila total en hoja de tomate desde los 50, 80 y 135 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN.1997.....	51
4.16	Correlación entre el contenido de clorofila total y otras variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	52
4.17	Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate desde los 18 y 54 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN.1997.....	57
4.18	Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate desde los 91, 134 y 161 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe. UAAAN.1997....	59
4.19	Correlación entre la concentración de nitrógeno total y otras variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	60
4.20	Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 18 y 54 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	65
4.21	Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 91, 134 y 161 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	65
4.22	Correlación entre la concentración de iones nitrato con otras variables con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	67
4.23	Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 18, 54 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	71
4.24	Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 91,134 y 161DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	72

4.25	Correlación entre la concentración de iones amonio y otras variables con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	73
4.26	Concentración de fierro en hoja de tomate a los 18 y 54 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	76
4.27	Concentración de fierro en hoja de tomate a los 91 y 134 y 161 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN.1997.....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
4.1.	Rendimiento de fruto de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.....	31
4.2.	Diámetro de fruto de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.....	36
4.3.	Consistencia del fruto de tomate color verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.....	38
4.4.	Consistencia del fruto de tomate color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.....	39
4.5.	Contenido de sólidos solubles en fruto verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	41
4.6.	Contenido de sólidos solubles en fruto color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.....	43
4.7.	Contenido de clorofila a , b y total a los 50 días después del trasplante con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	52
4.8.	Contenido de clorofila a , b y total a los 80 días después del trasplante con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	52
4.9.	Contenido de clorofila a , b y total a los 135 días después del trasplante con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	53
4.10.	Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	58
4.11.	Concentración de iones nitrato en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	65
4.12.	Concentración de iones amonio en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	71
4.13.	Concentración de hierro en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.....	76

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de tomate es de gran importancia económica, por la generación e ingreso de divisas para el país. La superficie cosechada y producción obtenida para el período 1990-1994. Fueron de 81,542, 78,710, 77,539, 75,222 y 65,189 has con producción de 1,885,277, 1,860,350, 1,413,295, 1,692,651 y 1,368,291 ton . Destacan por su importancia los estados de Sinaloa y San Luis potosí, que contribuyeron con el 50.88, 50.52, 43.95, 44.83, 52.24 y del 59.20, 59.87, 44.03, 53.00 y 59.64 por ciento, de la superficie y producción nacional, respectivamente. El valor de las exportaciones, para el período citado, hacia los Estados Unidos de América fueron: 370,557, 249,882, 133,166, 304,079 y 315,488 millones de dólares, donde destaca el estado de Sinaloa, como líder exportador en éste la producción obtenida descendió 95, 45, 76 y 57 por ciento, mientras que en el estado de San Luis Potosí, se registraron incrementos del 2, 38, 92 y 77 por ciento, y que tuvo como destino el mercado interno, para el periodo antes referido (Merino et al., 1996).

La fluctuación en la superficie cosechada y producción obtenida en Sinaloa y San Luis Potosí, obedecieron a factores climáticos, principalmente a la escasa precipitación, obligando con ello a los productores, a la adopción de nuevas tecnologías como el riego por goteo, el acolchado plástico y la fertirrigación, bajo estas técnicas la

calidad del agua empleada es importante, cuando el contenido de sales es alto, ya que aumenta la conductividad eléctrica del agua, este problema actualmente se presenta en Villa de Arista, S.L.P., al sobreexplotar los mantos acuíferos. Lo anterior impone un mayor conocimiento de los estadios o etapas fenológicas por las que pasa el tomate, toda vez, que en cada estadio difiere en sus requerimientos nutrimentales, durante la estación de crecimiento y que para el caso del nitrógeno el ion nitrato es el más recomendado, el empleo de la forma amoniacal en bajas dosis es retenido en los coloides del suelo, la urea es recomendada para sitios de suelo y clima que favorezca la nitrificación, el amonio en exceso produce limitación del calcio, el hierro en su estado ferroso precipita al fósforo, éste a su vez debido a su poca movilidad es retenido al reaccionar con el calcio, alternativamente los quelatos previenen la precipitación del fósforo además de conseguir un pH de 6.5 a 7.5 en la solución del suelo (Burgueño, 1994).

Alternativamente, la producción de tomate es factible que se lleve a cabo en condiciones hidropónicas e invernadero, tecnología actualmente implementada en los estados de Querétaro, Nuevo León y Sinaloa. Dentro de las ventajas de este sistema de producción es que se tienen altos rendimientos por unidad de superficie y una mejor calidad del producto, además permite el uso del agua de manera muy eficiente, mientras que las limitaciones son; los altos costos de instalación, dificultad en el manejo técnico, generación de dependencia tecnológica y el desconocimiento tanto de sus principios como su operación.

Dos componentes resaltan en un cultivo hidropónico: la planta y la solución nutritiva, en esta última existen un gran número de formulaciones, algunas de ellas presentan deficiencias de algunos nutrimentos, otras contienen elementos en dosis excesivas que originan problemas de tipo químico, con las fuentes de los 16 nutrimentos (fertilizantes) utilizados en la preparación de la misma (Maldonado, 1994).

Nitratos y Amonio son las formas iónicas bajo las cuales se lleva a cabo la nutrición de la planta de tomate existiendo dosis mínima óptima y máxima, así como la combinación de los iones nitrato y amonio con una relación de 75 y 25 respectivamente, y el predominio de cualesquiera de los iones en la formulación de la solución nutritiva repercuten directamente en el rendimiento y calidad del fruto.

Con respecto al micronutriente fierro, es éste un ion metálico por lo consiguiente de baja o lenta movilidad bajo la forma de sal ferrosa (sulfato ferroso) y de la corrección de la misma con el empleo de quelatos en la dosis óptima dentro de la formulación respectiva, contribuyendo en el mayor contenido de clorofilas, por lo que dentro de este contexto se planteó llevar a cabo el presente experimento con los siguientes :

Objetivos

Evaluar diferentes fuentes de nitrógeno y hierro, sobre el rendimiento de fruto y contenido de clorofilas.

Determinar el efecto de las fuentes nitrogenadas (NO_3 y NH_4) sobre el rendimiento y calidad del fruto.

Determinar el efecto de las fuentes férricas (FeSO_4 , Fe-EDDHMA y EDTA) sobre el contenido de clorofila.

Hipótesis

El rendimiento y calidad del fruto será influenciado por la fuente y dosis de nitrógeno.

El contenido de clorofilas a, b y **total** variará con la fuente y dosis de nitrógeno.

El contenido de clorofilas a, b y **total** será influenciado con la fuente y dosis de fierro

El rendimiento, calidad del fruto y contenido de clorofilas se modificará según el nitrógeno y fierro en las soluciones nutritivas.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del tomate

El tomate es una planta herbácea perenne, pero es generalmente desarrollada como de ciclo anual, con óptimo crecimiento en el intervalo de temperatura de 16-32°C. Los tomates pasan directamente por varios estadios de desarrollo en el curso de su estación de crecimiento : establecimiento de la plántula, crecimiento vegetativo, floración y fructificación. El periodo de establecimiento de la plántula y crecimiento temprano es caracterizado por el desarrollo de un sistema radicular y foliar. El desarrollo vegetativo, exclusivamente, ocurre durante los primeros 42 días, después de los cuales coincide con el desarrollo del fruto. El crecimiento es rápido durante las próximas cuatro semanas, mientras que la planta está floreciendo y fijando el fruto. Después de los 70 días hay aun muy poco desarrollo en la parte vegetativa de la planta y aumenta la materia seca principalmente en el fruto a una velocidad bastante constante. La maduración del fruto empieza a los 84 días y avanza a la cosecha a los 112 días. La absorción nutrimental es continua durante el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate. Si la disponibilidad nutrimental en el medio es limitada, los requerimientos para el desarrollo del fruto serán una función de translocación desde las partes vegetativas en combinación con la absorción de la raíz.

Fuentes de nitrógeno

Rendimiento

En tomate con los cultivares Vendor, Kosei, Parabel y Cantatos, desarrollados con las concentraciones de nitrógeno (115, 243 y 443 ppm) en la solución nutritiva. El rendimiento de fruto comercial por un período de ocho semanas de cosecha, estuvo relacionado cuadráticamente a la fertilización nitrogenada: 115, 243, 443 ppm de N que produjeron, 2.9, 3.3, y 2.3 kg /planta, respectivamente (Caron et al .,1992).

En plantas de tomate en la etapa de la primera hoja verdadera, que fueron suministradas con 2, 4, 16 y 32 meq. N/L, el peso del fruto por racimo aumentó con el incremento de nitrógeno (Chung et al .,1994).

Tomate desarrollado bajo la técnica de película nutritiva con recirculación y NO_3 en concentraciones que oscilaron de 6 a 16 mmol/L. La conductividad eléctrica fue mantenida constante a 3.5 mS/cm, sin cambio en el rendimiento (Nukaya et al ., 1993).

En el cultivar Nve. desarrollado con diferentes proporciones de nitrógeno, desde el inicio del desarrollo del fruto hasta la cosecha. El nitrógeno incrementó el rendimiento (Avakyan et al ., 1993).

En la formulación de soluciones nutritivas los iones nitrato y amonio se ubican en los intervalos de 300 -900 y 0-40 ppm, respectivamente (Sánchez y Escalante, 1988).

En combinaciones porcentuales del 100 por ciento de nitrato de amonio o urea azufrada más nitrato de amonio al 50 por ciento . Los mayores rendimientos fueron obtenidos con NH_4NO_3 al 100 por ciento que fraccionado al 50 por ciento de NH_4NO_3 y urea azufrada (Sweeney *et al.* ,1988).

Los tomates fueron desarrollados por cuatro meses con una mitad de las soluciones de Hoagland y Arnon con N como NO_3^- NH_4^+ en las proporciones 93:7, 75:25 o 50:50. El peso total de los frutos frescos disminuyó de 3.7 kg /planta con la relación 93:7 a 2.7 kg / planta con la relación 50:50 (Lee *et al.* ,1993).

El mejor rendimiento(17.8 kg/m²) de tomate, se logró con una solución nutritiva (Solución de G.S. Davtyan) a una concentración de 13.3 mmol / L. (Aleksanyan, 1988).

Otros factores

Plantas del cultivar Carmelo, cultivadas en 3 fechas de siembra y bajo luz natural o suplementaria. La luz suplementaria aumento los rendimientos tempranos para la primera siembra en un 100 por ciento (de 0.77 a 1.55 kg / planta) y los rendimientos totales por un 10 por ciento (desde 3.55 a 3.91 kg/planta) (Boivin *et al.* ,1988).

En dos experimentos se compararon las respuestas de tres cultivares (Floradade, Sunny y Mamotaro) a las diferentes sales. La conductividad eléctrica de la solución subió con NaCl, KCl, o una mezcla de NaCl y CaCl₂. El rendimiento en el experimento principal disminuyó con el aumento de la conductividad eléctrica, pero no linealmente (Cornish, 1993).

En plantas de tomate cultivares Vendor y Carmelo cultivadas bajo diferentes conductividades eléctricas (2, 4 y 6 mS cm⁻¹) con o sin suplemento lumínico usando lámparas de alta presión de sodio. El uso de suplemento lumínico con una conductividad eléctrica (CE) de 6 mS cm⁻¹ aumentó el número de frutos comerciales y el mejor rendimiento (Charboneau et al .,1988).

En experimento de salinidad el cultivar Vedettos, el rendimiento comercial disminuyó linealmente con la salinidad: 1.4, 2.5, y 3.7 ds/m produjo 3.3, 2.9 y 2.3 kg/planta, respectivamente (Caron et al .,1992).

En tomates desarrollados en lana de roca y proporcionando excedentes de 10 y 20 por ciento, por arriba del suministro de la solución nutritiva. El rendimiento (kg/m²) fue 12 por ciento, más alto con drenaje de agua al 20 que al 10 por ciento, debido a la pérdida de un conjunto de frutos y al bajo peso de los mismos (Drews, 1994).

Cuatro materiales de tomate plantados en dos sustratos: suelo y turba en contenedores, bajo tres concentraciones de CO₂ (375, 450 y 525 vppm) en invernadero, aplicado por 18 semanas iniciando a finales de abril. La respuesta de fructificación fue relacionada linealmente con la concentración de CO₂ en verano. La respuesta global al incremento se obtuvo en el intervalo de 320 a 526 vppm, donde el rendimiento de fruto se incrementó por $2.65 \pm 0.201 \text{ kg m}^{-2}$ por cada 100 vppm de incremento en el nivel medio de CO₂ (Slack *et al.*, 1988).

En experimentos con plantas de tomate cultivar Counter, fueron desarrollados en un sistema abierto con tres pendientes en el perfil del suelo: (a) una pendiente longitudinal de 0.3 por ciento (b) una pendiente transversal de 2.5 por ciento y (c) sin pendiente. Las tres pendientes dieron los más altos rendimientos precoces (8.8 kg/m^2) el mayor rendimiento total (24.8 kg/m^2), indicando que la construcción de una pendiente no es necesaria (Eckhard, 1994).

Calidad del fruto

La calidad del fruto de tomate en gran medida es determinada por la pared celular del fruto formada de Ca y K, el primero estabiliza al ácido poligalacturónico y el potasio, es el mineral más abundante y junto con nitratos y fosfatos, constituyen el 93 por ciento, de las sustancias minerales del tomate (Chamarro, 1995).

En experimentos con cuatro cultivares, con los frutos en sus cuatro estadios de maduración (verde, verde sazón, rosado y rojo). Se midieron los cambios cualitativos en los polímeros de pectina neutral de las paredes celulares. Se estableció una correlación directa entre firmeza del fruto y el límite del contenido de Ca. El límite mayor en el contenido de Ca inhibió la actividad de la poligalacturonasa, el límite inferior propició dicha actividad (Kakhana y Krivileva, 1988).

Nitrato

La producción de etileno se cuantificó en plantas de tomate desarrolladas bajo deficiencia nutrimental o nutrición completa con $N-NO_3$ (N, P, K, Ca, Mg, S). Las deficiencias de N, P, o S no estimularon la producción de etileno al compararse con plantas desarrolladas con nutrición completa con nitrato (Barker y Corey, 1988).

En tomate cultivar Heinz 1350 para puré desarrollado en un suelo de textura media y fertilizado con $N-NO_3$ (como nitrato de potasio) Los frutos de las plantas que crecieron con el $N-NO_3$ no mostraron intensificación en la producción de etileno con desarrollo de pudrición apical del fruto (Barker y Ready, 1994).

Amonio

En plantas de tomate, se aplicaron diferentes dosis de N- NH_4 en una solución de pH ajustado. La composición máxima de Ca y Mg del tomate fue reducida por el N- NH_4 y fue directamente relacionada a la composición radicular (Torres y Wilcox, 1974).

La producción de etileno se determinó en plantas de tomate desarrolladas bajo deficiencia nutrimental (N, P, K, Ca, Mg, S) o bajo nutrición completa con N- NH_4 . La producción de etileno se incrementó en plantas deficientes de K, Ca ó Mg , ésta producción fue superada por el estrés fisiológico producido por la nutrición con amonio (Barker y Corey, 1988).

En tomate cultivar Heinz 1350 para la industria, fertilizado con N- NH_4 , Los frutos de plantas que crecieron con N- NH_4 tuvieron una mayor incidencia de pudrición apical, a mayor concentración de éste, además se presentaron los más altos porcentajes en la producción de etileno (Barker y Ready, 1994).

Tomate desarrollado con el empleo de diferentes proporciones de NO_3 , SO_4 y Cl las concentraciones oscilaron de 16 a 6, 5 a 10 y 3 a 13 mmol/L respectivamente. Incrementando el SO_4 y especialmente Cl disminuyó la pudrición apical, mientras que con el aumento del Cl causó más daños de manchado amarillo. Esto sugiere que la absorción de Ca y su distribución en el interior de los frutos fue afectada por las proporciones de aniones (Nukaya *et al* ., 1993).

Las plántulas de tomate, desarrolladas bajo cuatro relaciones iónicas, manteniendo constante los aniones $\text{NO}_3 : \text{HPO}_4 : \text{SO}_4 : (50: 7: 43)$ y variando los cationes $\text{K} : \text{Ca} : \text{Mg}$ (A) 25 : 60 : 15, (B) 35 : 50 : 15, (C) 45: 40 :15 y (D) 55: 30 : 15. Las concentraciones totales de la solución hidropónica fueron 20 y 30 ppm. La mejor solución que proporciona mayor peso seco de planta y mayor relación comercial : no comercial fue la solución $\text{Ca} : \text{Mg} : \text{K} : 35: 50 : 15$ a 20 ppm (Vergara, 1992).

En plantas de tomate cultivar Vendor, se fertilizó con N-NO_3 usando $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (proporcionando 1 g de Ca por parcela) duplicando el porcentaje de concentración del Ca en frutos, se restringió el desarrollo de la pudrición apical. El amonio suprimió la acumulación de Ca en aquellos frutos relacionados con crecimiento en base a N-NO_3 . La producción de etileno se incrementó en los frutos maduros de plantas que recibieron N-NO_3 , pero sin un incremento implícito en las concentraciones de N-NH_4 en los frutos (Barker y Ready, 1994).

En los cultivares Ohio MR-13, Tropic, Jumbo y Vendor, se estudió la composición elemental (N P, K, Ca y Mg) del tejido foliar encontrando que la mayor variación observada en la composición nutrimental de las hojas fue debido a la temperatura del aire (24/8, 19/14 y 13/8 °C día/ noche) y cultivares usados. La incidencia de necrosis apical en el fruto de todos los cultivares fue asociado con bajas dosis de Ca y Mg en el tejido foliar (Papadopoulos y Tiessen, 1988)

En el cultivar Sonato desarrollado con 50, 100 ó 200 ppm de Ca y pH 5.8 y 4.8 en el mismo orden, la pudrición apical disminuyó con el uso de dosis arriba de 100 ppm y pH 5.8, mientras que el 40 por ciento, de las plantas afectadas fueron cuando se trataron con 50 y 200 ppm de Ca y pHs 5.8 y 4, respectivamente (Drews y Frank, 1988).

Tres cultivares, Counter, Calypso y Spectra, desarrollados a una conductividad eléctrica de 5, 10 ó 15 mS/cm. La incidencia de pudrición apical fue más alta en Calypso y Spectra que en Counter en todas las conductividades eléctricas. La placenta distal y tejidos locales tuvieron el más bajo contenido de Ca en el fruto completo y pareció ser el sitio de los síntomas tempranos de necrosis apical del fruto (Adams y Ho, 1993).

En la cruce de plantas la línea LA 1501(6.3 por ciento, en la concentración de sólidos solubles en rojo) X VF145B-7879 (4.4 por ciento, en la CSS en rojo). La concentración total de sólidos se incrementó 23.7 por ciento en LA 1501 (61.6 a 85.3 por ciento) durante la maduración, comparado con un incremento de únicamente 8.9 por ciento (66.3 a 75 por ciento) en VF 145 B-7879 (Young *et al.*, 1994).

En los cultivares (Floradade, Sunny y Mamotaro) se evaluó su respuesta a la salinidad. La concentración de sólidos solubles totales de Floradade aumentó 0.16 °Brix. Los 3 cultivares respondieron similarmente al aumento en la conductividad eléctrica. La CE con NaCl, KCl, o una mezcla de NaCl y CaCl₂ todas dieron significativos incrementos en el total de sólidos solubles (Cornish, 1993).

Fuentes de Fierro

Sulfato ferroso

En plantas de tomate cultivar Pusa-Ruby cultivadas con diferentes concentraciones (5.6 - 89.6 ppm) de FeSO_4 en la solución nutritiva, éste contribuyó en la más alta concentración de N en brotes y frutos (Jitendra y Pandey, 1993).

Ácido etileno diamino-dihidroxifeniacético

Plantas de tomate cultivar Pusa-Ruby fueron cultivadas con diferentes concentraciones (5.6 - 89.6 ppm) de Fe-EDTA en la solución nutritiva. En general el Fe-EDTA contribuyó para la obtención de las más altas concentraciones de Mg en los tejidos, S en los brotes y K en los frutos (Jitendra y Pandey, 1993).

Contenido de clorofila

En tomate en hidroponia desarrollado con fierro bajo las formas iónicas: EDTA FeSO_4 y FeCl_3 , preparadas por el método de Hewith, agregando 3.6 ml a cada tratamiento. El Fe-EDTA y FeSO_4 presentaron el mayor contenido de clorofilas (Pineda et al., 1992).

En experimento con los cultivares Pusa Early Dwarf, Sioux y Roma, las plantas se condujeron, bajo formulaciones con fierro quelatado en dosis; 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0 ppm aplicadas cada dos días y durante un período de 20 días. Se encontró que con el incremento en la dosis de fierro, aumenta el contenido de clorofila en las hojas, Pusa Early Dwarf, tuvo el más alto contenido de clorofila (More y Shinde, 1994).

En el cultivo de tomate, se emplearon cuatro relaciones $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ (100/0, 95/5, 85/15 y 75/25) en una solución nutritiva, realizada mediante el procedimiento de Steiner. Donde se encontró que la relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ de 75/25 aumentó la producción de clorofila y la relación 100/0 disminuyó dicha síntesis (Maldonado *et al.*, 1992).

En tomate desarrollado en recipientes, suministradas con N- NO_3 y Fe- FeSO_4 . Se midió su efecto en el contenido de clorofila. Con el aumento en la dosis de N- NO_3 por arriba de 200 mg kg^{-1} . La respuesta en el contenido de clorofila al suministro de N- NO_3 fue grandemente dependiente de la dosis de fierro (Mohamed *et al.*, 1987).

Plantas de tomate (híbrido Zhe 7) deficientes de calcio, mostraron senescencia temprana de la hoja, iniciando con las hojas más pequeñas y desplazándose hacia arriba. Los contenidos de clorofila disminuyeron más rápidamente en plantas deficientes de calcio que en el testigo (Mu *et al.*, 1994).

Desarrollo

Valor crítico

En la clasificación de concentración de nutrientes se contempla a la deficiencia como el intervalo de concentraciones en el cual la parte específica de la planta, es asociada con síntomas visibles de deficiencia en la planta y severamente reducido el crecimiento y producción. El valor crítico, para una parte específica de la planta, es aquella concentración de un nutrimento simple al cual el crecimiento o producción es encontrado experimentalmente y está en una proporción determinada de máximo. (Smith, 1986).

En el cultivar Peremoga-165, se midieron los requerimientos nutrimentales de elementos mayores, durante los cuatro estadios de crecimiento. Los requerimientos de NO_3 , variaron acorde al estadio de crecimiento (5a hoja, floración, inicio del fruto y fructificación). Así, en el estadio de la 5a hoja requirió sustancialmente más N, los porcentajes óptimos para el cultivar y estadios de crecimiento fueron encontrados (Sabirova *et al.*, 1994).

Concentraciones de Nitrógeno

El porcentaje de nitrógeno (N) en las hojas de tomate varía de acuerdo a la etapa fenológica de la planta. Cerca del 80 por ciento, del N total acumulado se realiza al inicio de la formación del fruto (70 días), para el ochenta y cuatravo día únicamente el 33 por ciento, del N total acumulado en esta etapa se encuentra en las hojas y el 52 por ciento, está en el fruto. Los cambios en la acumulación de N en hojas a los 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 91 días fueron del 3.99, 4.09, 3.96, 3.75, 3.34, 3.54 y 2.86 por ciento (Wilcox, 1993).

La variación en la concentración de nitrógeno para el desarrollo de tomate, es adecuada cuando se encuentran en los intervalos : 4.0-6.0, 5.5-6.0, 3.10-3.95, 4.0-6.0 y 2.2-2.5, por ciento, y que corresponden a los estadios de crecimiento : 13 folíolos, 1y 2 estratos, formación del fruto y cosecha plena (Smith, 1986).

La fluctuación en la concentración de nitrógeno en el follaje, son óptimas cuando los intervalos son: 3.5-5.0, 3.2-4.5, 3.0-4.0, 2.3-3.5, 2.0-3.0 y 1.8-2.5, por ciento, y que corresponden a los estadios: 1,2, 3,4,5 y 6 racimos, mismo orden (Jones, Jr. et al., 991).

El estado nutricional de la planta de tomate, se realizó mediante el análisis foliar obtenido <<in situ>>, con un sustrato inerte, condiciones salinas y momento fenológico del mismo, se obtuvo una concentración de nitrógeno que osciló del 3.0-5.0, por ciento (Cadahía, 1995).

En estudios con el cultivar Dombo, las plantas recibieron N y K₂O, en las dosis de 50, 200 o 350 ppm, los restantes nutrientes se formularon con la solución de Hoagland y suministrados en el agua de riego. El contenido nutricional en la hoja, fluctuó durante la estación de crecimiento. Los contenidos de N, P, K y Fe prolongaron sus más altas dosis durante, las ocho semanas después del trasplante y luego declinaron. Los contenidos de N en la hoja fueron incrementados por el N a 350 ppm, mientras que el contenido de Fe en la hoja no fue afectado por N y K (Tsikalas y Manios, 1988).

Los cultivares OhioMR-13, Tropic, Jumbo y Vendor, desarrollados en invernadero y OhioMR-13 y Vendor, en cámaras de crecimiento para estudiar la composición elemental (N) del tejido de hoja. Las bajas temperaturas del aire produjeron mayores concentraciones de N en la hoja (Papadopoulos y Tiessen, 1988).

Concentración de nitrato

Los valores óptimos en la concentración de iones nitrato para las etapas fenológicas : Floración, formación de frutos y producción son : 16000, 14000 y 10000 ppm, en el mismo orden (Burgueño, 1994).

En plantas de tomate cv. Tropic, con 60 µg N- NO₃ /ml en solución líquida . Las dosis de nitrato en las hojas, se elevaron en respuesta al incremento de la alimentación con N y como un resultado de la poda de hoja (Coltman, 1988).

Concentración de Amonio

En plantas de tomate, se aplicaron diferentes dosis de N- NH_4 y N- NO_3 en una solución de pH ajustado. El crecimiento de tejido de raíz y brotes, se redujo con N- NH_4 cuando el pH del suelo no fue ajustado (Torres y Wilcox, 1974).

Las sales de amonio podrían ser utilizadas bajo condiciones de alta luminosidad (verano), cuando la fotosíntesis es alta, o bien si ocurre una deficiencia de nitrógeno (Resh, 1992)

Cuando la nutrición se realiza con amonio se incrementa el crecimiento vegetativo en forma excesiva, sobre todo, si las condiciones de iluminación son deficientes (Maldonado, 1994).

Plántulas de tomate cultivar Campbell 1327, de 15 días de edad, desarrolladas con 1, 5, 10 y 20 mM de NH_4^+ dos veces al día. El amonio redujo el crecimiento vegetativo, las plantas mostraron toxicidad e indujo mayor actividad de la Glutamato Dehidrogenasa (GDH) en raíces (Magalhaes y Huber, 1992).

En la formulación de soluciones nutritivas la concentración óptima de iones amonio se ubica en el intervalo de 0-40 ppm, (Sánchez y Escalante, 1988).

Concentración de Fierro

El micronutriente fierro es requerido por las plantas en muy pequeñas concentraciones, este metal puede obtenerse y suministrarse a la planta a través de 2 formas : sales ferrosas o quelatos metálicos, bajo la primera forma presentan problemas de solubilidad y movilidad, condiciones que son superadas en formulaciones quelatadas (Norvel, 1983).

En soluciones hidropónicas el micronutriente fierro, se consideran en las dosis mínima, óptima y máxima, al intervalo comprendido en 2, 5 y 10 ppm, en el mismo orden. (Sánchez y Escalante, 1988).

Cuando la composición nutrimental del fierro se encuentra en una concentración en la hoja, por abajo de 50 ppm ésta es deficiente y suficiente cuando el fierro acumulado es mayor a 100 ppm, durante el período de mayor demanda, la formación del fruto (Wilcox, 1993).

Los valores óptimos en la concentración de fierro en tomate y respectivas etapas fenológicas : Floración, formación de frutos y producción son: 150, 140 y 120 ppm, respectivamente (Burgueño, 1994).

La concentración de fierro en follaje es óptima cuando se encuentra en el intervalo comprendido de 60-300 ppm, para todos los estadios de crecimiento que se verifican a través de la estación de crecimiento (Jones, Jr. et al ., 1991).

En la conducción de tomate con el empleo de un sustrato inerte y condiciones salinas en la solución nutritiva, la concentración óptima de fierro se encontró en el intervalo comprendido de 110-145 ppm (Cadahía, 1995).

Las concentraciones óptimas de fierro en el follaje para los estadios de crecimiento : 13 folíolos, 1 y 2 estratos, formación del fruto, primer fruto maduro y cosecha plena se ubica en el intervalo de 100-300 mg/kg (Smith, 1986).

En plántulas del cultivar Marglobe desarrolladas, con una solución nutritiva completa normal (Hoagland y Arnon), o soluciones de N-tóxico o deficiente en la composición de la solución nutritiva. Las soluciones de deficiencia y toxicidad de N ambas incrementaron el contenido de Fe en el fruto pero por otra parte tuvo poco efecto sobre la composición mineral del mismo (López-Andreu et al., 1988).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El trabajo experimental se realizó en el período comprendido del 14 de agosto de 1996 al 20 de febrero de 1997, bajo condiciones de invernadero, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", sita en Buenavista, Saltillo, Coah. Ubicada a los 25° 23' latitud norte y 101° 00' longitud oeste, a una altitud de 1743 msnm, se encuentra dentro del área de influencia de Saltillo que según (García, 1973), tiene un tipo de clima: Bs₀ kx'(e) se describe: seco, templado con verano fresco, con una temperatura media anual de 12 - 18°C, con una oscilación térmica de 7 a 14 °C y una precipitación media anual de 303.9 mm, con lluvias en verano, ocurriendo la máxima en (julio) con 51.9 mm y 10.3 mm de mínima (enero), respectivamente.

Material vegetal

El genotipo de tomate utilizado fue el híbrido "A-516" procedente de la Cía. Zeraim Hedera de Israel, cuyas características son: crecimiento indeterminado, pureza y germinación del 98 y 96 por ciento, respectivamente, y con resistencia a virus del mosaico del tabaco, Fusarium oxisporum, Verticillium y nemátodo Meloydogine.

Contenedores

Como contenedores se emplearon 64 bolsas de polietileno negro calibre 600, de 26.5 cm de ancho y con 28 cm de altura, para una capacidad de 7 L .

Sustrato

Se utilizó tezontle rojo, con una granulometría de 5-12 mm de diámetro, para su obtención se utilizaron dos cribas, una con orificios de 12 mm y otra 5 mm, se usó 0.65 m³ en total.

Esterilización del sustrato

El sustrato se esterilizó el día 10 de septiembre de 1996, con carbofuran, producto específico para tal fin, en la dosis de 1 ml de producto por litro de agua, empleando 1 L de la solución para cada maceta, después de 24 h se enjuagaron los contenedores con el propósito de eliminar residuos del producto.

Manejo de la planta

El trasplante de la planta a la maceta se realizó el 14 de septiembre de 1996. Posterior a éste se regó diariamente hasta el 8 de octubre de 1996, con una solución utilizando la fórmula 16-17-7 + micronutrientes, a razón de 3 g por L de agua, las plantas, se condujeron a un solo tallo, para lo cual se podaron el 2 de octubre de 1996. Para el control fitosanitario, se realizaron aplicaciones de los productos : benomyl, metalaxil + clorotalonil y tiabendazol, para la prevención de enfermedades de raíz : Phytophthora infestans y Rhizobium sp ,respectivamente.

Marco de plantación

El acomodo de las plantas fue de cuatro hileras con 0.50 m entre éstas y 0.80 m entre plantas y con una calle de 0.35 m que dividió a dos hileras, la superficie empleada de cada maceta fue de 25 cm² utilizando 9 plantas / m².

Tutoreado

El sistema de conducción de la planta, se realizó por medio de cuatro vigas de madera, con dos en cada uno de los extremos del terreno, los cuales fueron enterrados a 1 m de profundidad, separados por .85 m entre sí, en la parte superior (2.20 m) de la viga se colocó, una tabla de .50 m de largo, con su centro geométrico localizado en la viga, por lo que quedaron .25 m a cada uno de los extremos, ahí se colocó una armella desde la cual se guió el alambre de 16 m de largo, sobre éste se condujo la planta por medio de hilo de rafia y con la ayuda de ganchos de plástico (pedazos de manguera).

Solución nutritiva

En el Cuadro 3.1. se presenta la concentración de nutrimentos utilizados en la solución nutritiva, misma que fue aplicada a cada uno de los tratamientos en estudio, lo que varió únicamente fueron las cantidades y fuentes del nitrógeno y fierro.

Cuadro 3.1. Solución nutritiva utilizada en el proyecto de investigación de acuerdo al método descrito por Sánchez y Escalante (1988). UAAAN, 1997.

Nutrimiento	Dosis (ppm)
N	350
P	90
K	350
Ca	400
Mg	75
Fe	3
Mn	1
B	1
Cu	0.5
Zn	0.5

Para la definición de los tratamientos se consideró utilizar tres fuentes comerciales de nitrógeno (supernitrate, sulfato de amonio y nitrato de amonio) y de cada fuente se emplearon tres dosis que consistieron en : 250, 500 y 750, que adicionados a las 350 ppm de N provenientes de la solución nutritiva dio un total de 600, 850 y 1100 ppm de N para cada fuente utilizada. Para el caso del hierro, se utilizaron tres fuentes comerciales que fueron: Sulfato ferroso, el Etilen diamina dihidroxi fenil metil ácido acético (FeEDDHMA) y el Acido etileno diamino-dihidroxifeniacético (FeEDTA) y para cada una de las fuentes de hierro se utilizaron tres dosis (5, 7.5 y 10 ppm).

Diseño Experimental

En el Cuadro 3.2 se presenta la relación de tratamientos en estudio, los cuales fueron 16 y con 4 repeticiones, distribuidas en un diseño experimental Completamente al azar, en donde la unidad experimental constó de una planta por maceta, por lo que en total se tuvieron 64 unidades experimentales utilizando una superficie aproximada de 26 m² de

invernadero. El tratamiento 1, fue considerado como el tratamiento testigo ya que únicamente se le aplicó la solución nutritiva considerada como normal. Para los tratamientos del 1 al 10 se utilizó como fuente de hierro al sulfato ferroso en dosis de 3 ppm acorde a la solución nutritiva estandar o normal.

Cuadro 3.2. Tratamientos en estudio con diferentes fuentes, dosis de nitrógeno y hierro, y relación nitrato-amonio, UAAAN. 1997.

Número de tratamiento	Fuente de Nitrógeno o Hierro	Dosis de Nitrógeno (ppm)	Dosis de hierro (ppm)	Relación ($\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$)
1	Fe_2SO_4	350	3	75 : 25
2	supernitrato	600	3	85 : 15
3	supernitrato	850	3	90 : 10
4	supernitrato	1100	3	91 : 9
5	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	600	3	44 : 56
6	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	850	3	31 : 69
7	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1100	3	24 : 76
8	NO_3NH_4	600	3	65 : 35
9	NO_3NH_4	850	3	60 : 40
10	NO_3NH_4	1100	3	58 : 42
11	FeEDDHMA	350	5	75 : 25
12	FeEDDHMA	350	7.5	75 : 25
13	FeEDDHMA	350	10	75 : 25
14	FeEDTA	350	5	75 : 25
15	FeEDTA	350	7.5	75 : 25
16	FeEDTA	350	10	75 : 25

Frecuencia de irrigación

La frecuencia de riego fue diaria en cada maceta para lo cual se diseñó un sistema de riego dirigido, con el uso de garrafones de plástico con 20 L de capacidad desde el cual se suministró la solución nutritiva, por medio de un tubo y regulada por una llave de paso en cada maceta, y en ésta un gotero con un gasto de 1.89 L/h. la solución nutritiva se cambió cada 10 días.

Medición de las variables de respuesta

Determinación de clorofilas a, b y total

Para la determinación del contenido de clorofilas se tomaron las muestras foliares el 3 noviembre, 3 diciembre de 1996 y el 27 de enero de 1997. Se utilizó una hoja representativa de cada nudo, luego homogeneizada en acetona al 80 por ciento, la muestra se sometió a una centrifuga de 2000 rpm posteriormente se tomaron las lecturas en un espectrofotometro (Espectronic 21), las clorofilas a, b y total contenidas en las muestras se cuantificaron utilizando las ecuaciones descritas por Gutiérrez *et al.* (1994).

Concentraciones de nitrógeno total

Los muestreos foliares se llevaron a cabo los días 2 de octubre (18 días después del trasplante (DDT) , 7 de noviembre (54 DDT), 14 de diciembre (91 DDT) de 1996 y 26 de enero (134 DDT), 20 de febrero (161 DDT) de 1997. Las muestras foliares fueron preparadas para su cuantificación por el método del Micro Kjeldahl.

Concentraciones de hierro

Las muestras foliares fueron preparadas por digestión ácida y su lectura se llevó a efecto en el espectrofotometro de absorción atómica Perkin Elmer Modelo 2380.

Rendimiento de fruto

El rendimiento total de frutos constó de tres cortes, los cuales se llevaron en forma individual por tratamiento y luego convertidos a kg/ m^2 .

Diámetro de fruto

Con un vernier marca Scala, se determinó el diámetro de los frutos, tomando una muestra de dos frutos por tratamiento.

Consistencia de frutos

Ésta se realizó tomando dos frutos de cada tratamiento, en dos colores de maduración: punto estrella o verde sazón =1, y rojo=5, con el empleo de los instrumentos siguientes: 1 penetrómetro, sin marca, 1 refractómetro, marca Atago y depósito para agua destilada con capacidad de 500 ml.

Concentración de sólidos solubles

Con el empleo de un refractómetro se llevaron a cabo estas mediciones utilizando una muestra de dos frutos en dos colores de maduración verde sazón y rojo.

Análisis estadístico

Al término de la fase de invernadero y recopilada la información de las variables en estudio, se procedió a realizar los análisis de varianza bajo un Diseño Completamente al Azar (Infante y Zárate de Lara, 1990) en un DCA el modelo lineal supuesto es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \Xi_{ij} ; J=1, \dots, n_j \quad i=1, \dots, t.$$

Los términos en la ecuación representan:

Y_{ij} : respuesta en la j -ésima unidad experimental con el tratamiento i -ésimo.

μ : media general, común a todas las unidades antes de aplicar los tratamientos.

τ_i : efecto del i -ésimo tratamiento.

Ξ_{ij} : error experimental en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento.

Para la interpretación de los resultados obtenidos se utilizó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) y Coeficientes de correlación en cada uno de los parámetros medidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al término de la fase de invernadero, se procedió a realizar los análisis estadísticos, mismos que incluyeron análisis de varianza y comparación de medias, mediante la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) del 0.05 al 0.01 de probabilidad y el coeficiente de correlación, en cada uno de los parámetros medidos.

Rendimiento de fruto

El análisis de varianza para rendimiento de fruto (Cuadro A.1) mostró diferencias significativas, y en la prueba de medias correspondiente, la que se muestra en el (Cuadro 4.1. y Figura 4.1.) se observa que el tratamiento 11, con una aplicación de 350 ppm de N y relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (75 : 25)$ adicionado con 5 ppm de FeEDDHMA, obtuvo el mejor rendimiento de fruto con 21.14 kg/ m² el cual fue estadísticamente superior al tratamiento testigo, con un rendimiento de 16.92 kg / m² por lo que el incremento en rendimiento fue del 29.9 por ciento, en relación al testigo. Asimismo se observa también que el rendimiento de fruto más bajo se obtiene, cuando se aplicó el tratamiento 4, con 1100 ppm de N y relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 91: 9$, con un rendimiento de 8.17 kg / m² por lo que se tiene una disminución del rendimiento del 58.7 por ciento, en comparación con el tratamiento 11.

Cuadro 4.1. Rendimiento de fruto de tomate con diferentes fuentes , dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

Tratamiento	N+Fe (ppm)	Rendimiento (kg/m ²)	DMS *(0.01)
1	350 + 3	16.92	a b
2	600 + 3	13.59	a b
3	850 + 3	15.64	a b
4	1100 + 3	8.17	c
5	600 + 3	17.38	a b
6	850 + 3	10.66	a b
7	1100 + 3	12.67	a b
8	600 + 3	11.10	a b
9	850 + 3	11.51	a b
10	1100 + 3	12.68	a b
11	350 + 5	21.14	a
12	350 + 7.5	17.53	a b
13	350 + 10	15.51	a b
14	350 + 5	17.61	a b
15	350 + 7.5	17.53	a b
16	350 + 10	15.86	a b

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con P= 0.01

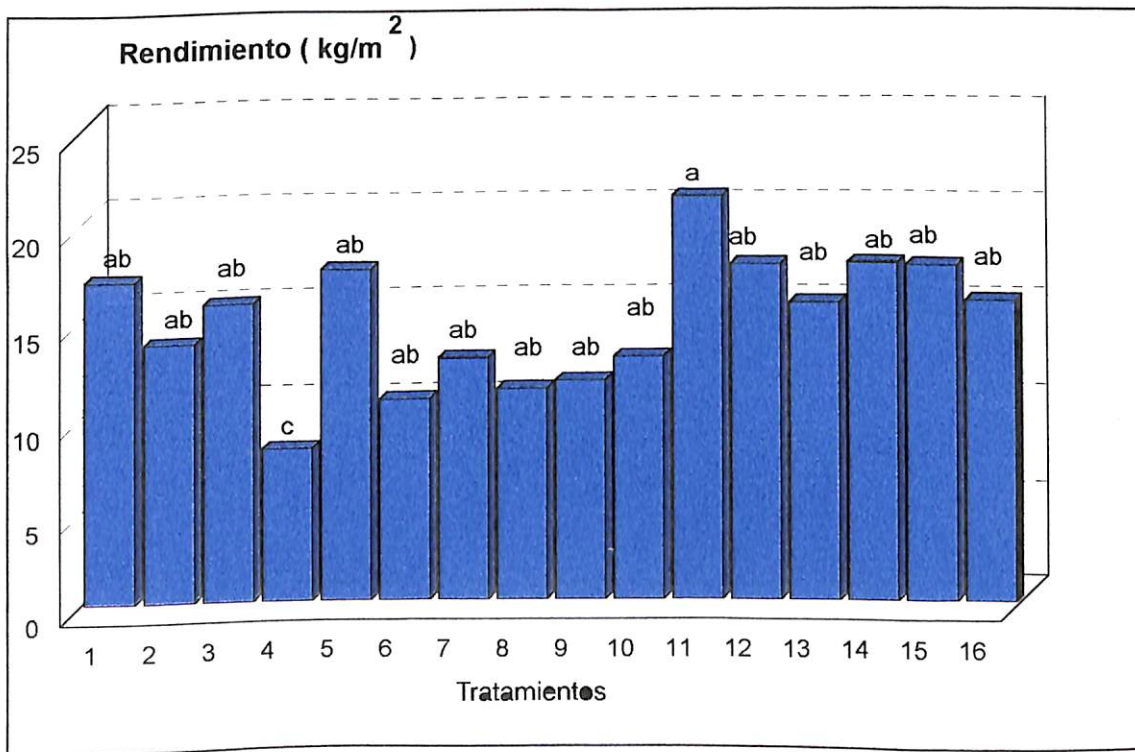


Figura 4.1. Rendimiento de fruto de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

En el Cuadro 4.2. se muestran las correlaciones entre el rendimiento y otras variables, en donde se observa que éste se correlacionó positivamente con diámetro de fruto (0.5525*) y con el contenido de nitrógeno total a los 18 DDT (0.5437*) mientras que se obtuvo una correlación negativa con el contenido de sólidos solubles en color rojo (-0.6358)**, nitrógeno total a los 91, 134 y 161 DDT con valores de (-0.5961*), (-0.6997**) y (-0.5980 *) respectivamente.

Cuadro 4.2. Correlación entre rendimiento de fruto y diversas variables. UAAAN, 1997.

Variable	Correlación
Diámetro de fruto	+ 0.5525*
Nitrógeno total 18 DDT	+ 0.5437*
Nitrógeno total 91 DDT	- 0.5961*
Nitrógeno total 134 DDT	- 0.6997**
Nitrógeno total 161 DDT	- 0.5980 *
Sólidos solubles en color rojo	- 0.6358**

Los mejores rendimientos se obtuvieron con concentraciones de nitrógeno de 350 ppm + 5 o 7.5 ppm de quelatos, estos resultados coinciden con Sánchez y Escalante (1988) donde señalan como intervalos óptimos de iones nitrato, amonio y hierro a valores de (300-900, 0-40 y 0-5 en ppm, respectivamente). Sin embargo Nukaya *et al.* (1993), variando la concentración de iones nitrato de 6 a 16 mM/L no se produjeron cambios en el rendimiento comercial.

Asimismo si se suministran diferentes proporciones correspondientes a 2, 4, 8, 16 y 32 meq N/L, el rendimiento aumentó conforme las dosis de nitrógeno (Avakyan *et al.*, 1993; Chung *et al.*, 1994) Estos resultados comprueban los obtenidos en este estudio ya que los rendimientos se incrementan con las aplicaciones de nitrógeno.

Por otra parte Caron et al . (1992) indican que con el empleo de 443 ppm de nitrógeno se obtuvo el más bajo rendimiento 2.3 kg/planta y el rendimiento encontrado en este ensayo 8.17 kg / m² y que se obtuvo con el tratamiento de 1100+3(91: 9)+Fe₂SO₄ corrobora la correlación encontrada de que a mayor concentración de nitrógeno, éste repercute negativamente en el rendimiento debido probablemente al aumento de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva donde se verifica una disminución del rendimiento aunque no lineal Cornish, (1993). Contraria a la anterior es la (CE) de 6 mS cm⁻¹ bajo la cual hay un aumento en el número de frutos comerciales y mejora del rendimiento Charboneau et al .(1988) y difirió en un 16 por ciento del rendimiento (17.8 kg/m²) obtenido a una concentración de 13.3 mM/L (Aleksanyan, 1988).

Con respecto al ión amonio se requiere de la combinación de las formas N-NO₃⁻ y N-NH₄⁺ en las proporciones adecuadas, ya que el empleo o predominio de una sola fuente, reduce el desarrollo y rendimiento por lo que los resultados aquí encontrados coinciden con los trabajos de Sweeney et al . (1988) quien obtuvo los mejores rendimientos con el uso del NH₄NO₃ al 100 por ciento, que fraccionado a la mitad. Con el uso del N como NO₃⁻ NH₄⁺ en las proporciones 93:7, 75:25 o 50:50. El peso total de los frutos frescos disminuyó de 3.7 kg /planta con la relación 93:7 a 2.7 kg / planta con la relación 50:50 lo cual coincide con los estudios realizados por Lee et al .(1993) que además menciona que existen otros factores que inciden positiva o negativamente en el rendimiento.

Por ejemplo se puede mencionar que en el cultivar Carmelo, sembrados el 3 de diciembre, 17 de enero, y el 8 de marzo y la adición de luz suplementaria, se obtuvieron aumentos en los rendimientos tempranos para la siembra de diciembre en un 100 por ciento, Boivin et al. (1988).

Aunado a lo anterior se han encontrado múltiples y variados factores en la conducción de tomate, donde el propósito ha sido la mejora del rendimiento principalmente, para condiciones de invernadero y que pudieran ser considerados en futuras investigaciones, en éstos destacan : sustratos (suelo y turba) enriquecimiento de atmósfera con CO₂ (375, 450 y 525 vppm) donde el rendimiento de fruto se incremento por $2.65 + - 0.201 \text{ kg m}^2$ por cada 100 vppm de aumento en la dosis media de CO₂ Slack et al. (1988).

Sustrato(lana de roca) drenaje (del 10 y 20 por ciento) El rendimiento (kg/m²) fue 12 por ciento, más alto con drenaje de agua al 20 que al 10 por ciento, Drews (1994). Asimismo con el empleo de tres pendientes en el perfil del suelo: pendiente longitudinal, transversal y sin pendiente de 0.3, 2.5 y 0 por ciento, en el mismo orden. Los resultados obtenidos indican que la construcción de una pendiente no es necesaria, Eckhard (1994).

Calidad de fruto

El análisis de varianza para los componentes de la calidad del fruto: diámetro ecuatorial, consistencia en colores verde sazón y rojo, concentración de sólidos

solubles en verde sazón y rojo (Cuadros A.2, A.3, A.4, A.5 y A.6) presentaron diferencias altamente significativas.

Diámetro de fruto

En la comparación de medias (Cuadro 4.3 y Figura 4.2) se observa al tratamiento 2, con una formulación de 600 ppm de nitrógeno y con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (85:15)$ adicionado con 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$ obtuvo el mejor diámetro de fruto con 199.77 mm, que superó al tratamiento testigo cuyo diámetro de fruto fue de 172.12 mm, por lo que el incremento en el diámetro de fruto fue del 13 por ciento, en relación al testigo, se observa también que el diámetro de fruto más bajo se obtuvo cuando se aplicó el tratamiento 4, con 1100 ppm de N y una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 91:9$ con diámetro de fruto 140.00 mm, con una disminución en el diámetro de fruto del orden del 30 por ciento, comparado con el obtenido en el tratamiento 2.

Cuadro 4.3 Diámetro de fruto de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

No. Tratamiento	N+ Fe (ppm)	Diámetro de fruto (mm)	DMS* (0.01)
1	350 + 3	172.12	ab
2	600 + 3	199.77	a
3	850 + 3	161.99	abc
4	1100 + 3	140.00	c
5	600 + 3	168.59	abc
6	850 + 3	152.61	bc
7	1100 + 3	154.07	bc
8	600 + 3	157.69	bc
9	850 + 3	159.02	bc
10	1100 + 3	154.92	bc
11	350 + 5	167.64	abc
12	350 + 7.5	175.66	ab
13	350 + 10	170.60	abc
14	350 + 5	169.34	abc
15	350 + 7.5	172.97	ab
16	350 + 10	164.75	abc

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P=0.01$

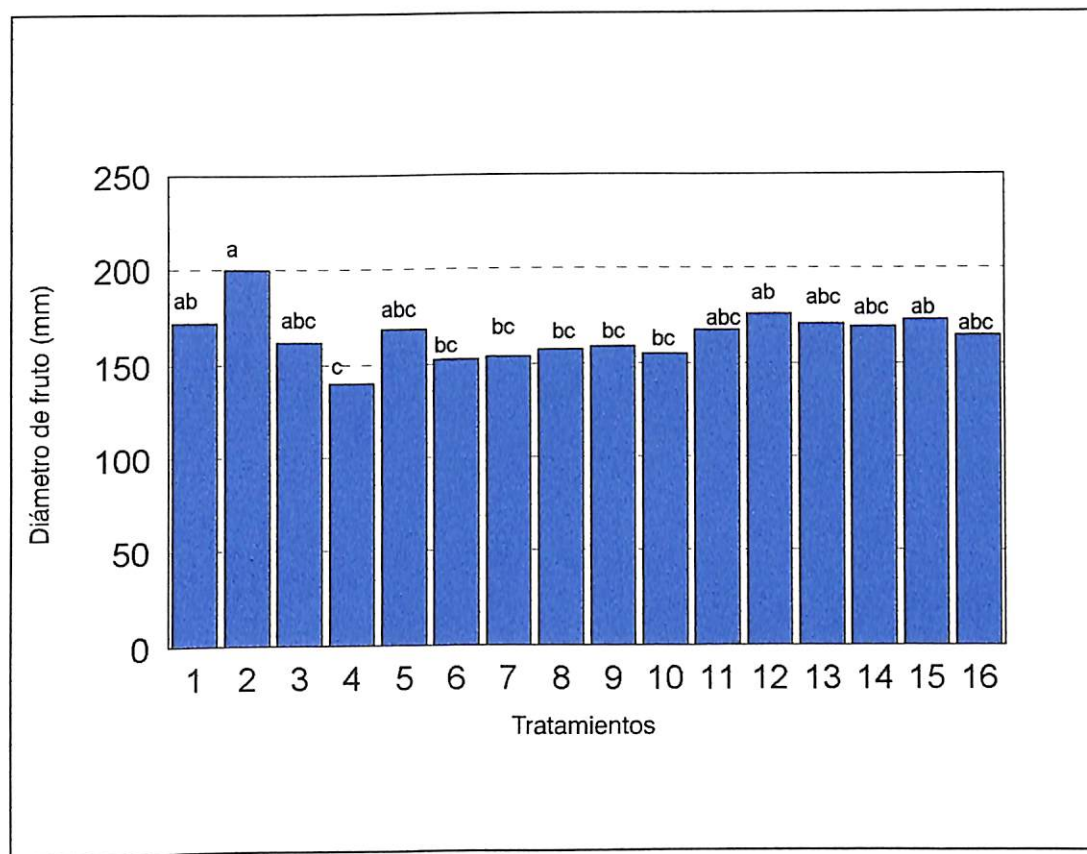


Figura 4.2. Diámetro de fruto de tomate con diferentes fuentes, dosis de Ny Fe. UAAAN, 1997.

En el Cuadro 4.4 se muestran las correlaciones entre el diámetro de fruto y otras variables, en donde se aprecia que éste se correlacionó positivamente con consistencia del fruto en color verde sazón (+ 0.4975*) mientras que se obtuvo una correlación negativa con el contenido de sólidos solubles en color rojo (-0.6146*) y nitrógeno total a los 134 DDT (-0.5810*).

Cuadro 4.4 Correlación entre diámetro de fruto y diversas variables. UAAAN, 1997.

Variable	Correlación
Consistencia del fruto en color verde sazón	+ 0.4975*
Consistencia del fruto en color rojo	- 0.6146*
Nitrógeno total a los 134 DDT	- 0.5810*

Consistencia del fruto en color verde sazón

En la comparación de medias (Cuadro 4.5 y Figura 4.3) destaca el tratamiento 1 (testigo) con una aplicación de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (75 : 25)$ adicionado con 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 obtuvo la mayor consistencia de fruto en color verde sazón con 18.93 kg/cm^2 , superó estadísticamente a los tratamientos 11, 4 y 14 conformados de 350, 1100 y 350 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (75 : 25, 91 : 9 \text{ y } 75 : 25)$ adicionados de 5, 3 y 5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA, Fe_2SO_4 y FeEDTA con 11.97, 11.21, 10.87 kg/cm^2 , en el mismo orden, la diferencia entre el testigo y éstos fue del 27, 41 y 43 por ciento, respectivamente.

Cuadro 4.5. Consistencia del fruto de tomate color verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

No. Tratamiento	N+ Fe (ppm)	Consistencia de fruto V. Sazón (kg/ cm^2)	DMS * (0.01)
1	350 + 3	18.93	a
2	600 + 3	17.71	ab
3	850 + 3	14.83	bcde
4	1100 + 3	11.21	fg
5	600 + 3	14.20	cdefg
6	850 + 3	15.38	bcd
7	1100 + 3	12.93	defg
8	600 + 3	14.11	cdefg
9	850 + 3	14.55	cdef
10	1100 + 3	14.60	cdefg
11	350 + 5	11.97	efg
12	350 + 7.5	13.99	cdefg
13	350 + 10	14.24	cdefg
14	350 + 5	10.87	g
15	350 + 7.5	16.21	abcd
16	350 + 10	16.61	abc

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P= 0.01$

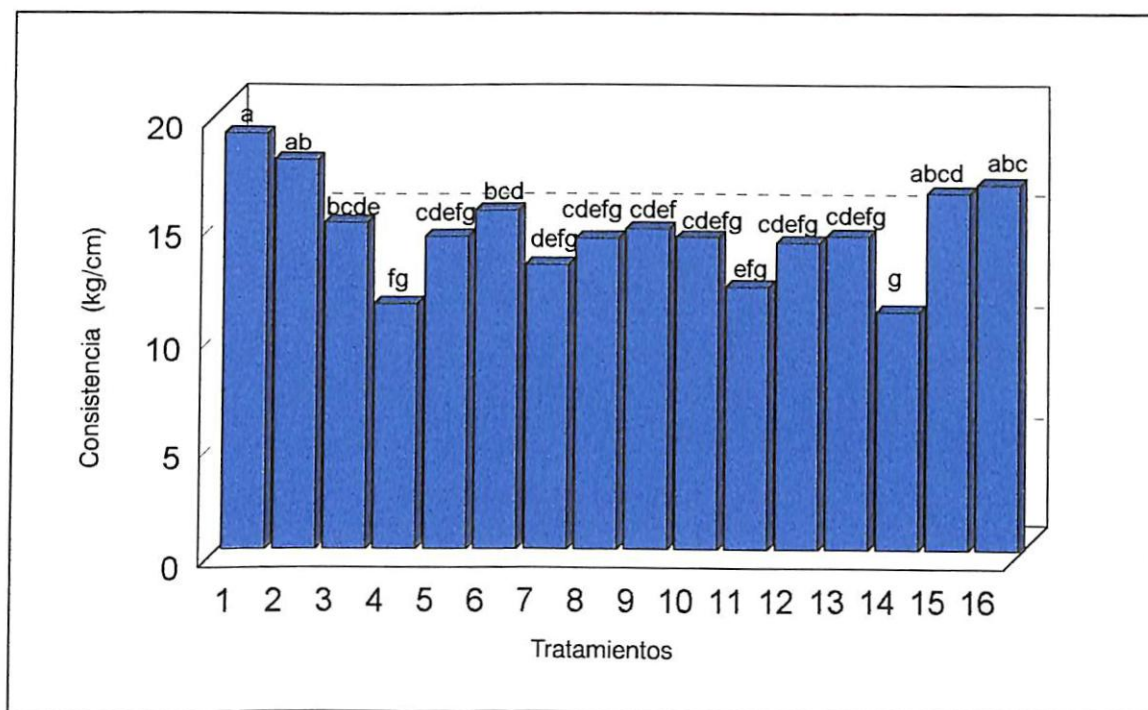


Figura 4.3. Consistencia del fruto de tomate color verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

Consistencia del fruto en color rojo

En la comparación de medias (Cuadro 4.6 y Figura 4.4) se aprecia al tratamiento 14, con una aplicación de 350 ppm de N y con una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ (75:25) adicionado con 5 ppm de Fe en forma de FeEDTA, obtuvo la mejor consistencia del fruto en color rojo 9.17 kg/cm^2 el cual fue superior estadísticamente a las restantes formulaciones incluido el testigo que presentó 6.95 kg/cm^2 , por lo que la disminución en consistencia de fruto fue del orden del 24 por ciento.

Cuadro 4.6. Consistencia del fruto en tomate color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No. Tratamiento	N+ Fe (ppm)	Consistencia (kg/ cm ²)	DMS * (0.01)
1	350 + 3	6.95	b
2	600 + 3	6.59	b
3	850 + 3	6.81	b
4	1100 + 3	6.62	b
5	600 + 3	6.18	b
6	850 + 3	6.93	b
7	1100 + 3	6.44	b
8	600 + 3	6.46	b
9	850 + 3	7.28	b
10	1100 + 3	6.46	b
11	350 + 5	6.23	b
12	350 + 7.5	6.50	b
13	350 + 10	6.30	b
14	350 + 5	9.17	a
15	350 + 7.5	6.98	b
16	350 + 10	6.90	b

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con P= 0.01

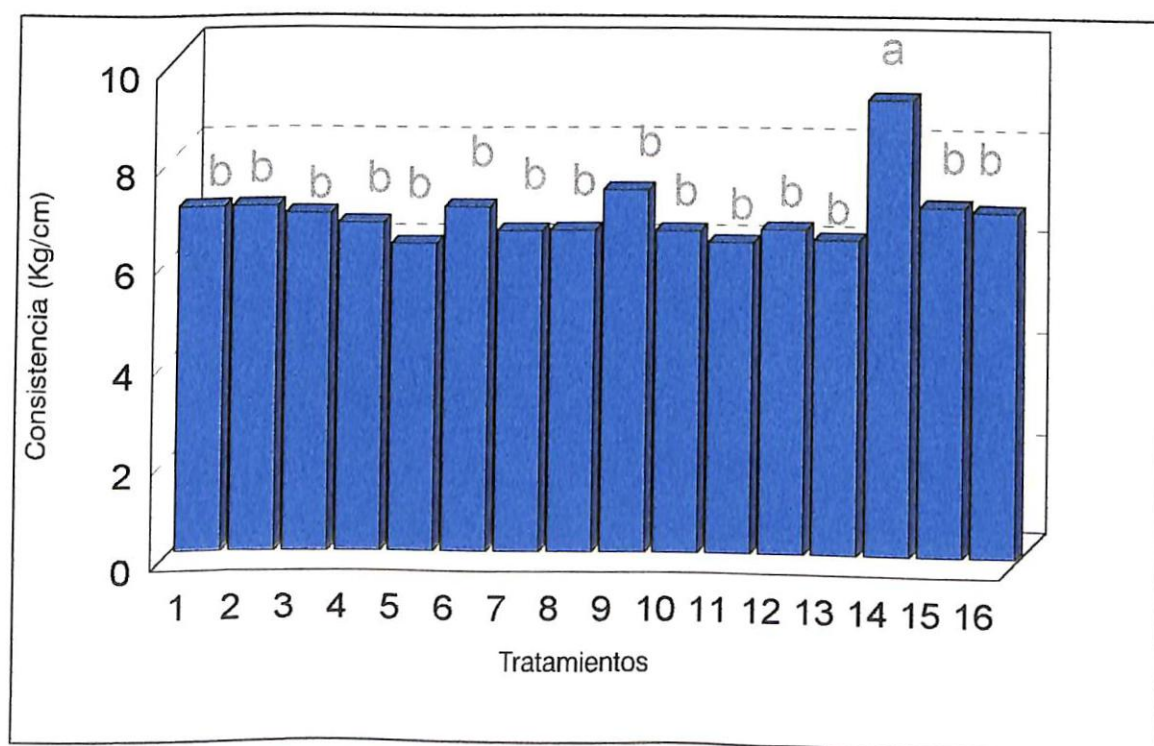


Figura 4.4. Consistencia del fruto de tomate color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

Concentración de sólidos solubles en fruto verde sazón

En la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.7 y Figura 4.5) se aprecia al tratamiento 7, con una aplicación de 1100 ppm de N con una relación de NO_3^- : $\text{NH}_4^+ = (24: 76)$, adicionado con 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$, obtuvo el mayor contenido de sólidos solubles con 13.61 ° Brix, el cual fue estadísticamente superior al testigo con un contenido de sólidos solubles de 11.34° Brix, Por lo que se registró una disminución del 17 por ciento, de éste con respecto al tratamiento 7. Asimismo se observa también que el contenido de sólidos solubles más bajo se obtuvo, cuando se aplicaron los tratamientos 3, 12 y 13 con 350, 850 y 350 ppm de N y relaciones de NO_3^- : $\text{NH}_4^+ = (75:25, 90:10 \text{ y } 75:25)$ adicionado con 7.5, 3 y 10 ppm de Fe_2SO_4 y FeEDDHMA con 10.22, 10.11 y 9.97 ° Brix, respectivamente, por lo que se tiene un decremento del contenido de sólidos solubles del orden del 25, 26 y 27 por ciento, en comparación con el tratamiento del mayor contenido de sólidos solubles.

Cuadro 4.7. Contenido de sólidos solubles en tomate color verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

No. Tratamiento	N+ Fe (ppm)	Concentración (° Brix)	DMS * (0.01)
1	350 + 3	11.34	bcd
2	600 + 3	10.78	cd
3	850 + 3	10.11	d
4	1100 + 3	11.97	abcd
5	600 + 3	10.78	cd
6	850 + 3	12.61	abc
7	1100 + 3	13.61	a
8	600 + 3	11.93	abcd
9	850 + 3	13.32	ab
10	1100 + 3	12.46	abc
11	350 + 5	11.64	abcd
12	350 + 7.5	10.22	d
13	350 + 10	9.97	d
14	350 + 5	13.50	ab
15	350 + 7.5	10.45	cd
16	350 + 10	10.83	cd

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P= 0.01$

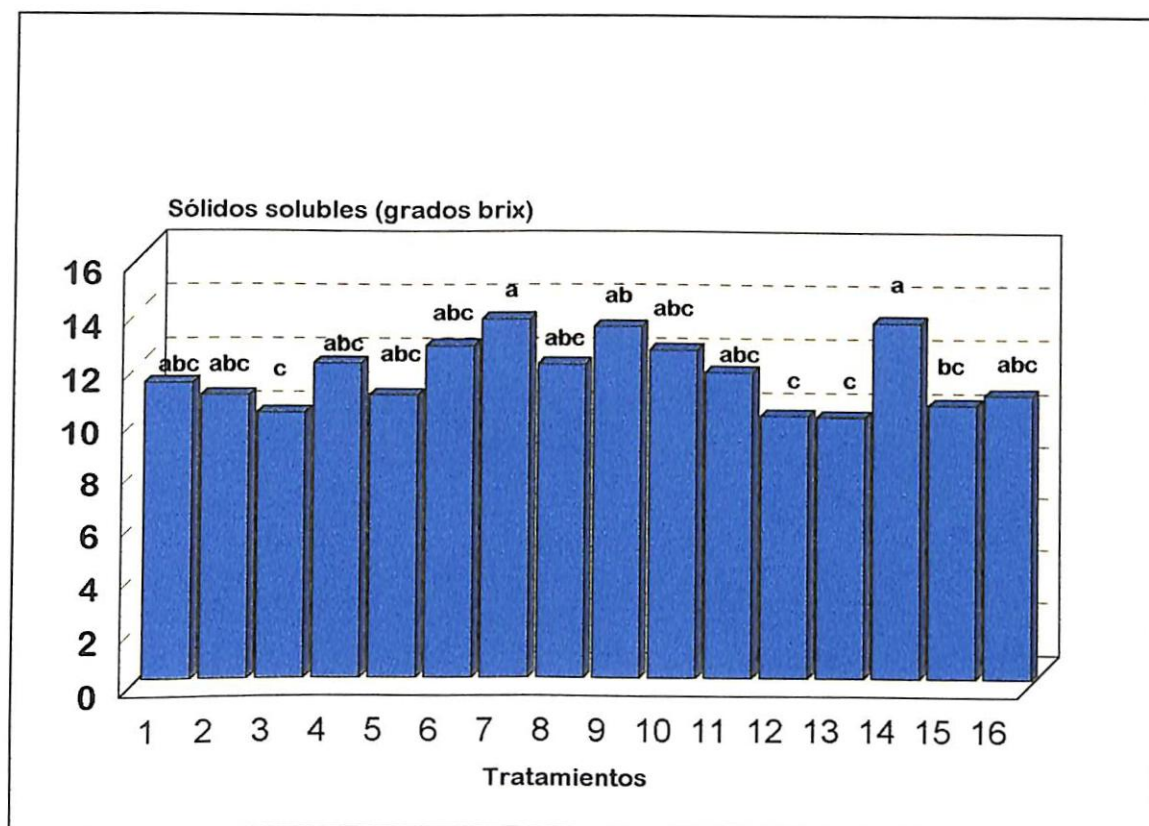


Figura 4.5 Contenido de sólidos solubles en fruto verde sazón con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

En el Cuadro 4.8. se muestran las correlaciones entre el contenido de sólidos solubles y otras variables, en donde se observa que éste se correlacionó positivamente con clorofila **a** (0.5972*), clorofila **b** (0.5806*) y clorofila **total** a los 80 DDT (0.6288**), iones amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT (0.5490*, 0.5141*, 0.5006*, 0.5454* y 0.5378 * en el mismo orden) mientras que se obtuvieron correlaciones negativas con la concentración de iones nitrato a los 18, 54 y 161 DDT (0.5124* , 0.5591* y 0.5090*).

Cuadro 4.8. Correlación entre contenido de sólidos solubles en tomate color verde sazón y diversas variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.

	Variable	Correlación
Clorofila a	80 DDT	+ 0.5972*
Clorofila b	80 DDT	+ 0.5806*
Clorofila total	80 DDT	+ 0.6288**
Conc. amonio	18 DDT	+ 0.5490*
Conc. amonio	54 DDT	+ 0.5141*
Conc. amonio	91 DDT	+ 0.5006*
Conc. amonio	134 DDT	+ 0.5454*
Conc. amonio	161 DDT	+ 0.5378 *
Conc. nitrato	18 DDT	- 0.5124*
Conc. nitrato	54 DDT	- 0.5591*
Conc. nitrato	161 DDT	- 0.5090*

Concentración de sólidos solubles en fruto color rojo

En la comparación de medias (Cuadro 4.9 y Figura 4.6) destaca el tratamiento 4, con una aplicación de 1100 ppm de N con una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (91:9)$ adicionado con 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 , obtuvo el mayor contenido de sólidos solubles con 15.12 ° Brix, el cual estadísticamente fue superior al tratamiento testigo que obtuvo un contenido de sólidos solubles de 11.20° Brix, por lo que el incremento en el contenido de sólidos solubles es del orden 26 por ciento con relación al testigo, al mismo tiempo se observa también que el contenido de sólidos solubles más bajo se obtuvo cuando se aplicaron los tratamientos 2, 3 y 13 con 600, 850 y 350 ppm de N y relaciones $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (85:15, 90:10 \text{ y } 75:25)$ con un contenido de sólidos solubles de 9.79, 9.65, 9.49 y 9.17 ° Brix en el mismo orden, por lo que se tuvo una disminución en el contenido de sólidos solubles del orden del 35, 36, 37 y 39 por ciento, en comparación con el tratamiento que presentó el mayor contenido de sólidos solubles.

Cuadro 4.9. Contenido de sólidos solubles en fruto color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No. Tratamiento	N+Fe (ppm)	Concentración (° Brix)	DMS * (0.01)
1	350 + 3	11.20	cde
2	600 + 3	9.79	e
3	850 + 3	9.49	e
4	1100 + 3	15.12	a
5	600 + 3	10.23	de
6	850 + 3	14.52	ab
7	1100 + 3	11.92	bcde
8	600 + 3	13.64	abc
9	850 + 3	14.75	ab
10	1100 + 3	11.25	cde
11	350 + 5	10.22	de
12	350 + 7.5	9.17	e
13	350 + 10	11.32	cde
14	350 + 5	10.50	de
15	350 + 7.5	13.28	abcd
16	350 + 10	9.65	e

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P= 0.01$

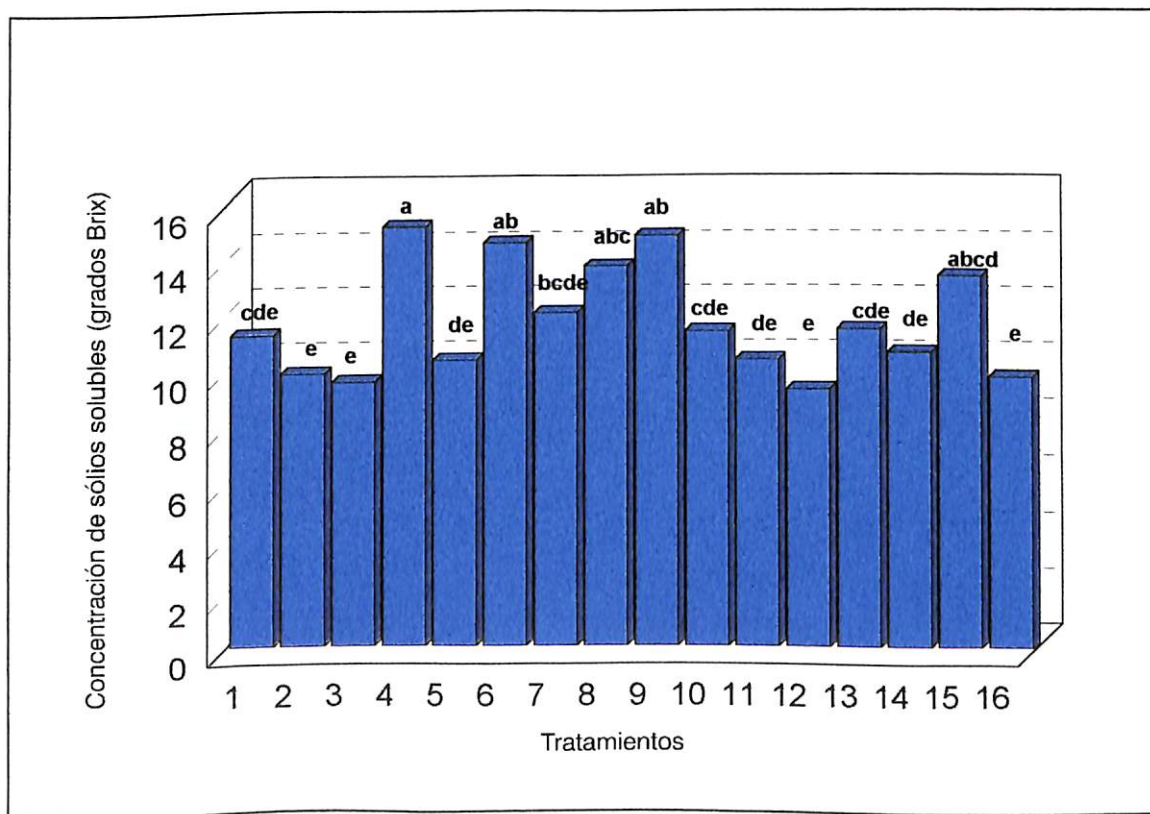


Figura 4.6 Contenido de sólidos solubles en fruto color rojo con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

En el Cuadro 4.10. se muestran la correlación entre el contenido de sólidos solubles y otras variables, en donde se observa que éste se correlacionó positivamente con clorofila b y total a los 80 DDT(0.5340* y 0.5217*) y nitrógeno total a los 134 DDT(0.5006 *).

Cuadro 4.10. Correlación entre contenido de sólidos solubles en tomate color rojo y diversas variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

Variables		Correlación
Clorofila b	80 DDT	+ 0.5340 *
Clorofila total	80 DDT	+ 0.5217 *
Concentración de nitrógeno	134 DDT	+ 0.5006 *

Los resultados encontrados indican que los futos de la mejor calidad: mayor diámetro de fruto, mejor consistencia en verde y rojo y menor contenido de sólidos solubles en ambos colores verde sazón y rojo fueron obtenidos en los tratamientos 2, 1, 14, 3,12 y 13 en el mismo orden, con concentraciones comprendidas en el intervalo de 350 a 850 ppm de N y proporciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ = (85:15, 75:25 y 90:10) y una correlación positiva del diámetro de fruto con el fruto color verde sazón. Dentro de éstos destacan los tratamientos 1(testigo) y 14 que presentaron la mejor consistencia del fruto en los colores verde sazón y rojo con idénticas proporciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ = (75:25) y un probable buen abastecimineto de Ca por lo que estos resultados coinciden con los encontrados por (Kakhana y Krivileva,1988), quienes encontraron una dependencia directa entre la firmeza del fruto y el contenido de Ca, del mismo modo (Vergara, 1992) señala que la mejor relación fue la de Ca : Mg : K : 35: 50 : 15 .

Mientras que la más baja calidad de fruto: menor diámetro de fruto, baja consistencia del fruto en color verde sazón y alto contenido de sólidos solubles en verde sazón y rojo, indicadores obtenidos en los tratamientos 4 y 7 con 1100 ppm de N y relaciones de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (91:9 \text{ y } 24:76)$ además de la presencia de necrosis apical en éstos frutos y una correlación positiva con la concentración de amonio y negativa con la concentración de nitrato.

Resultados que coinciden con los trabajos donde se ha encontrado que las altas concentraciones de nitrato y amonio incrementan el contenido de sólidos solubles (Young et al., 1994).

Asimismo el predominio del ion amonio en una solución nutritiva estimula la producción de etileno e induce la necrosis apical del fruto (Barker y Corey, 1988; Barker y Ready 1994; Drews, 1988 y Torres y Wilcox, 1974) . En consecuencia la absorción y distribución del calcio en el fruto depende de la proporción del ion nitrato en la placenta distal y tejidos locales, sitio de los primeros síntomas de necrosis apical del fruto, producto del debilitamiento posterior de la pared celular y también asociada con una baja dosis de magnesio en el tejido foliar (Papadopoulos y Tiessen 1988; Nukaya et al. , 1993; Adams y Ho, 1993 y Chamarro,1995).

En otros estudios se ha encontrado que incrementando la conductividad eléctrica de la solución nutritiva hay un aumento en el contenido de sólidos solubles (Cornish, 1993).

Contenido de clorofilas

Los análisis de varianza , para los contenidos de clorofilas **a**, **b** y **total** . A los 50 días después del trasplante (**DDT**) 80 y 135 **DDT** (Cuadro A.7, A.8, A.9,A.10, A.11, A.12,A.13, A.14 y A. 15) mostraron diferencias altamente significativas, excepto en clorofila **a** 50 **DDT**.

Clorofila a

50 **DDT** (Cuadro 4.11 y Figura 4.7, 4.8 y 4.9) se observan las siguientes tendencias en donde destaca el tratamiento 12, con una aplicación de 350 ppm de N y con una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75 : 25)$ adicionado con 7.5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA, que obtuvo el mayor contenido de clorofila **a** con 21.36 mg/L, que superó al tratamiento testigo con un contenido de clorofila **a** de 10.96 mg/L, la diferencia entre ambos tratamientos fue del 49 por ciento. Asimismo se observa que el contenido de clorofila **a** más bajo se obtuvo cuando se aplicó el tratamiento 14, con 350 ppm de N y una relación de $\text{NO}_3^-: \text{NH}_4^+ = (75 : 25)$, con un contenido de clorofila **a** de 8.92 mg/L.

80 **DDT**, se aprecian en los tratamientos 7, 8 y 9 de 1100, 850 y 600 ppm de N con relaciones de $\text{NO}_3^-: \text{NH}_4^+ = (24:76, 60:40 \text{ y } 65:35)$ adicionados con 3 ppm de Fe_2SO_4 , que presentaron el mayor contenido de clorofila **a** de 15.82, 15.82 y 15.36 mg/L respectivamente, estadísticamente iguales y superiores al tratamiento testigo que obtuvo 6.88 mg/L por lo que el incremento en el contenido de clorofila **a** fue del orden del 57 por ciento, en relación al testigo.

135 DDT, destacan los tratamientos 9, 2, 10 y 12 con una aplicación de 850, 600, 1100 y 350 ppm de N y relaciones $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (60:40, 85:15, 58:42 \text{ y } 75:25)$ adicionados 3, 3, 3 y 7.5 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 y FeEDDHMA, que presentaron el mayor contenido de clorofila a con 10.30, 10.08, 9.73 y 9.26 mg/L los cuales estadísticamente fueron superiores al tratamiento testigo que presentó 5.56 mg/L, por lo que el aumento en el contenido de clorofila a fue del orden del 11 por ciento, mientras, los contenidos de clorofila a más bajos se obtuvieron con la aplicación de los tratamientos 11 y 4 con 350 y 1100 ppm de N y relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25, 91:9)$ con un contenido de clorofila a de 2.71 y 1.71 mg/L, verificándose una disminución del 74 y 84 por ciento, al compararse con el tratamiento 9.

Cuadro 4.11. Concentración de clorofila a en hoja de tomate a los 50, 80 y 135 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	50 DDT clorofila a (mg/L)	80 DDT clorofila a (mg/L)	135 DDT clorofila a (mg/L)
1	350 + 3	10.96 a	6.88 c	5.56 bcd *
2	600 + 3	16.63 a	11.89 abc	10.08 ab
3	850 + 3	13.22 a	9.92 abc	7.88 abc
4	1100 + 3	15.36 a	13.30 abc	1.71 d
5	600 + 3	14.36 a	13.36 abc	8.56 abc
6	850 + 3	17.36 a	14.36 ab	6.96 abcd
7	1100 + 3	15.49 a	15.82 a	6.92 abcd
8	600 + 3	10.56 a	15.36 a	8.45 abc
9	850 + 3	12.19 a	15.82 a	10.30 ab
10	1100 + 3	16.6 a	10.34 abc	9.73 ab
11	350 + 5	13.46 a	14.36 ab	2.71 cd
12	350 + 7.5	21.36 a	14.36 ab	9.26 ab
13	350 + 10	13.52 a	7.10 c	9.26 ab
14	350 + 5	8.92 a	11.06 abc	5.00 bcd
15	350 + 7.5	16.62 a	8.31 bc	6.57 bcd
16	350 + 10	14.36 a	13.22 abc	7.22 abcd

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P=0.01$

En el Cuadro 4.12. se presentan las correlaciones entre el contenido de clorofila a y otras variables, en donde se observa que ésta se correlacionó positivamente con clorofila b a los 135 DDT (0.9556 **) y clorofila total a los 50 DDT (0.9533**) a los 80 DDT (+) clorofila b y total a los 80 DDT (0.7504** y 0.8977 **), amonio a los 161 DDT (0.4990*) a los 135 DDT (+) clorofila total a los 135 DDT (0.9735**).

Cuadro 4.12. Correlación entre contenido de clorofila a y diversas variables. UAAAN, 1997.

	Variables	Correlación
Clorofila b	80 DDT	+ 0.7504 **
Clorofila b	135 DDT	+ 0.9556 **
Clorofila total	50 DDT	+ 0.9533 **
Clorofila total	80 DDT	+ 0.8977 **
Clorofila total	135 DDT	+ 0.9735 **
Conc. amonio	161 DDT	+ 0.4990 *

Clorofila b

50 DDT (Cuadro 4.13, y Figuras 4.7, 4.8 y 4.9) se muestra al tratamiento 12, con una aplicación de 350 ppm de N y con una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25)$ formulado con 7.5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA con 24.99 mg/L, el cual estadísticamente fue superior al tratamiento testigo que presentó un contenido de clorofila b de 9.06 mg/L, lo que representa un incremento en el contenido de clorofila b del orden del 36 por ciento, en relación al testigo.

80 DDT, señala a los tratamientos 7, 9 y 15 con 1100, 850 y 350 ppm de N y con relaciones $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (24 : 76, 60 : 40 \text{ y } 75:25)$ adicionados con 3, 3 y 7.5 ppm de Fe de Fe_2SO_4 y FeEDTA, que presentaron los mayores contenidos de clorofila b con 20.46, 20.46 y 15.08 mg/L, asimismo se observa al contenido más bajo en los tratamientos 1 y 12 con 50 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$

(75:25) complementados de 3 y 7.5 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 y FeEDDHMA con 5.57 y 5.70 mg/L por lo que se presento una disminuci3n del 72 y 73 por ciento, comparados con el tratamiento 7.

135 DDT, Destaca el tratamiento 12, con una aplicaci3n de 350 ppm de N y con relaci3n de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25)$ adicionado de 7.5 ppm de FeEDDHMA con 46.35 mg/L, el cual estadisticamente fue superior al tratamiento testigo que obtuvo un contenido de clorofila b de 20.02 mg/L. Mientras tanto el menor contenido de clorofila b se obtuvo cuando se aplic3 el tratamiento 14, con 350 ppm de N y relaci3n $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 75:25$ con un contenido de clorofila b de 15.71 mg /L, por lo que se tiene una disminuci3n del contenido de clorofila b del orden del 34 por ciento, en comparaci3n con el tratamiento que obtuvo el mayor contenido de clorofila b.

Cuadro 4.13. Concentraci3n de clorofila b en hoja de tomate desde los 50, 80 y 135 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	50 DDT (mg /L)	80 DDT (mg /L)	135 DDT (mg /L)
1	350 + 3	9.06 cd	5.57 e	20.02 bc
2	600 + 3	13.59 bcd	10.42 bcde	30.22 bc
3	850 + 3	11.56 bcd	8.61 de	24.73 bc
4	1100 + 3	14.06 bcd	10.72 bcde	29.41 bc
5	600 + 3	17.43 abc	10.41 bcde	31.39 ab
6	850 + 3	17.70 ab	12.23 bcd	35.06 ab
7	1100 + 3	12.91 bcd	20.46 a	28.41 bc
8	600 + 3	8.38 d	14.06 bc	21.43 bc
9	850 + 3	9.97 bcd	20.46 a	22.16 bc
10	1100 + 3	13.59 bcd	10.21 bcde	30.22 bc
11	350 + 5	9.50 bcd	12.23 bcd	22.74 bc
12	350 + 7.5	24.99 a	5.70 e	46.35 a
13	350 + 10	9.04 cd	9.29 cde	22.56 bc
14	350 + 5	6.69 d	9.97 bcde	15.71 c
15	350 + 7.5	13.59 bcd	15.08 ab	30.31 bc
16	350 + 10	12.23 bcd	12.05 bcd	26.59 bc

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadisticamente con $P = 0.01$

En el Cuadro 4.14. se muestran las correlaciones entre la clorofila b y otras variables en donde se observa que ésta se correlacionó positivamente con clorofila b, a los 135 DDT (0.9806**) y clorofila total a los 50 DDT (0.9824**), clorofila total a los 80 DDT (0.9522**) amonio a los 54, 134, 161 y fierro a los 54 DDT (0.5368*, 0.5104*, 0.5249* y 0.5342*) clorofila total a los 135 DDT (0.9999**).

Cuadro 4.14. Correlación entre el contenido de clorofila b y otras variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

	Variable	Correlación
Clorofila b	135 DDT	+ 0.9806**
Clorofila total	50 DDT	+ 0.9824**
Clorofila total	80 DDT	+ 0.9522**
Clorofila total	135 DDT	+ 0.9999**
Conc. amonio	54 DDT	+ 0.5368*
Conc. amonio	134 DDT	+ 0.5104*
Conc. amonio	161 DDT	+ 0.5249*
Conc. Fierro	54 DDT	+ 0.5342*

Clorofila total (a + b)

50 DDT (Cuadro 4.15 y Figuras 4.7, 4.8 y 4.9) destaca el tratamiento 12, con una aplicación de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25)$ complementado con 7.5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA obtuvo el mayor contenido de clorofila total con 46.35 mg/L, que superó estadísticamente al tratamiento testigo que presentó un contenido de clorofila total de 20.02 mg/L, por lo que el incremento en el contenido de clorofila total fue del orden del 43 por ciento, mientras que el menor contenido de clorofila total se obtuvo cuando se aplicó el tratamiento 14, de 350 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 75:25$, con un contenido de clorofila total de 15.61 mg/L, por lo que se verificó un decremento en el contenido de clorofila total del orden del 66 por ciento, en comparación con el mejor tratamiento.

80 DDT, sobresalen los tratamientos 7 y 9 conformados de 1100 y 850 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (24:76 \text{ y } 60:40)$ adicionados 3 ppm de Fe_2SO_4 , presentaron el mayor contenido de clorofila total con 36.28 mg/L, los cuales fueron estadísticamente superiores al tratamiento testigo con 12.28 mg/L con una disminución en el contenido de clorofila total del orden del 33 por ciento, en relación a los tratamientos 7 y 9.

135 DDT, destaca el tratamiento 12, conformado de 350 ppm de N y relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25)$ complementado de 5 ppm de FeEDDHMA, que obtuvo el mayor contenido de clorofila total con 55.61 mg/L que superó al testigo de 25.58 mg/L, el aumento fue del 45 por ciento, comparado con el testigo, mientras que el más bajo contenido se obtuvo cuando se aplicó el tratamiento 14, con 350 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 75:25$ con un contenido de clorofila total de 20.71 mg/L, con una disminución del 63 por ciento, comparado con el mejor tratamiento.

Cuadro 4.15. Concentración de clorofila total en hoja de tomate desde los 50, 80 y 135 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997

Tratamiento	N+Fe (ppm)	50 DDT(mg /L)	80 DDT(mg /L)	135 DDT(mg /L)
1	350 + 3	20.02 bc	12.28 e	25.58 bc
2	600 + 3	30.22 bc	22.56 bcde	40.30 ab
3	850 + 3	24.78 bc	18.53 cde	32.61 bc
4	1100 + 3	29.42 bc	24.02 bc	31.12 bc
5	600 + 3	31.79 ab	23.77 bc	39.95 ab
6	850 + 3	35.06 ab	26.59 abc	42.02 ab
7	1100 + 3	28.40 bc	36.28 a	35.33 bc
8	600 + 3	18.94 bc	29.42 ab	29.88 bc
9	850 + 3	22.16 bc	36.28 a	32.46 bc
10	1100 + 3	30.19 bc	20.55 bcde	39.95 bc
11	350 + 5	22.96 bc	26.59 abc	25.45 bc
12	350 + 7.5	46.35 a	20.06 de	55.61 a
13	350 + 10	22.56 bc	16.39 bcde	31.82 bc
14	350 + 5	15.61 c	21.03 bcde	20.71 c
15	350 + 7.5	30.21 bc	23.39 bcd	30.68 bc
16	350 + 10	26.59 bc	25.27 ab	33.81 bc

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P= 0.01$

En el (Cuadro 4.16) se muestran las correlaciones entre el contenido de clorofila **total** y otras variables, se observa que ésta se correlacionó positivamente con amonio a los 18, 54, 134 y 161 DDT (0.5147, *0.5442*, 0.5385* y 0.5383*) y negativamente con nitrato a los 18 y 54 DDT (0.5521* y 0.4975*).

Cuadro 4.16. Correlación entre el contenido de clorofila **total** y otras variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

Variable	Correlación
Conc. amonio 18 DDT	+ 0.5147*
Conc. amonio 54 DDT	+ 0.5442*
Conc. amonio 134 DDT	+ 0.5385*
Conc. amonio 161 DDT	+ 0.5383*
Conc. nitrato 18 DDT	- 0.5521*
Conc. nitrato 54 DDT	- 0.4975*

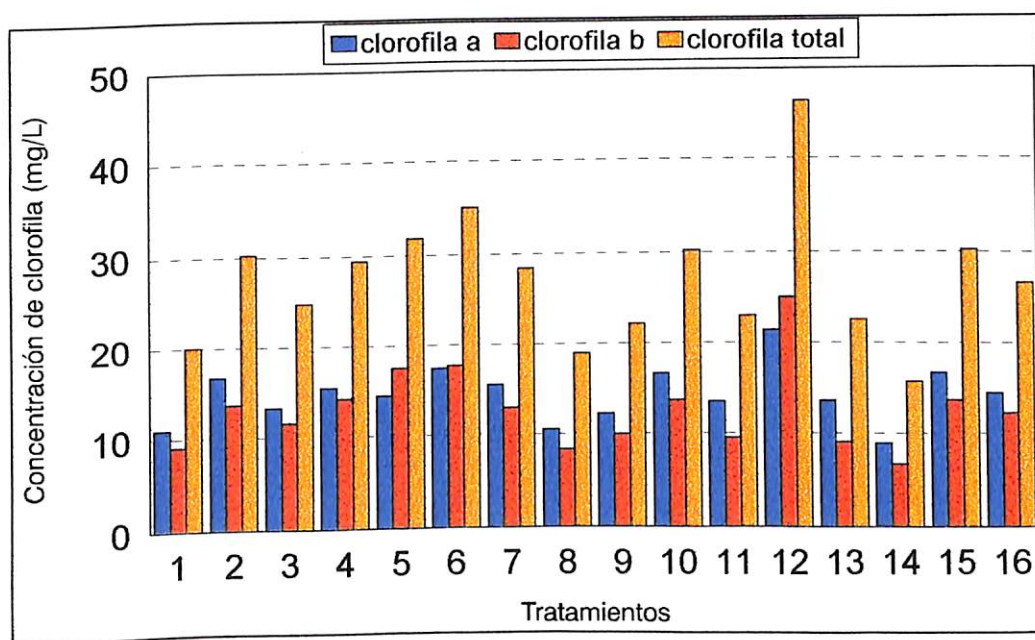


Figura 4.7. Contenido de clorofila **a**, **b** y **total** a los 50 días después del trasplante con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

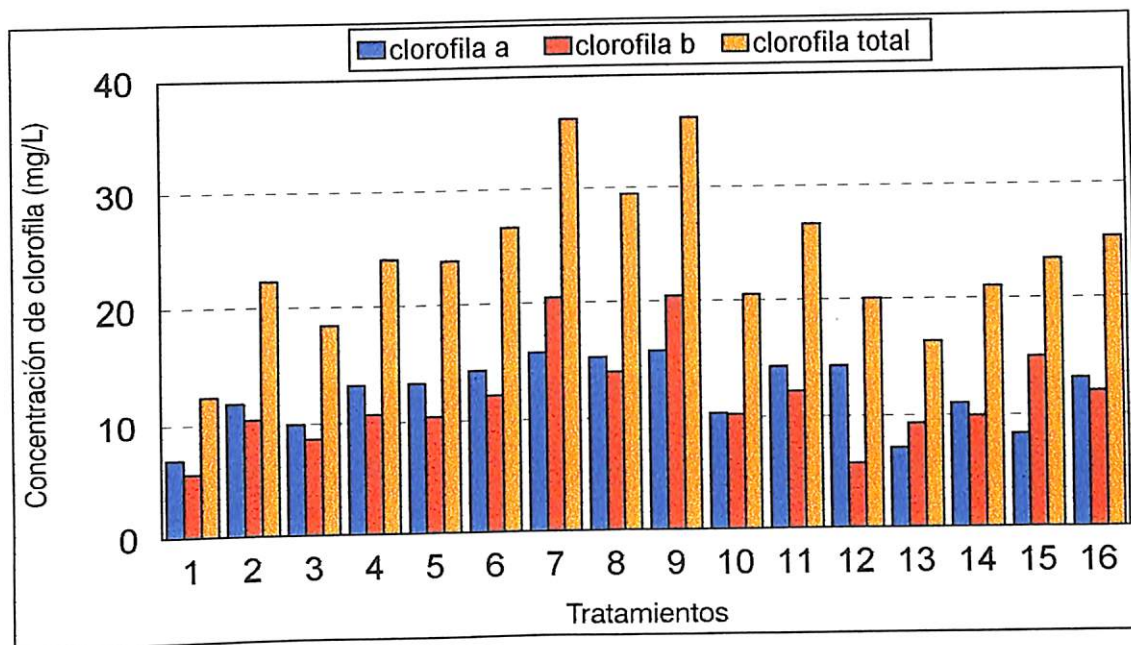


Figura 4.8. Contenido de clorofila **a**, **b** y **total** a los 80 días después del trasplante con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

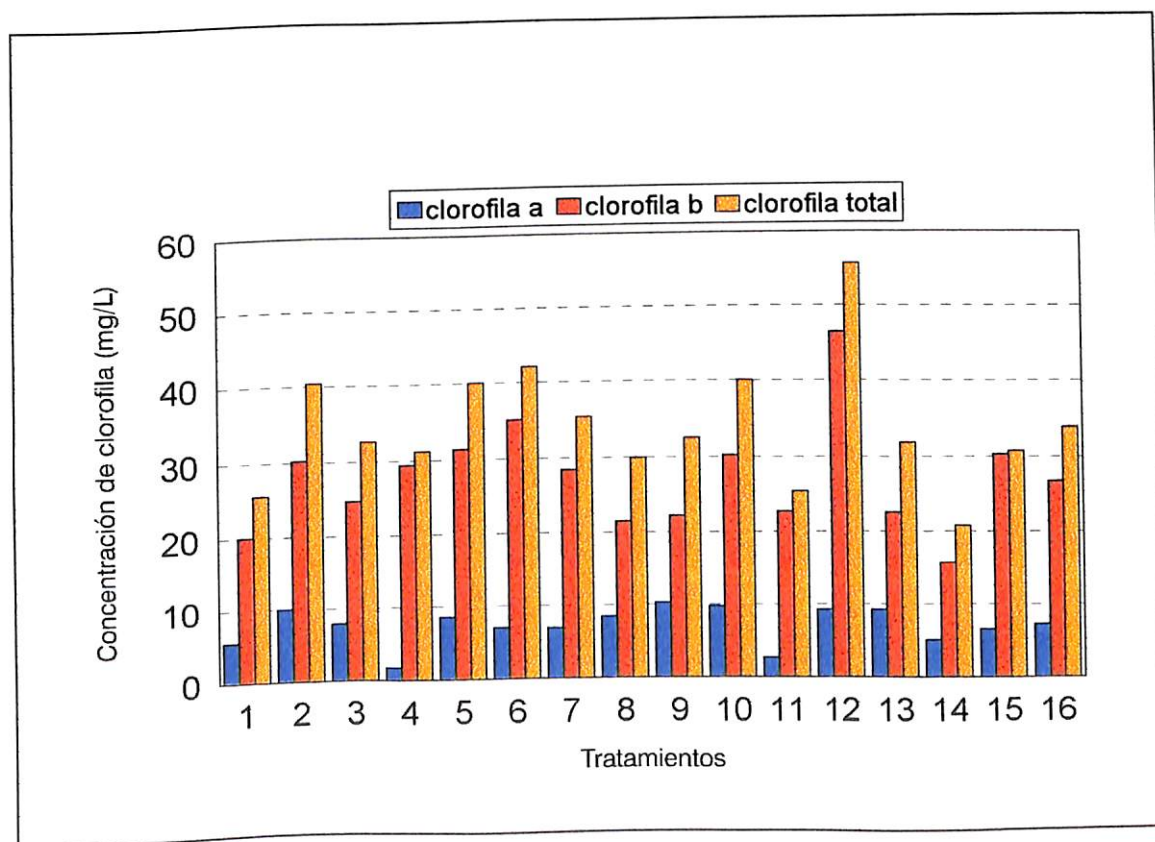


Figura 4.9. Contenido de clorofila **a**, **b** y **total** a los 135 días después del trasplante con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

Los resultados obtenidos señalan que los más altos contenidos de clorofila **a**, **b** y **total (a+b)** se obtuvieron en los tratamientos 2,7,8,9,10,12,13,14 y 15 con una aplicación de 600, 1100, 600, 850, 1100 y 350 ppm de N y con proporciones de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (85:15, 24:76, 65:35, 60:40, 58:42 \text{ y } 75:25)$ adicionados con 3 ppm de Fe en forma de, Fe_2SO_4 , 7.5 y 10 FeEDDHMA y 5 y 7.5 FeEDTA.

Dentro de éstos destacó el tratamiento 12 (350,75:25 y 7.5) con una aplicación de nitrógeno, relación de $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ y dosis de quelato (FeEDDHMA), respectivamente, que presentó los mayores contenidos de clorofila **a** (21.36 y 9.26mg/L) y **b** (24.99 y 46.35 mg /L) a los 50 y 135 DDT, y clorofila total **a+b** con 46.35 y 55.61 mg/L a los 50 y 131 DDT. Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Mohamed et al., 1987) donde señalan que existe una relación de dependencia entre ambas fuentes nitrógeno y fierro (More y Shinde, 1994) quienes señalan que hay un aumento en el contenido de clorofilas en las hojas, conforme aumenta la dosis utilizada y comprendida en el intervalo de 0-4 ppm de Fe en forma de quelato.

Asimismo, la relación $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ de 75/25 incrementa la producción de clorofila (Maldonado et al. , 1992).

Mientras tanto, a los 80 DDT destacaron los tratamientos 7 (1100, 85:15 y 3), 8 (600, 24:76y 3), 9(850, 60.40 y 3) y 15(350, 75:25 y 7.5) con concentraciones de nitrógeno, relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$, dosis de Fe_2SO_4 y FeEDTA, en el mismo orden, que presentaron los mayores contenidos de clorofila **a** (tratamientos 7, 8 y 9 con 15.82, 15.36 y 15.82 mg/L), clorofila **b** (tratamientos 7, 9 y 15 con 20.46 y 15.08 mg/L) y clorofila total **a+b** (7 y 9 con 36.28 mg/L).

Resultados que concuerdan con los encontrados por (Pineda *et al.*,1992) que utilizaron el Fe_2SO_4 y FeEDTA , como fuentes de fierro y que contribuyeron en el mayor contenido de clorofila.

Finalmente el menor contenido de pigmentos fotosintéticos los presentaron los tratamientos 1 (10.96, 6.88, 9.06, 5.57, 12.28 y 25.58 mg/L clorofila a , b y total, a los 50, 80 y 135 DDT) , 4 (13.30, 171, 14.06 10.72, 24.02 y 31.12 mg/L de clorofila a , b y total, a los 50, 80 y 135 DDT) y 14 (5.00, 6.69 y 20.71 mg/L de clorofila a , b y total a los 135, 50 y 135 DDT).

Estos resultados son acordes con (Maldonado *et al.* ,1992;Mu *et al.* ,1994) e indican que el predominio de una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ obtenida en el tratamiento 4 inhibe la síntesis y contenido de clorofila en las hojas.

Concentración de nitrógeno

El análisis de varianza para la concentración de nitrógeno total en el follaje , durante la estación de crecimiento, desde los 18 días después del trasplante (DDT) hasta los 161 DDT (Cuadro A. 16, 17.18.19 y 20) mostraron diferencias altamente significativas, excepto a los 161 DDT.

En comparación de medias a los 18 DDT(Cuadros 4.17, 4.18 y Figura 4.10) Se aprecia a los tratamientos 10 y 11, con aplicaciones de 1100 y 350 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (58:42 \text{ y } 75:25)$ adicionados con 3 y 5 ppm de Fe_2SO_4 y FeEDDHMA , que presentaron una concentración de nitrógeno total del 5.64 y 5.71

por ciento, los cuales estadísticamente fueron superiores al tratamiento testigo que presentó una concentración de nitrógeno total del 5.44 por ciento, el incremento en la concentración de nitrógeno total, fue del orden del 4 por ciento. Asimismo se observa también que la concentración de nitrógeno total más baja se consiguió con la aplicación del tratamiento 13, con 350 ppm de N y una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 75:25$ con una concentración de nitrógeno total de 4.28 por ciento, obteniéndose una disminución del 25 por ciento, comparado con el tratamiento 11.

54 DDT, Se observa al tratamiento 7, con una aplicación de 1100 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (24:76)$ adicionado 3 ppm de Fe_2SO_4 , obtuvo la mayor concentración de nitrógeno total con 4.37 por ciento, del nitrógeno total, el cual fue estadísticamente superior a los tratamientos 1, 2, 3, 11 y 14, conformados de 350, 600, 850 ppm de N y relaciones $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25, 85:15 \text{ y } 90:10)$ adicionados con 3 y 5 ppm de Fe_2SO_4 , FeEDDHMA y FeEDTA, con un contenido de nitrógeno total de 3.09, 3.29, 3.16, 3.09 y 3.22 por ciento, respectivamente, con una disminución del 30 por ciento, en comparación con el tratamiento que obtuvo la mayor concentración de nitrógeno total.

91 DDT, El tratamiento 4, con una aplicación de 1100 ppm de N y relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (91:9)$. complementado de 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 que obtuvo una concentración de nitrógeno total del 3.76 por ciento, mismo que fue estadísticamente superior al tratamiento testigo que presentó una concentración de nitrógeno total del 3.22 por ciento, por lo que el incremento en la concentración de nitrógeno total es del orden del 14 por ciento, mientras que la concentración de

nitrógeno total más bajo se obtuvo en los tratamientos 3, 7 y 11, con 850, 1100 y 350 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 90:10, 24:76$ y $75:25$ con una concentración de nitrógeno total de 2.28, 2.28 y 2.35 por ciento, por lo que se verifica una disminución en el contenido de nitrógeno total del 39 por ciento en comparación con el tratamiento 4 .

134 DDT, el tratamiento 6, formado de 850 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (31: 69)$ complementado de 3 ppm de Fe en forma de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$, que presentó la mayor concentración de nitrógeno total con 3.41 por ciento, el cual superó estadísticamente al tratamiento testigo que obtuvo una concentración de nitrógeno total del 2.35 por ciento, por lo que el incremento en la concentración de nitrógeno total fue del orden 31 por ciento en relación al testigo, mientras que la concentración más baja del nitrógeno total se obtiene cuando se aplicaron los tratamientos 12 y 14 , con 350 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-: \text{NH}_4^+ = a 75:25$, con una concentración de nitrógeno total de 2.07 y 2.05 por ciento, concentraciones que representan una disminución del orden 40 por ciento, comparado con el tratamiento de la mayor concentración de nitrógeno total.

161 DDT, no se presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, se observaron las siguientes tendencias donde destaca el tratamiento 6, con una aplicación de 850 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (31:69)$ complementado por 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 , que presentó la mayor concentración de nitrógeno total de 2.75 por ciento, mientras que el testigo presentó

una concentración de nitrógeno total de 2.30 por ciento, por lo que el aumento en la concentración fue del orden del 16 por ciento, al mismo tiempo se aprecia también que la concentración de nitrógeno total más baja se consigue cuando se aplica el tratamiento 12, con 350 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+=75:25$, con una concentración de nitrógeno total de 1.98 por ciento, por lo que se tiene una disminución del 28 por ciento comparado con el tratamiento de la mayor concentración de nitrógeno total.

Cuadro 4.17. Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate desde los 18 y 54 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

Tratamiento	N+Fe (ppm)	N 18 DDT (por ciento)	N 54 DDT (por ciento)
1	350 + 3	5.44 abc	3.09 d
2	600 + 3	4.83 d	3.29 d
3	850 + 3	5.24 bc	3.16 d
4	1100 + 3	5.44 abc	3.43 bcd
5	600 + 3	5.70 d	3.94 abc
6	850 + 3	4.77 d	3.43 bcd
7	1100 + 3	4.77 d	4.37 a
8	600 + 3	5.51 ab	3.49 bcd
9	850 + 3	4.84 d	3.43 bcd
10	1100 + 3	5.64 a	3.96 ab
11	350 + 5	5.71 a	3.09 d
12	350 + 7.5	5.17 c	3.363 cd
13	350 + 10	4.28 e	3.56 bcd
14	350 + 5	4.77 d	3.22 d
15	350 + 7.5	5.30 bc	3.56 bcd
16	350 + 10	4.88 d	3.56 bcd

* Los tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P=0.01$

Cuadro 4.18. Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate desde los 91, 134 y 161 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

Tratamiento	N+Fe (ppm)	N 91 (por ciento)	N 134 (por ciento)	N 161 (por ciento)
1	350 + 3	3.22 bcde	2.35 def	2.30 a
2	600 + 3	3.45 abc	2.57 bcdef	2.48 a
3	850 + 3	2.28 g	2.72 bcde	2.42 a
4	1100 + 3	3.76 a	3.00 abc	2.30 a
5	600 + 3	2.95 cdef	2.79 bcde	2.38 a
6	850 + 3	3.29 abcd	3.41 a	2.75 a
7	1100 + 3	2.28 g	3.09 ab	2.55 a
8	600 + 3	3.69 ab	2.40 cdef	2.35 a
9	850 + 3	2.89 def	2.92 abcd	2.57 a
10	1100 + 3	3.56 ab	3.11 ab	2.33 a
11	350 + 5	2.35 g	2.30 ef	2.08 a
12	350 + 7.5	2.75 efg	2.07 f	1.98 a
13	350 + 10	2.48 fg	2.25 ef	2.50 a
14	350 + 5	2.62 fg	2.05 f	2.23 a
15	350 + 7.5	2.89 def	2.28 ef	2.20 a
16	350 + 10	2.75 efg	2.45 cdef	2.25 a

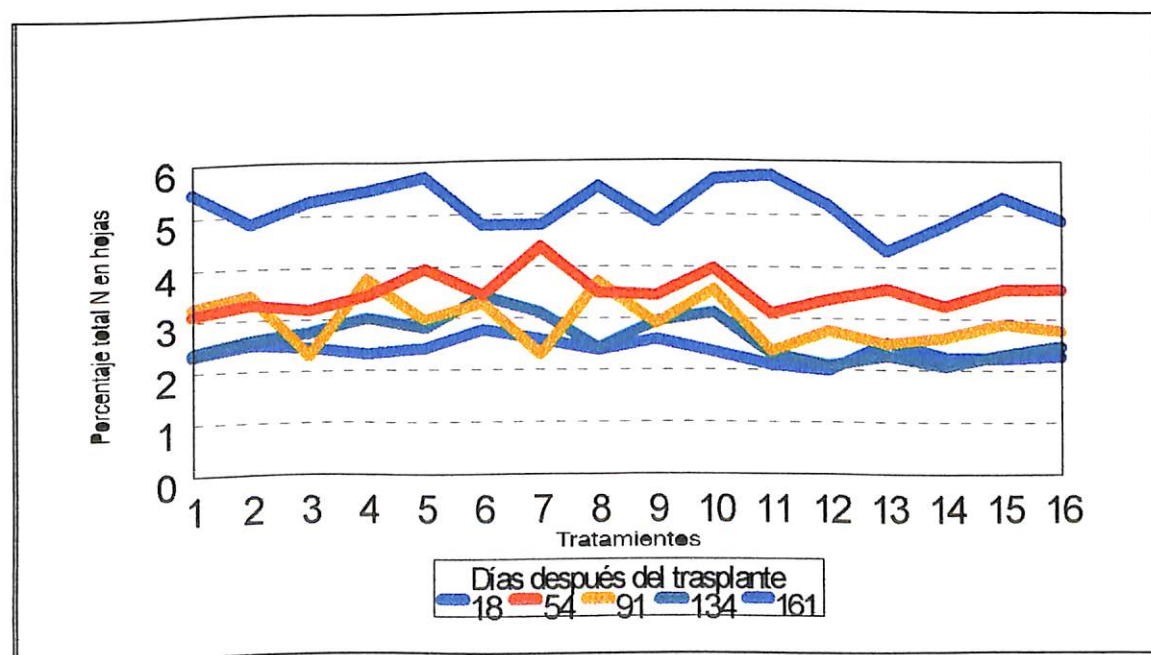


Figura 4.10. Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

En el Cuadro 4.19. se muestran las correlaciones entre la concentración de nitrógeno total y otras variables, en donde se observa que éste se correlacionó positivamente con amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT (0.6923**, 0.7950**, 0.6047*0.6752** y 0.6694**) y negativamente con nitrato a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT (0.7250**, 0.5242*, 0.5088*, 0.5440* y 0.6701**) N total 91 DDT positivamente con nitrato y fierro a los 91 y 18 DDT 0.5574* y 0.5689* N total 134 DDT positivamente nitrógeno total y amonio a los 161 y 18, 54, 91 134 ,161 DDT, (.6996** y 0.5787*, 0.5802*, 0.6321**, 0.6963**, 0.6325**) y negativamente con nitrato a los 18 y 54 DDT (0.5972* y 0.5337*), N total 161 DDT positivamente con amonio a los 54, 91, 134 y 161 DDT 0.5095 *, 0.5599*, 0.6177* y 0.6192 y negativamente con nitrato a los 54 y 91 DDT (0.6265** y 0.5400*).

Cuadro 4.19. Correlación entre la concentración de nitrógeno total y otras variables con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

	Variable	Correlación
Conc. N total	54 DDT con	
Conc. amonio	18 DDT	+ 0.6923**
Conc. amonio	54 DDT	+ 0.7950**
Conc. amonio	91 DDT	+ 0.6047*
Conc. amonio	134 DDT	+ 0.6752**
Conc. amonio	161 DDT	+ 0.6694**
Conc. nitrato	18, 54, 91, 134 y 161 DDT	- 0.7250** - 0.5242* - 0.5088* - 0.5440* - 0.6701**
Conc. N total	91 DDT con	
Conc. nitrato	91 DDT	+ 0.5574*
Conc. fierro	18 DDT	+ 0.5689*
Conc. N total	134 DDT	
Conc. N total	161 DDT	+ 0.6996**
Conc. amonio	18, 54, 91, 134 y 161 DDT	+ 0.5787* + 0.5802* + 0.6321** + 0.6963** + 0.6325**
Conc. nitrato	18 y 54 DDT	- 0.5972* - 0.5337*
Conc. N total	161 DDT	
Conc. amonio	54, 91, 134 y 161 DDT	+ 0.5095 * + 0.5599* + 0.6177* + 0.6192
Conc. nitrato	54, 91 DDT	- 0.6265** - 0.5400*

Los resultados indican que las mayores concentraciones de nitrógeno total en (por ciento) se obtuvieron en los tratamientos 4(3.76, 91 DDT), 6(3.41 y 2.75, 134 y 164 DDT), 7(4.37, 54DDT), 10 y 11(5.64 y 5.71, 18 DDT) con aplicaciones de 1100, 850, 1100 y 350 ppm de N y relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ =(91:9, 31:69, 24:76 y 75:25) adicionados de 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 y FeEDDHMA, respectivamente. Asimismo la concentración total de nitrógeno se correlacionó positivamente (54DDT) con la concentración de amonio en todas las fechas muestreadas y negativamente con la concentración de nitrato a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT.

Mientras que las menores concentraciones de nitrógeno total (por ciento) se presentaron en los tratamientos 1(3.09, 54DDT), 2(3.29, 54DDT), 3(3.16, 2.28, a 54 y 91 DDT),7(2.28, 91DDT), 11(3.09 y 2.35, a 54 y 91DDT), 12(2.07 y 1.98, a 134 y 161 DDT), 13(4.28, 18 DDT) y 14(3.22 y 2.05, 54 y134 DDT) con aplicaciones de 350, 600, 850 y 1100 ppm de nitrógeno y proporciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ =(75:25, 85:15, 90:10 y 24:76) adicionados de 3, 5, 7.5,10 y 5 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 , FeEDDHMA y FeEDTA, en el mismo orden.

De lo anterior se aprecia claramente que las mayores concentraciones de nitrógeno total se localizaron en los tratamientos con aplicaciones de 850 y 1100 ppm de nitrógeno y adicionados de Fe_2SO_4 , y entre éstos se observa también al tratamiento 11 que presentó las concentraciones de : 5.71, 3.09, 2.35, 2.30 y 2.08 por ciento, a los 18, 54, 91, 134 y 161DDT, en el mismo orden. Resultados que coinciden con los trabajos de (Tsikalas y Manios, 1988) e indican que nitrógeno a una dosis de

350 ppm aumenta los contenidos del mismo en la hojas, sin modificar los contenidos de Fe.

Asimismo con los señalados para la concentración de nitrógeno, e intervalos 5.0, 3.2, 2.30 y 2.0, por ciento, (Jones, Jr *et al.*, 1991) y obedeciendo también al comportamiento cercanamente lineal indicado por (Wilcox, 1993). Asimismo, acordes a los intervalos de la concentración de N 5.5, 3.10 y 2.2 ,por ciento, y superiores al nivel crítico, que corresponden a los estadios de crecimiento : 1 y 2 estratos, formación del fruto y plena cosecha, referidos, por (Smith, 1986) .

Y en los tratamientos 4 y 7 las concentraciones fueron : 5.44, 3.43, 3.76, 3.0, 2.30 y 4.77, 4.37, 2.28, 3.09 y 2.55, por ciento, a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT, respectivamente. Estos coinciden con los reportados por (Cadahía, 1995). En trabajos de tomate conducidos en sustrato inerte y solución nutritiva salina, donde se obtuvieron concentraciones de N comprendidas en el intervalo del 3.0-5.0, por ciento.

Asimismo (Papadopoulos y Tiessen, 1988) señalan que las bajas temperaturas producen mayor concentración de nitrógeno en las hojas.

Concentración de iones nitrato

El análisis de varianza para la concentración de iones nitrato en el follaje, desde los 18 y hasta los 161 DDT (Cuadro A.21, A.22, A.23, A.24, y A.25) mostraron diferencias altamente significativas y en la comparación de medias (Cuadro 4.19 y 4.20 y Figura 4.11.).

18 DDT, se aprecia al tratamiento 4, formado de 1100 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (91:9)$ complementado de 3 ppm de Fe_2SO_4 , presentó la mayor concentración de iones nitrato de 3.12 por ciento, que superó estadísticamente al tratamiento testigo, que obtuvo una concentración de nitrógeno total de 2.32 por ciento, por lo que el aumento en la concentración de nitrato fue del orden del 26 por ciento en comparación con el testigo, asimismo se observa también que la menor concentración de nitrato se consiguió al aplicar los tratamientos 6 y 7, con 850 y 1100 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 31:69$ y $24:76$, con 1.06 y 1.05 que presentaron una disminución en la concentración de nitrato del orden del 33 por ciento comparado con el tratamiento 4.

54 DDT, muestra al tratamiento 4, con una aplicación de 1100 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (91:9)$ complementado de 3 ppm Fe_2SO_4 con igual concentración de iones nitrato que el testigo de 4.08 por ciento, mientras tanto la menor concentración de iones nitrato se consiguió con la aplicación del tratamiento 7, con 1100 ppm de N y relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 24:76$, con una concentración de iones nitrato del 1.14 por ciento, y que representa una disminución del orden del 27 por ciento, comparado con el tratamiento de la mayor concentración de nitrato.

91 DDT. El tratamiento 4, formado de 1100 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (91:9)$, complementado de 3 ppm de Fe_2SO_4 , obtuvo la mayor concentración de nitrato con 3.42 por ciento, que supera al tratamiento testigo con una concentración del 2.42 por ciento, el incremento en la concentración del nitrato fue del 29 por ciento, en relación al testigo, la concentración de nitrato más baja se obtiene cuando se aplica el tratamiento 7, con 1100 ppm de N con una relación

de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 24 : 76$, con una concentración de nitrato de 0.55 por ciento, que significa una disminución del 84 por ciento, considerando al tratamiento 4.

134 DDT, el tratamiento 4, con una aplicación de 1100 ppm de N y una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (91 : 9)$ adicionado con 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$ que presentó la más alta concentración de iones nitrato con 2.75 por ciento, el cual superó estadísticamente al tratamiento testigo con una concentración de 1.76 por ciento, lo que significa un incremento en la concentración de nitrato del 36 en comparación con el testigo, mientras tanto la menor concentración de éstos se encontró en el tratamiento 7, con 1100 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 24 : 76$, con una concentración de nitrato de 0.74 por ciento, por lo que se tiene una reducción en concentración del 74 por ciento, comparado con el tratamiento 4.

161 DDT, resaltan los tratamientos 2 y 3, formados de 600 y 850 ppm de N y relaciones $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (85 : 15 \text{ y } 90 : 10)$ complementados de 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$, que obtuvieron la mayor concentración de nitrato con 2.11 y 2.18 por ciento, los cuales superaron estadísticamente al tratamiento testigo que obtuvo un contenido de nitrato de 1.71 por ciento, por lo que el incremento en el contenido de nitrato es del orden 22 por ciento en relación al testigo, asimismo se observa también que el contenido de nitrato más bajo se obtiene cuando se aplica el tratamiento 7, con 1100 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = a 24 : 76$, con un contenido de nitrato del 0.61 por ciento, por lo que se tiene una disminución en el contenido de nitrato del orden del 72 por ciento, en comparación con los tratamientos 2 y 3.

Cuadro 4.20. Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 18 y 54 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	Conc. nitrato 18 DDT (por ciento)	Conc. nitrato 54 DDT (por ciento)
1	350 + 3	2.32 abc	4.08 ab *
2	600 + 3	2.80 ab	4.11 ab
3	850 + 3	2.84 ab	4.72 ab
4	1100 + 3	3.12 a	4.08 a
5	600 + 3	1.74 bc	2.07 cde
6	850 + 3	1.06 c	1.48 de
7	1100 + 3	1.05 c	1.14 e
8	600 + 3	2.27 abc	3.58 bc
9	850 + 3	2.06 abc	2.90 bcde
10	1100 + 3	2.30 abc	3.27 bcd
11	350 + 5	2.32 abc	4.28 ab
12	350 + 7.5	2.52 abc	3.88 abc
13	350 + 10	2.67 ab	3.22 bcd
14	350 + 5	2.42 ab	3.58 bc
15	350 + 7.5	2.67 ab	3.98 ab
16	350 + 10	2.67 ab	3.63 bc

Cuadro 4.21. Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 91, 134 y 161 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	Conc. nitrato 91 DDT (por ciento)	Conc. nitrato 134 DDT (por ciento)	Conc. nitrato 161 DDT (por ciento)
1	350 + 3	2.42 abc	1.76 bcde	1.71 abc *
2	600 + 3	2.91 ab	2.17 abc	2.11 a
3	850 + 3	2.05 bcd	2.48 ab	2.18 a
4	1100 + 3	3.42 a	2.75 a	2.08 ab
5	600 + 3	1.30 cde	1.24 def	1.06 cde
6	850 + 3	1.02 de	1.06 ef	0.85 de
7	1100 + 3	0.55 e	0.74 f	0.61 e
8	600 + 3	2.40 abc	1.57 cde	1.53 abcd
9	850 + 3	1.44 cde	1.77 bcde	1.57 abcd
10	1100 + 3	2.05 bcd	1.79 bcd	1.36 bcd
11	350 + 5	1.76 bcde	1.76 bcde	1.56 abcd
12	350 + 7.5	2.06 bcd	1.56 cde	1.51 abcd
13	350 + 10	1.86 bcde	1.71 cde	1.86 ab
14	350 + 5	1.96 bcd	1.56 cde	1.66 abc
15	350 + 7.5	2.17 bcd	1.71 cde	1.66 abc
16	350 + 10	2.06 bcd	1.86 bcd	1.71 abc

* Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con P= 0.01

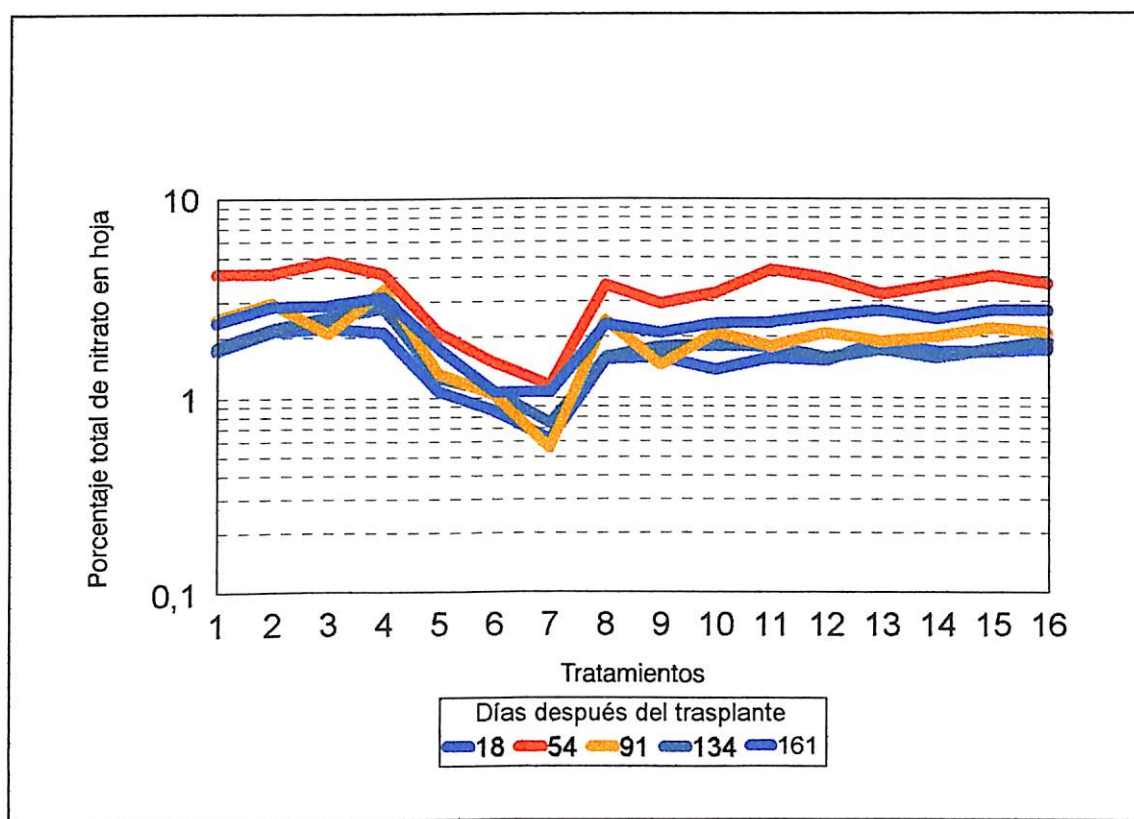


Figura 4.11. Concentración de iones nitrato en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

En el (Cuadro 4.21.) se muestran las correlaciones entre el contenido de nitrato y otras variables, en donde se aprecia que el nitrato 18 DDT se correlacionó positivamente con nitrato a los, 91, 134 y 161 DDT (0.9041**, 0.7928** y 0.8162**) y negativamente con amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT (0.9141**, 0.9497**, 0.8882**, 0.9512**y 0.9648**), nitrato 54 DDT positivamente nitrato a los 91, 134 y 161 DDT (0.8626**, 0.8797** y 0.9425**) y negativamente con amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT (0.9587**, 0.9333**, 0.9092**, 0.9593** y 0.9700**), nitrato 91 DDT positivamente con nitrato a los 134 y 161 DDT 0.8406** y 0.8272**) y negativamente con amonio y hierro a los 18, 54, 91, 134 , 161 y 18 DDT (0.8144**, 0.8292**, 0.6998**, 0.8123**, 0.8359** y 0.7277**),

nitrato 134 DDT positivamente con nitrato 161 DDT (0.9146**) y negativamente amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT(0.8691**, 0.8571**, 0.7910**, 0.8040** y 0.8481**), nitrato 161 DDT negativamente con amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT (0.9723**, 0.9544**, 0.9017**, 0.9223** y 0.9396**).

Cuadro 4.22. Correlación entre la concentración de iones nitrato con otras variables con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

Variable	Correlación		
Conc. nitrato 18 DDT			
Conc.nitrato 91, 134 y 161 DDT	+ 0.9041**	+ 0.7928**	+ 0.8162**
Conc. amonio 18, 54, 91, 134 y 161 DDT	- 0.9141**	- 0.9497**	- 0.8882**
	- 0.9512**	- 0.9648**	
Conc. nitrato 54 DDT			
Conc. nitrato 91, 134 y 161 DDT	+ 0.8626**	+ 0.8797**	+ 0.9425**
Conc. amonio 18, 54, 91, 134 y 161 DDT	- 0.9587**	- 0.9333**	- 0.9092**
	- 0.9593**	- 0.9700**	
Conc.nitrato 91 DDT			
Conc nitrato 134 y 161 DDT	+ 0.8406**	+ 0.8272**	
Conc.amonio 18, 54, 91, 134,161 DDT	- 0.8144**	- 0.8292**	- 0.6998**
	- 0.8123**	- 0.8359**	
Conc. hierro 18	- 0.7277**		
Conc. nitrato 134 DDT			
Conc. nitrato 161 DDT	+ 0.9146**		
Conc. amonio 18, 54, 91, 134 y 161 DDT	- 0.8691**	- 0.8571**	- 0.7910**
	- 0.8040**	- 0.8481**	
Conc. nitrato 161 DDT			
amonio a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT	- 0.9723**	- 0.9544**	- 0.9017**
	- 0.9223**	- 0.9396**	

La más alta concentración de iones nitrato se obtuvo en los tratamientos 2(2.11, por ciento, a los 161 DDT), 3 (2.18, por ciento, a los 161 DDT) y 4 (3.12, 4.08, 3.42 y 2.75 por ciento, a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT), compuestos de 600, 850 y 1100 ppm de N, con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (85:15, 90:10 \text{ y } 91:9)$ y adicionados de 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 , en el mismo orden.

Mientras que las menores concentraciones de iones nitrato fueron obtenidas en los tratamientos 6 (1.06, por ciento, a los 18 DDT) y 7(1.05, 1.14, 0.55, 0.74 y 0.61, por ciento, a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT) constituidos por 850 y 1100 ppm de N, con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (31:69 \text{ y } 24:76)$ y adicionados de 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 , respectivamente.

De estos resultados se aprecia claramente que las concentraciones de iones nitrato fueron determinadas por las dosis de nitrógeno y relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$, aplicadas en los tratamientos 4 y 7 de mayor y menor concentración de éstos iones, respectivamente.

El comportamiento del tratamiento 11 presentó (2.32, 4.28, 1.76, 1.76 y 1.56, por ciento, a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT).

Con respecto a este ión coinciden en señalar (Coltman, 1988 ; Sabirova *et al.* , 1994). Que su dinámica obedece a los estadios de crecimiento correspondientes (quinta hoja, floración, formación del fruto y producción) requiriendo mayor cantidad de nitratos en el estadio de la quinta hoja y disminuyendo gradualmente en las sucesivas etapas fenológicas, tendencia observada en el tratamiento 11 a los 54, 91 y 134 DDT con 4.28, 1.76, 1.76 ,por ciento, por lo que estos resultados son acordes con los autores antes referidos, y difieren estos valores con los indicados por (Burgueño, 1994) donde refiere a las concentraciones de nitratos 16000, 14000 y 10000 ppm como optimas para las etapas fenológicas : Floración, formación de frutos y producción.

Asimismo, coinciden los resultados obtenidos en el tratamiento 4 con lo señalado por (Coltman, 1988). La concentración de nitrato en las hojas es producto, del incremento en la dosis de N, y poda de la hoja.

Concentración de iones amonio

El análisis de varianza para la concentración de iones amonio en el follaje durante la estación de crecimiento, desde los 18 y hasta los 161 días después del trasplante (DDT) (Cuadro A.26, A.27, A.28, A.29, y A.30) mostraron diferencias significativas, y en la comparación de medias (Cuadro 4.23, 4.24 y Figura 4.12).

18 DDT se observa a los tratamientos 6 y 7, con una aplicación de 850 y 1100 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (31:69 \text{ y } 24:36)$, complementados de 3 ppm de Fe_2SO_4 , que obtuvieron la mayor concentración de iones amonio 3.29 y 3.63 por ciento, los cuales superaron estadísticamente al tratamiento testigo que obtuvo 1.36 por ciento, por lo que el incremento en el contenido de amonio fue del orden del 59 por ciento, mientras que el contenido de amonio más bajo se obtuvo cuando se aplicaron los tratamientos 3 y 4, con 850 y 1100 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 90:10 \text{ y } 91:9 + \text{Fe}_2\text{SO}_4$, con un contenido de amonio de 0.52 y 0.49 por ciento, por lo que se obtuvo una disminución del 85 por ciento, en comparación con el tratamiento de mayor contenido de amonio.

54 DDT, se observa al tratamiento 7, con una aplicación de 1100 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (24 : 76)$ complementado de 3 ppm de Fe_2SO_4 , obtuvo el mayor contenido de amonio con 3.32 por ciento, el cual superó estadísticamente al tratamiento testigo, que obtuvo una concentración de amonio del

0.77 por ciento, con un aumento del 23 por ciento, en relación al testigo, mientras que la concentración más baja se encontró en los tratamientos 3 y 4, con 850 y 1100 ppm de N y relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 90:10$ y $91:9$, con una concentración de 0.31 por ciento, por lo que el incremento en la concentración de amonio fue mayor al 90 por ciento, en comparación con el tratamiento 7.

91 DDT, se observa al tratamiento 6, con una aplicación de 850 ppm de N y una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (31:69)$, adicionado de 3 ppm de Fe_2SO_4 , que obtuvo una concentración de amonio del 2.27 por ciento, el cual superó estadísticamente al testigo que obtuvo una concentración de 0.81 por ciento, que representó un incremento en la concentración en amonio del 36 por ciento, en relación al testigo. Asimismo se aprecia que la concentración de amonio más baja se obtiene cuando se aplica el tratamiento 3, con 850 ppm de N con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 90:10$, con una concentración de 0.23 por ciento, por lo que se tiene una disminución del 90 por ciento, en comparación con el tratamiento 6.

134 DDT, se observa a los tratamientos 6 y 7, con una aplicación de 850 y 1100 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (31:69$ y $24:76)$, complementados de 3 ppm de Fe_2SO_4 , que obtuvieron una concentración de amonio de 2.36 y 2.35 por ciento, los cuales superaron estadísticamente al tratamiento testigo que obtuvo una concentración de amonio del 0.59 por ciento, con un incremento del 25 por ciento, en comparación con el testigo. Asimismo se aprecia también que la concentración de amonio más baja se consiguió cuando se aplicaron los tratamientos 2, 3 y 4, con 600, 850 y 1100 ppm de N con las relaciones $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 85:15$, $90:10$ y $91:9$, con 0.38, 0.27 y 0.27 por ciento, por lo que la disminución en la concentración de amonio fue del 89 por ciento, comparado con el tratamiento 6.

161 DDT. Destacan los tratamientos 6 y 7, formados de 850 y 1100 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (31: 69 \text{ y } 24 : 76)$, adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 que presentaron la más alta concentración de amonio 1.90 y 1.94 por ciento, mismos que superaron estadísticamente al tratamiento testigo que obtuvo una concentración de amonio del 0.57 por ciento, por lo que el incremento en el contenido de amonio fue del 30 por ciento en relación al testigo. Asimismo se aprecia también que la concentración de amonio más baja se logró con la aplicación de los tratamientos 2, 3 y 4, con 600, 850 y 1100 ppm N y con las relaciones $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = 85 : 15, 90 : 10 \text{ y } 91: 9$, con una concentración de amonio de 0.37, 0.24 y 0.20 por ciento, con una reducción del 90 por ciento, comparado con el tratamiento 7.

Cuadro 4.23. Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 18, 54 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	Conc.amonio 18 DDT (por ciento)	Conc.amonio 54 DDT (por ciento)
1	350 + 3	1.36 e	0.77 fgh *
2	600 + 3	0.72 fg	0.49 gh
3	850 + 3	0.52 g	0.31 h
4	1100 + 3	0.49 g	0.31 h
5	600 + 3	2.63 b	2.22 bc
6	850 + 3	3.29 a	2.36 b
7	1100 + 3	3.63 a	3.32 a
8	600 + 3	1.93 cd	1.22 def
9	850 + 3	1.93 cd	1.37 de
10	1100 + 3	2.37 bc	1.66 cd
11	350 + 5	1.43 de	0.77 fgh
12	350 + 7.5	1.29 e	0.84 efgh
13	350 + 10	1.07 ef	0.89 efg
14	350 + 5	1.19 ef	0.81 fgh
15	350 + 7.5	1.33 e	0.89 efg
16	350 + 10	1.21 ef	0.89 efg

* Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P= 0.01$

Cuadro 4.24. Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 91,134 y 161 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	Conc.amonio a 91 DDT (por ciento)		Conc.amonio a 134 DDT (por ciento)		Conc.amonio a 161 DDT (por ciento)	
1	350 + 3	0.81	de	0.59	de	0.57	def *
2	600 + 3	0.51	ef	0.38	e	0.37	f
3	850 + 3	0.23	f	0.27	e	0.24	f
4	1100 + 3	0.34	ef	0.27	e	0.20	f
5	600 + 3	1.65	b	1.58	b	1.35	b
6	850 + 3	2.27	a	2.36	a	1.90	a
7	1100 + 3	1.73	b	2.35	a	1.94	a
8	600 + 3	1.29	bc	0.85	cd	0.82	cde
9	850 + 3	1.55	bc	1.18	bc	1.04	bc
10	1100 + 3	1.59	bc	1.30	b	0.99	bcd
11	350 + 5	0.59	ef	0.59	de	0.52	ef
12	350 + 7.5	0.69	def	0.52	de	0.50	ef
13	350 + 10	0.62	ef	0.57	de	0.62	def
14	350 + 5	0.65	ef	0.52	de	0.55	ef
15	350 + 7.5	0.72	de	0.57	de	0.55	ef
16	350 + 10	0.69	def	0.62	de	0.57	def

* Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con P= 0.01

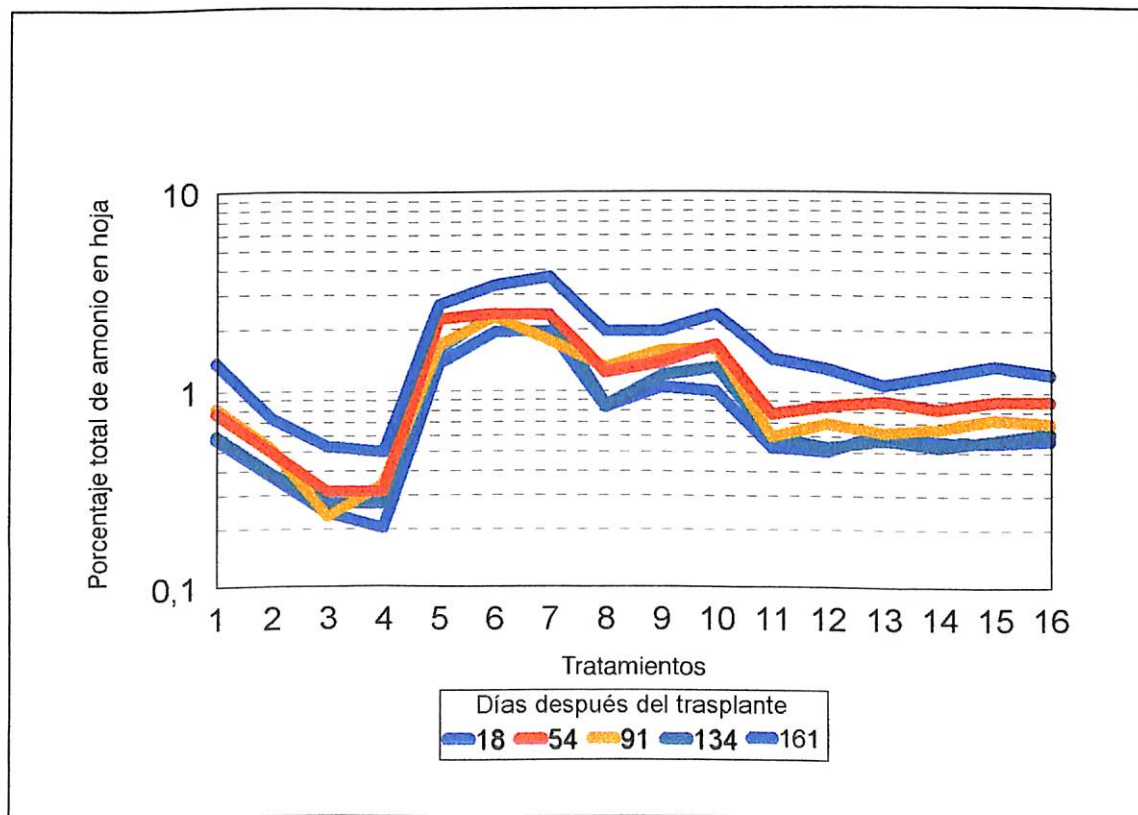


Figura 4.12. Concentración de iones amonio en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

En el (Cuadro 4.25) se muestran las correlaciones entre la concentración de iones amonio y otras variables, en donde se observa que la concentración de amonio 18 DDT se correlacionó positivamente con amonio a los 54, 91, 134 y 161 DDT (0.9749**, 0.9581**, 0.9754** y 0.9778**), amonio 54 DDT se correlacionó positivamente con amonio 91, 134 y 161 DDT (0.9032**, 0.9675** y 0.9730**) amonio 91 DDT se correlacionó positivamente con amonio 134 y 161 DDT (0.9500** y 0.9491**), amonio 134 DDT se correlacionó positivamente con amonio 161 DDT (0.9242**).

Cuadro 4.25. Correlación entre la concentración de iones amonio y otras variables con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

Variable	Correlación
Conc. amonio 18 DDT	
Conc. amonio 54, 91, 134 y 161 DDT	+ 0.9749** + 0.9581** + 0.9754** + 0.9778**
Conc. amonio 54 DDT	
Conc. amonio 91, 134 y 161 DDT	+ 0.9032** + 0.9675** + 0.9730**
Conc. amonio 91 DDT	
Conc. amonio 134 y 161 DDT	+ 0.9500** + 0.9491**
Conc. amonio 134 DDT	
Conc amonio 161 DDT	+ 0.9242**

Las mayores concentraciones de iones amonio se presentaron en los tratamientos 6(3.29, 2.27, 2.36 y 1.90, por ciento, a los 18, 91, 134 y 161 DDT) y 7(3.63, 3.32, 2.35 y 1.94, por ciento, a los 18, 54, 134 y 161 DDT) constituidos por 850 y 1100 ppm de N, con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (31:69 \text{ y } 24:76)$ y adicionados de 3 ppm de Fe en forma de Fe_2SO_4 , respectivamente.

Mientras que las menores concentraciones de amonio se obtuvieron en los tratamientos 2(0.38 y 0.37, por ciento, a los 134 y 161 DDT), 3(0.52, 0.31, 0.23, 0.27 y 0.24, por ciento, a los 18, 54, 91, 134 y 161 DDT) y 4(0.49, 0.31, 0.27 y 0.20, por ciento, a los 18, 54, 134 y 161 DDT) con aplicaciones de 600, 850 y 1100 ppm de N, con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (85:15, 90:10 \text{ y } 91:9)$ y adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 en el mismo orden.

Se observan marcadamente las diferencias obtenidas en los tratamientos 6 y 7 con dosis de 850 y 1100 ppm de N y predominio del ión amonio de la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$. De acuerdo con (Sánchez y Escalante, 1988) la concentración en ambos tratamientos 6 y 7 es superior a la óptima, y bajo estas condiciones coinciden en señalar (Torres y Wilcox, 1974; Magalhaes y Huber, 1992) hay una reducción del crecimiento vegetativo, de raíz y brotes cuando el pH no es ajustado, por otra parte (Maldonado, 1994) indica que la nutrición realizada con amonio incrementa el crecimiento vegetativo en forma excesiva o el empleo de estas sales bajo condiciones de alta luminosidad o bien si ocurre una deficiencia de nitrógeno (Resh, 1992).

Concentración de fierro

El análisis de varianza para la concentración de fierro total en el follaje, durante la estación de crecimiento, desde los 18 días después del trasplante DDT) hasta los 161 DDT (Cuadro A.31, A.32, A.33, A.34 y A.35) mostraron diferencias altamente significativas, excepto a los 91, 134 y 161 DDT y en la comparación de medias (Cuadros 4.26, 4.27 y Figura 4.13.)

18 DDT. Se aprecia al tratamiento 4, formado de 1100 ppm de N y relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (91: 9)$ adicionado de 3 ppm de Fe_2SO_4 , que obtuvo la mayor concentración de fierro con 394 ppm el cual superó estadísticamente al testigo con una concentración de fierro de 330 ppm, el incremento fue del 16 por ciento, en relación al testigo. Asimismo la concentración más baja se obtiene cuando se aplicó el tratamiento 9, con 850 ppm de N y relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = a 60:40$, con 238 ppm de fierro y una reducción del 40 por ciento, en comparación con el tratamiento 4.

54 DDT. Destaca el tratamiento 11, con una aplicación de 350 ppm de N y relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (75:25)$, adicionado de 5 ppm de FeEDDHMA, obtuvo la mayor concentración de fierro con 399 ppm, el cual fue estadísticamente superior al tratamiento testigo que presentó una concentración de fierro de 224 ppm, por lo que el incremento en la concentración de fierro fue del orden del 44 por ciento.

91 DDT, en las tendencias mostradas destaca el tratamiento 9, formado de 850 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (60:40)$ complementado de 3 ppm de Fe_2SO_4 , que obtuvo la mayor concentración de fierro con 434 ppm el cual superó al tratamiento testigo en un 20 por ciento, mientras que la menor concentración de fierro se presentó en el tratamiento 2, con 600 ppm de N con una relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = a 85:15$, con 255 ppm.

131 DDT, en las tendencias mostradas sobresalen los tratamientos 5 y 7, con una aplicación de 600 y 1100 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+ = (44:56, 24:76)$, adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 , con una concentración de fierro de 411 ppm, el testigo presentó un contenido de 279 ppm, con una diferencia en el contenido del 32 por ciento. Asimismo se aprecia que la menor concentración de

fierro se obtuvo en el tratamiento 9, con 850 ppm de N con una relación de NO_3^- : $\text{NH}_4^+ = 60 : 40$, con 275 ppm de fierro y una reducción del 33 por ciento, comparado con los tratamientos 5 y 7.

161 DDT. En las tendencias mostradas destaca el tratamiento 16, con una aplicación de 350 ppm de N y relación de NO_3^- : $\text{NH}_4^+ = (75 : 25)$, complementado de 10 ppm de FeEDTA, con un contenido de fierro de 401 ppm mientras que el testigo presentó 325 ppm y la menor concentración de fierro se obtuvo en el tratamiento 5, con 600 ppm de N y de NO_3^- : $\text{NH}_4^+ = 44:56$, con 304 ppm de fierro, con una disminución del 24 por ciento, en comparación con el tratamiento que obtuvo la mayor concentración de fierro.

Cuadro 4.26. Concentración de fierro en hoja de tomate a los 18 y 54 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	Conc. fierro 18 DDT (ppm)	Conc. fierro 54 DDT (ppm) *
1	350 + 3	330.00 abcd	224.00 d
2	600 + 3	338.00 abcd	244.00 bcd
3	850 + 3	294.00 cdef	242.00 bcd
4	1100 + 3	394.00 a	293.00 abcd
5	600 + 3	280.00 def	253.00 bcd
6	850 + 3	250.00 ef	263.00 abcd
7	1100 + 3	284.00 def	339.00 abcd
8	600 + 3	374.00 ab	378.00 ab
9	850 + 3	238.00 f	302.00 abcd
10	1100 + 3	286.00 cdef	281.00 abcd
11	350 + 5	268.00 def	399.00 a
12	350 + 7.5	314.00 bcde	267.00 abcd
13	350 + 10	250.00 ef	305.00 abcd
14	350 + 5	288.00 cdef	236.00 cd
15	350 + 7.5	358.00 abc	367.00 abc
16	350 + 10	256.00 ef	229.00 cd

* Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P= 0.01$

Cuadro 4.27. Concentración de hierro en hoja de tomate a los 91 y 134 y 161 DDT con diferentes fuentes, dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

No Tratamiento	N+Fe (ppm)	Conc. hierro 91 DDT (ppm)	Conc. hierro 134 DDT (ppm)	Conc. hierro 161 DDT (ppm) *
1	350 + 3	351.00 a	279.50 a	323.50 a
2	600 + 3	255.00 a	380.50 a	386.00 a
3	850 + 3	306.00 a	292.00 a	341.50 a
4	1100 + 3	414.00 a	391.00 a	323.50 a
5	600 + 3	323.00 a	411.00 a	304.00 a
6	850 + 3	331.75 a	358.00 a	321.00 a
7	1100 + 3	268.00 a	411.00 a	355.50 a
8	600 + 3	342.00 a	283.00 a	318.50 a
9	850 + 3	434.00 a	275.00 a	375.50 a
10	1100 + 3	383.00 a	283.50 a	394.00 a
11	350 + 5	388.00 a	306.50 a	326.00 a
12	350 + 7.5	335.00 a	377.00 a	312.00 a
13	350 + 10	340.00 a	313.00 a	320.00 a
14	350 + 5	380.00 a	299.00 a	319.00 a
15	350 + 7.5	365.00 a	330.00 a	358.00 a
16	350 + 10	320.00 a	398.00 a	401.00 a

* Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente con $P=0.01$

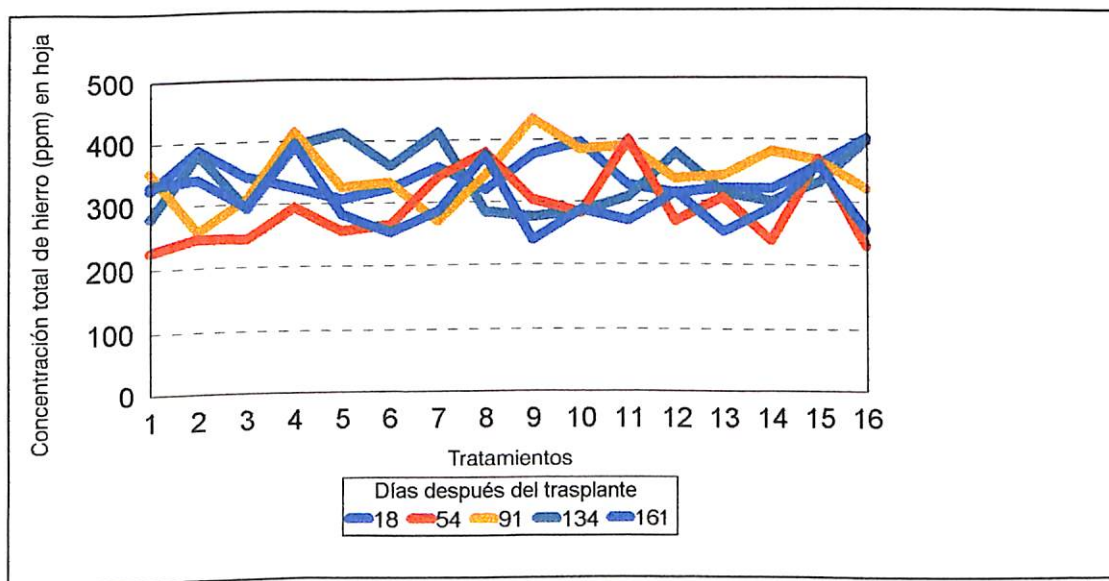


Figura 4.13. Concentración de hierro en hoja de tomate con diferentes fuentes y dosis de N y Fe, UAAAN. 1997.

Los tratamientos con el mayor contenido de fierro (ppm) fueron: 4(394, 18DDT) 5(411 y 304, 131 y 161 DDT), 7(411, 134DDT), 8(374 y 378, a los 18 y 54DDT), 11(399, 54 DDT), 15(358,18 DDT) y 16(401, 161DDT) con aplicaciones de 1100, 600, 1100, 600 y 350 ppm de N, y con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (91:9, 44:56, 24:76, 65:35 \text{ y } 75:25)$ adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 5,7.5 y 10 FeEDDHMA y FeEDTA , respectivamente.

Mientras que las concentraciones de fierro (ppm) más bajas se obtuvieron en los tratamientos : testigo(224, 54DDT), 2(255, 91 DDT), 5(304, 161 DDT) y 9(238 y 275, 18 y161 DDT) con aplicaciones de 350, 600, 600 y 850 ppm de N, y proporciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75:25, 85:15, 44:56 \text{ y } 60:40)$ adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 , en el mismo orden.

De estos resultados se observa que las mayores concentraciones de fierro se presentaron en los tratamientos que fueron adicionados de sal ferrosa excepto en el complementado de FeEDDHMA (tratamiento 11) que destacó con 399 ppm a los 54 DDT y posterior a esta fecha mostró una tendencia regresiva con 388 y 306 a los 91 y 134 DDT.

En lo referente a este micronutriente (Norvel, 1983) señala que hay mayor solubilidad, movilidad y disponibilidad para la planta, bajo la forma quelatada comparada con la sal ferrosa y el uso de una dosis de 5 ppm en la solución nutritiva (Sánchez y Escalante, 1988) condiciones reunidas en el tratamiento 11 con

concentraciones superiores a las reportadas por (Wilcox, 1993) señala una concentración mayor a 100 ppm para el período de formación del fruto.

Asimismo, (Cadaña, 1995; Burgueño, 1994) ubican a éstas en : 150, 140 y 120 ppm en las etapas fenológicas: Floración, formación de frutos y producción, respectivamente. Por otra parte (Jones, Jr *et al.* , 1991; Smith, 1986) refieren a los intervalos comprendidos entre 60-300 ppm y 100-300 mg/kg como las óptimas concentraciones obtenidas en tratamientos 1 , 2 y 9 (224, 255, 238 y 275 ppm a los 54, 91, 18 y 161 DDT) en el mismo orden.

Así las presentadas en los tratamientos 4 y 7(394, y 411 ppm a los 18 y 134 DDT) obedecen a lo señalado por (López-Andreu *et al.*, 1988) Las soluciones de toxicidad de nitrógeno incrementan el contenido de fierro en el fruto, y difiere en los resultados obtenidos por (Jitendra y Pandey, 1993) trabajaron con formulaciones 5.6-89.6 ppm de FeSO_4 que contribuyeron a incrementar la concentración de N en brotes y frutos.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y para las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, se derivan las siguientes conclusiones :

El mayor rendimiento de fruto de tomate se obtiene con la aplicación de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75 : 25)$ adicionado con 5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA.

Componentes de Calidad : El mayor diámetro de fruto se obtiene con la dosis de 600 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (85:15)$ adicionado con 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$

La mejor consistencia de fruto verde sazón y rojo se consigue con una aplicación de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75: 25)$ adicionados con 3 y 5 ppm de Fe_2SO_4 y FeEDTA.

El demérito de la calidad asociada con elevados contenidos de sólidos solubles en frutos verde sazón y rojo se obtiene con las aplicaciones de 1100 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (24\cdot76 \text{ y } 91: 9)$ adicionados con 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$.

El mayor contenido de clorofila **a**, **b** y **total** a los 50 y 135 días después del trasplante se obtiene con la dosis de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ (75:25) adicionado de 7.5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA.

Las dosis de 350 y 600 ppm de nitrógeno con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 75:25$ y 85:15 adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 y 5 y 7.5 ppm de FeEDDHMA contribuyeron en la obtención del mejor rendimiento, mayor calidad del fruto y contenido de clorofila.

La mejor fuente de hierro fue el Fe en forma de FeEDDHMA en dosis de 5-7.5 ppm.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar diferentes fuentes y dosis de nitrógeno y fierro, sobre el rendimiento y calidad del fruto de tomate, así como el contenido de clorofilas y el valor crítico para ambos nutrimentos, fue llevado a cabo el presente trabajo en el invernadero del Departamento de Horticultura de la UAAAN utilizando el híbrido de tomate "A - 516", la solución nutritiva estandar consistió de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Cu y Zn en dosis: 350, 90, 350, 400, 75, 3, 1, 1, 0.5 y 0.5 ppm, respectivamente, en la preparación de los tratamientos se utilizaron tres fuentes de nitrógeno y fierro : Supernitrato, Sulfato de amonio, Nitrato de amonio, Sulfato ferroso, FeEDDHMA y FeEDTA, y de cada fuente se emplearon tres dosis: 250, 500, 750 ppm de nitrógeno y 5, 7.5 y 10 ppm de fierro que añadidas a las 350 ppm de N provenientes de la solución nutritiva dieron un total de 600, 850 y 1100 ppm de nitrógeno. El tratamiento 1, se consideró como el testigo, y al que únicamente se le aplicó la solución nutritiva estandar. En los tratamientos del 1 al 10 se utilizó como fuente de Fe al sulfato ferroso en dosis de 3 ppm de acuerdo a la solución nutritiva normal, la frecuencia de riego fue diaria de riego fue diaria en cada maceta para lo cual se diseñó un sistema de riego dirigido, con el uso de garrafones de plástico para 20 L de capacidad desde el cual se suministró la solución nutritiva, por medio de un tubo y regulada por una llave de paso en cada maceta, y en ésta un gotero con un gasto de 1.89 L/h. la solución nutritiva se cambió cada 10 días. El

diseño experimental utilizado fue un Completamente al Azar conformado de 16 tratamientos.

Los resultados mostraron que el tratamiento que produjo el mejor rendimiento de fruto (21.14 kg / m^2) se obtiene con la aplicación de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (75 : 25)$ adicionado con 5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA.

La mayor calidad de fruto conferida por el diámetro y consistencia del mismo en los colores verde sazón y rojo, se consigue con la dosis de 600 y 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (85:15 \text{ y } 75:25)$ y la adición de 3 y 5 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$ y FeEDTA. El demérito de la calidad fue asociada con elevados contenidos de sólidos solubles en frutos verde sazón y rojo y se obtiene con las aplicaciones de 1100 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (24:76 \text{ y } 91: 9)$ adicionados con 3 ppm de $\text{Fe}_2 \text{SO}_4$.

El mayor contenido de clorofila **a**, **b** y **total** a los 50 y 135 días después del trasplante se obtiene con la dosis de 350 ppm de N y con una relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ (75:25)$ adicionado de 7.5 ppm de Fe en forma de FeEDDHMA, y no así a los 80 días después del trasplante. en donde el mayor contenido de clorofila **a**, **b** y **total** se consigue con las aplicaciones de 1100 y 850 ppm de N y con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = (24:76 \text{ y } 60:40)$ adicionados de Fe_2SO_4 .

Las dosis de 350 y 600 ppm de nitrógeno con relaciones de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+ = 75:25$ y 85:15 adicionados de 3 ppm de Fe_2SO_4 y 5 y 7.5 ppm de FeEDDHMA contribuyeron en la obtención del mejor rendimiento, mayor calidad del fruto y contenido de clorofila.

La mejor fuente de hierro fue el quelato FeEDDHMA en dosis de 5-7.5 ppm.

El mejor rendimiento, calidad de fruto y contenido de clorofilas se consigue con el intervalo de nitrógeno arriba de 350 ppm y por encima de 5 ppm para el hierro.

LITERATURA CITADA

- Adams.,P, and L.C.Ho. 1993. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity. Hort.Abs. Vol. 63 (5) : 3504. U.S.A.
- Aleksanyan, D. S. 1988. Physiological characteristics of tomato and capsicum plants in outdoor hydroponics. Hort. Abs. Vol. 58 (4) : 2165.U.S.A.
- Avakyan, A. B., Gorbunova, L.P., Gabrielyan, N.A. and Arutyunyan, G.A. 1993. Effect of nitrogen fertilizers on delayed leaf chlorophyll fluorescence, metabolism and productivity on tomatoes. II. Delayed leaf chlorophyll fluorescence in relation to the level of nitrogen nutrition. Hort Abs. Vol. 63 (9) : 6750. U.S.A.
- Barker., A. V., and K. M. Ready. 1994. Ethylene evolution by tomatoes stressed by ammonium nutrition. Hort Science 119 (4) : 706-710. U.S.A.
- Barker., V. A., and K. A. Corey. 1988. Ethylene evolution by tomato plants under nutrient stress Hort Science 23 (1) : 202-203. U.S.A.
- Boivin,C., A. Gosselin and M.J. Trudel. 1988. Effect of supplementary lighting on transplant growth and yield of greenhouse tomato. Hort.Abs. 58 (5) : 2161. U.S.A.
- Burgueño, H. 1994. La Fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Culiacán, Sin. México. 46p.
- Cadahía, L. C. 1995. Fertilización. En: Nuez, F. (Comp.) El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 171-186.

- Caron, J., L.E. Parent and A. Gosselin. 1992. Effect of nitrogen and salinity levels in the nutrient solution on the DRIS diagnosis of greenhouse tomato. Hort.Abs.Vol. 62 (6) : 4896 .U.S.A.
- Coltman, R.R. 1988. Sampling considerations for nitrate quick tests of greenhouse-grown tomatoes. Hort. Abs. Vol. 58 (3) : 1533 .U.S.A.
- Cornish, P.S. 1993. Use of high electrical conductivity of nutrient solution to improve the quality of salad tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) grown in hydroponic culture Hort. Abs. Vol. 63 (6) : 4299 .U.S.A.
- Chamarro L. J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta . En : Nuez F. (Comp.) . El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España pp 79-87.
- Charboneau J.,A. Gosselin and M.J.Trudel. 1988. Influence of the electrical conductivity of the nutrient solution on the growth and development of glasshouse tomatoes grown with or without supplementary lighting. Hort. Abs. Vol. 58 No. 6 : (3496).U.S.A.
- Chung, S.J., Seo, B. S and Lee, B.S. 1994. Effects of nitrogen, potassium levels and their interaction on the growth and development of hidroponically grown tomato. Hort Abs. Vol. 64 (10) :7977. U.S.A.
- Drews, M., and Frank .R. 1988. Influence of calcium content of the water on plant development of tomatoes and cucumbers grown in NFT. Hort. Abs. Vol. 58 No.5 :(3495).U.S. A.
- Drews, M. 1994. Does the quantity of drainage water affect the yield of tomatoes Hort. Abs. Vol . 64 (9) : 7124 .U.S. A.
- Eckhard, F. 1994. On the construction of the container in the plant plane hydroponic method . Hort Abs. Vol. 64 (7) : 5467 .U.S.A.

- Feng J., and A. Barker. 1993. Ethylene evolution and ammonium accumulation by tomato plants under water and salinity stresses. Part 1. Hort. Abs. Vol. 63 (11) : 7664 .U.S.A
- García, Enriqueta. 1973. Modificaciones al sistema climático de Köppen, adaptado a la República Mexicana, Instituto de Física, U.N.A.M. México, D.F. pp 88.
- Gutiérrez R.M., R. San Miguel .CH., T.Nava.S y A.Larqué.S. 1994. Métodos avanzados en Fisiología Vegetal Experimental. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo. Méx. 55-59
- Infante, G.S y G. P Zárate de Lara. 1990. Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario, segunda edición. Ed. Trillas, México, D.F. pp. 417-418.
- Jitendra M., and A. K. Pandey. 1993. Influence of chelated forms of iron on growth and mineral composition of tomato plants. Hort. Abs. Vol. 63 (8) : 5921 .U.S.A.
- Jones, Jr. J.B; B, Wolf and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. 1.Methods of plant analysis and interpretation. Micro-Macro, Pub. Inc. U.S.A. pp.187.
- Kakhana B., M., and N. I. Krivileva. 1988. Pectin metabolism and firmness of tomato fruits Hort. Abs. Vol. 58 No. (4) : 2170. U.S.A.
- Lee, E. H., S. K. Park and K. Y. Kim, K.Y. 1993. The effect of $\text{NO}_3\text{-N}$ to $\text{NH}_4\text{-N}$ ratio on the growth of several garden fruits in hydroponics. 2. The effect of $\text{NO}_3\text{-N}$ to $\text{NH}_4\text{-N}$ ratio on the growth, mineral content and yield of tomato. Hort. Abs. Vol. 63 (4) 2760. U.S.A.
- López-Andreu, F.J., Esteban, R.M.; G. J. López and J.G. Collado. 1988. Incidence of nutrition in acidity and mineral content of tomato fruits.Hort. Abs. vol. 58 (5) : 2908 . U.S.A.
- Magalhaes J. R., and D.M. Huber. 1992. Response of ammonium assimilation enzymes to nitrogen form treatments in different plant species. Hort. Abs. Vol. 62 (2) : 1211.U.S.A.

- Maldonado T.R., J.Pineda P. y M.A.Vergara S. 1992. Efecto de diferentes relaciones nitrato-amonio sobre la absorción de nutrientes en el cultivo de jitomate. en: Tovar S; J.L. y R. Quintero L. (Eds.). La investigación edafológica en México. 1991-1992. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Acapulco Gro. México. 137.
- Maldonado, T. R. 1994. Método universal para la preparación de soluciones nutritivas Apoyos Académicos. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 36 p.
- Merino S. A.A., R. Schwentesius R. y M.A.Gómez C. 1996. El Sector Hortícola de México y Estados Unidos (1970-1994). En: Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial de la Universidad Autónoma Chapingo. (CIESTAAM). Chapingo, Méx. pp 56-75
- Mohamed A.A., 111 EL-Sokkary and T.C. Tucker. 1987 .Growth and chlorophyll, mineral, and total amino acid composition of tomato and wheat plants in relation to nitrogen and iron nutrition. II chloropyll content and total amino acid composition. J. Plant Nutr. 10(6) : 713-731. U.S.A.
- Mohamed Errebhi., and G.E. Wilcox. 1990. Tomato growth and nutrient uptake pattern as influenced by nitrogen form ratio. J. Plant. Nutr. 13 (8) : 1031-1043.U.S.A.
- More N., B., and P. M. Shinde. 1994. Effects of graded levels of chelated iron on chlorophyll content and uptake of iron by tomato cultivars. Hort. Abs. Vol. 64 (3) : 2013 .U.S.A
- Mu, Y. H., Lu, D.Z and Rao, L.H. 1994. Studies on the relation between Ca-deficiency during flowering and blossomm -end rot in tomato fruits. Hort. Abs. Vol. 64 (11): 8751. U.S.A.
- Norvell, A.W. 1983. Equilibrio de los quelatos metálicos. En: Micronutrientes en la Agricultura. Primera edición en español. A G T. México, D.F. pp. 127-150.
- Nukaya, A., Voogt,W and Sonneveld, C. 1993. Effect of NO₃ , SO₄ and Cl ratios on tomatoes grown in recirculating system. Hort. Abs. Vol. 63 (8) : 5923. U.S.A.
- Papadopoulos A., P., and H. Tiessen. 1988. Root and air temperature effects on the elemental composition of tomato. Hort. Abs. 58 (4) : 2166 .U.S.A

- Pineda P.J., R. Maldonado.T y M.A.Vergara S. 1992. Efecto de diferentes fuentes de hierro sobre el contenido de clorofilas, hierro activo y rendimiento de materia seca del cultivo de jitomate en hidroponia. en: Tovar S; J.L. y R. Quintero L. (Eds.). La investigación edafológica en México. 1991-1992. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Acapulco Gro. México. 136
- Resh M. Howard. 1992. Cultivos Hidropónicos (nuevas técnicas de producción) tercera edición en español. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Sabirova, R. N.; Belayeva, I. S.; Salyaev, R. K.; Markova, Yu. A.; Georgieva, V.G. and Kydrev, T.G. 1994. Optimum macroelement ratios for tomato plants at different ontogenic phases. Hort Abs. Vol. 64 (9): 7127 U.S.A.
- Sánchez del Castillo., F y E. Escalante R. 1988. Hidroponia, un sistema de producción. Tercera edición. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 118-145
- Slack, G.; Fenlon, J.S. and Hand, D.W. 1988. The effects of summer CO₂ enrichment and ventilation temperatures on the yield, quality and value of glasshouse tomatoes. Hort. Abs. Vol 58 (6) : 3500. U.S.A.
- Smith, F.W. 1986. Plant analysis an interpretation manual Eds: D.J.Reuter and J.B. Robinsosn . Inkata Pres. Melbourne and Sydney. Australia.
- Sweeney D. W., D.A. Graetz., A.B. Bottcher., S.J. Locascio and K.L Campbell. 1988 Tomato yield and nitrogen recovery as influenced by irrigated method, nitrogen source , and mulch. Hort. Abs. Vol 58 (1) : 330. U.S.A.
- Torres de C, M.E and G.E Wilcox 1974. Effects of nitrogen forms on the gorwth and composition weave tomatoes and pea.HortSci. 99 (2) : 171-174. U.S.A.
- Tsikalas P.E., and V.I Manios. 1988. Nutrition of tomatoes in growing-bags in greenhouses. II Effect on the content of nutrient elements in tomato leaves. Hort. Abs. Vol. 58 (5) : 2913. U.S.A
- Vergara Sánchez M. A. 1992. Efecto de variaciones en la solución nutritiva sobre rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en: Tovar S; J.L. y R. Quintero L. (Eds.). La investigación edafológica en México. 1991-1992. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Acapulco Gro. México. 136

Wilcox, G. E. 1993. Tomato. Edit. by Bennett, W. F. in : Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. The American Phytopathologist Society. Ap Press. St. Paul Minnesota, U.S.A. 137-141.

Young , T. E., J. A. Juvik and J. G Sullivan.1994. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. Hort. Abs. Vol. 64 (2) : 1183.U.S.A

Wilcox, G. E. 1993. Tomato. Edit. by Bennett, W. F. in : Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. The American Phytopathologist Society. Ap Press. St. Paul Minnesota. U.S.A. 137-141.

Young , T. E., J. A. Juvik and J. G Sullivan.1994. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. Hort. Abs. Vol. 64 (2) : 1183.U.S.A

APENDICE

Cuadro A.1 Análisis de varianza para rendimiento de fruto de tomate, en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	53.810547	3.587370	1.8751	0.050
Error	48	91.832764	1.913183		
Total	63	145.643311			

C.V. = 22.95%

Cuadro A.2 Análisis de varianza para el diámetro de fruto de tomate en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	11.631836	0.775456	2.0688	0.029
Error	48	17.992188	0.374837		
Total	63	29.624023			

C.V. = 4.77%

Cuadro A.3 Análisis de varianza para consistencia de fruto en color verde en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	4.636841	0.309123	6.0644	0.000
Error	48	2.446716	0.050973		
Total	63	7.083557			

C.V. = 5.76%

Cuadro A.4 Análisis de varianza para consistencia de fruto en color rojo en experimento con diferentes fuente y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.851624	0.056775	2.7789	0.004
Error	48	0.980682	0.020431		
Total	63	1.832306			

C.V. = 5.12%

Cuadro A.5 Análisis de varianza para contenido de sólidos solubles en fruto verde sazón en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	1.748535	0.116569	4.6993	0.00
Error	48	1.190674	0.024806		
Total	63	2.939209			

C.V. = 4.45%

Cuadro A.6 Análisis de varianza para contenido de sólidos solubles en fruto rojo en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	4.609680	0.307312	6.9977	0.000
Error	48	2.107971	0.043916		
Total	63	6.717651			

C.V. = 5.92%

Cuadro A.7 Análisis de varianza para la concentración de clorofila a en hoja de tomate a los 50 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	8.965210	0.597681	1.6180	0.104
Error	48	17.731384	0.369404		
Total	63	26.696594			

C.V. = 15.68%

Cuadro A.8 Análisis de varianza para la concentración de clorofila a en hoja de tomate a los 80 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN, 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	11.197754	0.746517	2.8155	0.004
Error	48	12.726990	0.265146		
Total	63	23.924744			

C.V. = 14.41%

Cuadro A.9 Análisis de varianza para la concentración de clorofila a en hoja de tomate a los 135 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	17.053711	1.136914	3.5154	0.001
Error	48	15.523560	0.323408		
Total	63	32.577271			

C.V. = 20.14%

Cuadro A 10 Análisis de varianza para la concentración de clorofila b en hoja de tomate a los 50 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	19.623474	1.308232	3.6280	0.001
Error	48	17.308655	0.360597		
Total	63	36.932129			

C.V. = 16.54

Cuadro A.11 Análisis de varianza para la concentración de clorofila b en hoja de tomate a los 80 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	20.753845	1.383590	8.0127	0.000
Error	48	8.288391	0.172675		
Total	63	29.042236			

C.V. = 11.88%

Cuadro A.12 Análisis de varianza para la concentración de clorofila b en hoja de tomate a los 135 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC.	CM	F	P >F
Tratamientos	15	10.708405	0.713894	2.1817	0.021
Error	48	15.706451	0.327218		
Total	63	26.414856			

C.V. = 21.00%

Cuadro A.13 Análisis de varianza para la concentración de clorofila **total** en hoja de tomate a los 50 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	25.506226	1.700415	2.5425	0.007
Error	48	32.102539	0.668803		
Total	63	57.608765			

C.V. =15.61%

Cuadro A.14 Análisis de varianza para la concentración de clorofila **total** en hoja de tomate a los 80 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	28.633423	1.908895	5.0982	0.000
Error	48	17.972534	0.374428		
Total	63	46.605957			

C.V.= 12.54

Cuadro A.15 Análisis de varianza para la concentración de clorofila **total** en hoja de tomate a los 135 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	27.447083	1.829805	2.9380	0.003
Error	48	29.894287	0.622798		
Total	63	57.341370			

C.V.=20.77%

Cuadro A.16 Concentración de nitrógeno **total** en hoja de tomate a los 18 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.406891	0.027126	24.849	0.000
Error	48	0.052399	0.001092		
Total	63	0.45920			

C.V.= 1.34%

Cuadro A.17 Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate a los 54 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.354553	0.023637	4.0472	0.000
Error	48	0.280334	0.005840		
Total	63	0.634888			

C.V. = 3.60%

Cuadro A.18 Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate a los 91 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.920807	0.061387	14.7185	0.000
Error	48	0.200195	0.004171		
Total	63	1.121002			

C.V. = 3.26%

Cuadro A.19 Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate a los 134 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.606155	0.040410	3.0896	0.002
Error	48	0.627823	0.013080		
Total	63	1.233978			

C.V. = 6.02

Cuadro A.20 Concentración de nitrógeno total en hoja de tomate a los 161 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.176224	0.011748	0.8565	0.614
Error	48	0.658432	0.013917		
Total	63	0.834656			

C.V. = 6.41%

Cuadro A.21 Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 18 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.170067	0.011338	2.2980	0.015
Error	48	0.236816	0.004934		
Total	63	0.406883			

C.V. = 5.60%

Cuadro A.22 Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 54 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.676468	0.045098	5.6866	0.000
Error	48	0.380669	0.007931		
Total	63	1.057137			

C.V. = 6.55%

Cuadro A.23 Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 91 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.291740	0.019449	5.2434	0.000
Error	48	0.178047	0.003709		
Total	63	0.469788			

C.V. = 5.00%

Cuadro A.24 Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 134 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.157715	0.010514	7.6272	0.000
Error	48	0.066170	0.001379		
Total	63	0.223885			

C.V. = 3.11%

Cuadro A.25 Concentración de iones nitrato en hoja de tomate a los 161 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.126068	0.008405	4.9505	0.000
Error	48	0.081490	0.001698		
Total	63	0.207558			

C.V. = 3.50%

Cuadro A.26 Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 18 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.540215	0.036014	43.9369	0.000
Error	48	0.039345	0.000820		
Total	63	0.579559			

C.V. = 2.42%

Cuadro A.27 Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 54 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.447151	0.029810	35.6692	0.000
Error	48	0.040115	0.000836		
Total	63	0.487267			

C.V. = 2.54%

Cuadro A.28 Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 91 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.235916	0.015728	22.1465	0.000
Error	48	0.034088	0.000710		
Total	63	0.270004			

C.V. = 2.40%

Cuadro A.29 Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 134 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.320786	0.021386	45.2412	0.000
Error	48	0.022690	0.000473		
Total	63	0.343475			

C.V. = 1.97%

Cuadro A.30 Concentración de iones amonio en hoja de tomate a los 161 DDT con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	0.122604	0.008174	32.0799	0.000
Error	48	0.012230	0.000255		
Total	63	0.134834			

C.V. = 1.47%

Cuadro A.31 Concentración de hierro en hoja de tomate a los 18 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	103.298828	6.886589	6.1243	0.000
Error	48	53.974609	1.124471		
Total	63	157.273438			

C.V. = 6.14%

Cuadro A.32 Concentración de hierro en hoja de tomate a los 54 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	155.613281	10.374219	2.1584	0.022
Error	48	230.705078	4.806356		
Total	63	386.318359			

C.V.=12.99%

Cuadro A.33 Concentración de hierro en hoja de tomate a los 91 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	107.273438	7.151563	1.8251	0.058
Error	48	188.085938	3.918457		
Total	63	295.359375			

C.V.= 10.69%

Cuadro A.34 Concentración de hierro en hoja de tomate a los 131 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	106.638672	7.109245	1.3268	0.224
Error	48	257.195313	5.358236		
Total	63	363.833984			

C.V.= 12.58

Cuadro A.35 Concentración de hierro en hoja de tomate a los 161 DDT en experimento con diferentes fuentes y dosis de N y Fe. UAAAN. 1997.

FV	GL	SC	CM	F	P >F
Tratamientos	15	18.892578	3.259505	0.8480	0.623
Error	48	184.498047	3.843707		
Total	63	203.390625			

C.V. =10.69