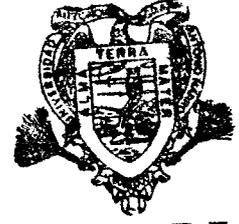


FERTILIZACION FOLIAR DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum* Mill) CON EL USO DE AGROPLASTICOS.

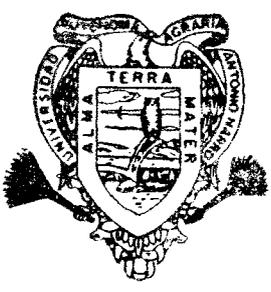
JOSE LUIS WOO REZA

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



TESIS BIBLIOTEC

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS



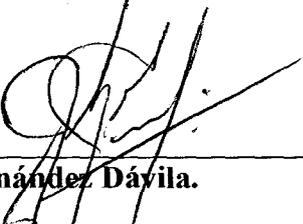
Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
JULIO DE 1997

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

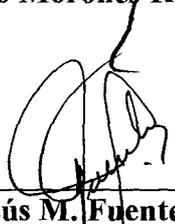
MAESTRO EN CIENCIAS EN SUELOS

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal: 
M.C. Rómmel De La Garza Garza.

Asesor : 
M.C. José Hernández Dávila.

Asesor : 
M.C. Regino Morón Reza.


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila Julio, 1997

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme el apoyo para realizar los estudios de maestría.

A mis asesores:

El más sincero agradecimiento por la disposición, apoyo y consejos que siempre me brindaron, especialmente al M.C. José Hernández D., M.C. Rómmel de la Garza G., M.C. Regino Morones R. quienes con su amplia experiencia, sugerencias y opiniones aportadas permitieron la planeación, realización y culminación del presente trabajo.

A las laboratoristas y secretarías:

Laura Durón, Aracely García, Lily, Chayito y Lupita Ortiz.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Por la culminación académica que formó en mí, y a todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron en mi formación.

DEDICATORIA

A mis Padres:

Francisco Woo Ontiveros

Carmen Reza de Woo

Quienes me brindaron todo su cariño y confianza para seguir adelante y ser un hombre de provecho.

A mis hermanos

Carmen, Francisco, Víctor y Alfredo

Que me brindaron todo su apoyo y confianza

Al M.C. **José Hernández Dávila**. Por toda la confianza que depositó en mi.

A Indira Alvarado de la Rosa

Por su cariño y comprensión.

A mis amigos

Jorge G., Juanita de G., Jesús V., Aracely de V., Juanita Flores, Idalia

Hernández, Lauro A del Cid, Viki P., Reynaldo Alonso, Juventino H. y a todas

aquellas personas que he omitido.

COMPENDIO

Fertilización Foliar en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con el Uso de Agroplásticos

POR

JOSE LUIS WOO REZA.

MAESTRIA
SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1997.

M.C. Rómmel de la Garza Garza. - Asesor -

Palabras Claves: Fertilizantes completos y mezclas, Aplicación foliar, Rendimiento, Intervalo de Tiempo de aplicación, Tomate.

Con el objeto de evaluar la aplicación de varios fertilizantes completos y mezclas foliarmente en el cultivo de tomate bajo condiciones de agroplásticos, se estableció el presente trabajo, que se desarrolló durante el ciclo Primavera-Verano 1995 en el área aledaña al Depto. de horticultura de la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO", bajo un diseño experimental

de bloques al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las fuentes evaluadas fueron seis fertilizantes completos y seis mezclas de fertilizantes, también se evaluaron 3 intervalos de aplicación cada 5, 10 y 15 días.

Los resultados muestran que en lo referente a la calidad del fruto mediano, el mejor producto fue la mezcla de fertilizantes Superfos + Agro-k, con 19.27 por ciento y para fruto grande el mejor producto es el fertilizante completo Foltrón plus con un porcentaje de 10.05, en cambio para el fruto extragrande el que resultó mejor fue el producto completo Foligro con un porcentaje de 9.61.

Los resultados indican para los intervalos de aplicación de 5 y 10 días, son estadísticamente iguales entre si, sin embargo el intervalo de cinco días presentó un rendimiento numérico un poco mayor, en cambio para el intervalo de 15 días es estadísticamente inferior a los ya mencionados, con una producción de 82.094 t ha⁻¹, donde se tiene una disminución del rendimiento total, en comparación con los intervalos de aplicación de 5 y 10 días de 19.46 y 18.65 por ciento, respectivamente.

Los tratamientos 10, 2 y 8, fueron los que mas producción tuvieron, donde el tratamiento 10 (Grofol, aplicado cada 5 días) produce 133.28 t ha⁻¹, seguido por el tratamiento 2 (Nitrofoska, aplicado cada 10 días) y el 8 (Foltron

plus, aplicado cada 10 días) con 127.23 y 126.65 t ha⁻¹, respectivamente. Por el contrario, los de menor producción son los tratamientos 18 (Cosmocel, aplicado cada 15 días), 30 (Superfos + Agro-k, aplicado cada 15 días) y 36 (Superfos + Poliquel M., aplicados cada 15 días) con 58.15, 65.51 y 70.60 t ha⁻¹, respectivamente.

ABSTRACT

FOLIAR FERTILIZATION IN TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill) with
AGROPLASTIC.

BY

JOSE LUIS WOO REZA

MASTER OF SCIENCE

SOIL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA JUNE 1997

M.C. Rómmel de la Garza Garza -Advisor-

Key words: Mixture and complete Fertilizers, Follar aplication, Yield, aplication Interval, Tomato.

With the objetive to evaluate several complete fertilizer and mixtures in tomato, under conditions of agroplastic was established the present work, that was development during Spring - Summer in 1995 in the Experimental

Field of the University Autonomous Agrarian Antonio Narro, under a randomized block design in plots divided with four repetitions.

The sources evaluated were six complete fertilizers and six fertilizer mixtures, also were evaluated three intervals of application every five, 10 and 15 days.

The results show that in the quality of the medium size fruit, the best product was the mixture Superfos + Agro - k with 19.27 per cent and for large fruit the best product was the complete fertilizer Foltron plus with 10.05 per cent, while in the extralarge fruit the best product was the complete fertilizer Foligro with 9.61 per cent.

The results indicate for the intervals of application of five and 10 days, are equals between both however the five days interval was different statistically in comparison with the others with 82.094 t ha⁻¹ of yield, with a decrease of total yield in comparison with five and 10 days interval with 19.46 and 18.65 per cent respectively.

The treatments 10, two and eight were the best production, where 10 treatment (Grofol every five day applied) produced 133.28 t ha⁻¹ followed by two treatment (Nitrofoska every 10 days applied) and the eight treatment

(Foltron plus every 10 days applied) with 127.23 and 126.65 t ha⁻¹ respectively. On the other hand, those the smaller production was 18 treatment (Cosmocel- k every 15 days applied), 30 treatment (Superfos + Agro-k every 15 days applied) and 36 treatment (superfos + Poliquel M. every 15 days applied) with 58.15, 65.51 and 70.60 t ha⁻¹ respectively.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	Xv
INDICE DE FIGURAS.....	Xvii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Importancia Económica del Cultivo de Tomate.....	4
Requerimientos del Cultivo.....	5
Clima.	5
Suelo.	6
Temperatura.	6
Luminosidad.	8
Fertilización.	9
Riego por Goteo.	10
Descripción.	10
Ventajas.	11
Desventajas.	11
Acolchado de Suelos.....	12
Generalidades.....	12
Efecto del Acolchado de Suelos.	13
Materiales Utilizados para el Acolchado de Suelos.	13
Plástico de color negro.	14

Resultados de Investigación en el Cultivo de Tomate con Acolchado de suelos.....	15
Macrotúnel.	16
Generalidades.	16
Orientación.	17
Dimensiones.	17
Efecto de los Materiales Plásticos Aplicados en los Macrotúneles.	17
Ventajas.	18
Resultados de Investigación en Tomate bajo Condiciones de Macrotúnel.	19
Fertilización Foliar.	20
Generalidades.	20
Composición.	22
Fisiología de la Asimilación Foliar.	31
Factores que Afectan la Absorción Foliar.	33
Temperatura.	33
Humedad Relativa.	34
Edad y Posición de la Hoja.	34
Luminosidad.	34
Características de la Solución Aplicada.	35
Densidad Estomatal y Ectodesmos.	36
Absorción Foliar.	36
Absorción Estomática.	37
Absorción Cuticular.	37
Análisis Foliares.	37

Principios Básicos.	38
Objetivos del Análisis Foliar.	39
Los Principales Métodos de Interpretación.	41
Rendimiento Total.	45
Resultados de Investigación.	46
MATERIALES Y METODOS.....	52
Localización del Sitio Experimental	52
Clima	52
Suelo	53
Descripción del Material Vegetativo.	53
Material Utilizado.	54
Diseño Experimental	55
Modelo Estadístico.	56
Variables Evaluadas.	57
Fertilización.	59
Desarrollo del Experimento.	60
Siembra del Almácigo	60
Preparación del Terreno	60
Manejo del Cultivo.	62
RESULTADOS y DISCUSION.	65
Dinámica Nutricional en Hojas de Tomate.....	65
Calidad de Fruto.	107
Rendimiento Total.	118
CONCLUSIONES.....	120
RESUMEN	122

LITERATURA CITADA.....	124
APENDICE.....	129

INDICE DE CUADROS

Ítem	Página
Exportaciones de Hortalizas de México 1992 – 1995 millones de dolares.....	5
Temperaturas críticas para el buen desarrollo del cultivo de Tomate.....	8
Extracción de nutrimentos del suelo por el Tomate, relacionando el rendimiento y órgano de la planta.....	9
Fertilizaciones recomendadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias para diferentes regiones del país.....	10
Prueba de comparación de medias para productos de la variable calidad de fruto extrachico, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	108
Prueba de comparación de medias para intervalos de aplicacion de la variable calidad de fruto extrachico, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	108
Prueba de comparación de medias para los tres intervalos de tiempo de aplicación 5, 10 y 15 días en la variable calidad de fruto extrachico, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995....	110
Prueba de comparación de medias para productos de la variable calidad de fruto chico, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	111
Prueba de comparación de medias para los tres intervalos de tiempo de aplicación 5, 10 y 15 días en la variable calidad de fruto chico, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	112
Prueba de comparación de medias para productos de la variable calidad de fruto mediano, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	113

4.7	Prueba de comparación de medias para productos de la variable calidad de fruto extragrande, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	116
4.8	Prueba de comparación de medias para las interacciones de la variable calidad de fruto extragrande, en el cultivo de Tomate. UAAAN, 1995.	117
4.9	Comparación de medias en rendimiento total para intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	118

INDICE DE FIGURAS

Figura	Páginas	
4.1	Concentración de Nitrógeno (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.....	66
4.2	Concentración de Nitrógeno (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.....	69
4.3	Concentración de Fósforo (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	71
4.4	Concentración de Fósforo (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	74
4.5	Concentración de Potasio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.....	76
4.6	Concentración de Potasio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.....	78
4.7	Concentración de Calcio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	80
4.8	Concentración de Calcio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	82
4.9	Concentración de Magnesio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	84

4.10	Concentración de Magnesio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	86
4.11	Concentración de Hierro (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	89
4.12	Concentración de Hierro (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	91
4.13	Concentración de Zinc (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	95
4.14	Concentración de Zinc (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	95
4.15	Concentración de Cobre (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	97
4.16	Concentración de Cobre (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	99
4.17	Concentración de Manganeso (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	101
4.18	Concentración de Manganeso (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.....	102
4.19	Concentración de Sodio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	105
4.20	Concentración de Sodio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.	106

INTRODUCCION

Es bien conocido que uno de los problemas de tipo económico-social de más difícil solución con el que han de enfrentarse los países de todo el mundo, es el relativo a la agricultura. Los progresos técnicos, la competencia agresiva en los mercados mundiales y el alza de precios, obligan a los agricultores a enfrentarse con las realidades económicas difíciles. Los métodos antiguos y los equipos pasados de moda, ya no ofrecen un beneficio suficiente a las inversiones, las explotaciones agrícolas están transformándose poco a poco en empresas comerciales, con la ayuda de nuevas técnicas y un adecuado análisis de los gastos y beneficios obtenidos, según sean los tipos de cultivos.

El sector agrícola se ve obligado a realizar esfuerzos, para encontrar la mejor solución a problemas tan diversos como: nutrición, producción, endimierito, precocidad, comercialización, ahorro de mano de obra y de energía, lucha contra las inclemencias del tiempo, escasez de agua, etc. Es por eso que en la era moderna, el uso de los plásticos en la agricultura no podía ser una excepción y la plasticultura, ciencia joven de no más de 30 años, que se ocupa de la ingeniería de la utilización de los plásticos en la agricultura y horticultura modernas, contribuirá eficazmente a elevar el nivel de vida de

muchos agricultores de todo el mundo, con técnicas como el acolchado de suelos, el riego por goteo y el uso de macrotúneles.

En México, el cultivo de tomate tiene importancia no solo como generador de divisas, sino también por la elevada derrama económica que genera, además, proporciona mano de obra a una gran masa de trabajadores estacionales del campo. El tomate se cultiva en aproximadamente 28 estados, destacando 11 de ellos por sus volúmenes produciéndose en los ciclos agrícolas Otoño - Invierno y Primavera - Verano, y los mercados tradicionales del tomate mexicano son Estados Unidos y Canadá.

Por otra parte la utilización de la fertilización foliar, ha logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos, ya que los nutrimentos que existen en el suelo, muchas veces se encuentran fijados y no están disponibles para los cultivos, por lo que éstos llegan a presentar deficiencias nutricionales, sin embargo la utilización de la fertilización foliar, nos ayuda a eliminar estas carencias, dándole un balance nutricional más adecuado a los cultivos, porque al aplicar al suelo, este se nutre primero y deja deficiencias en los cultivos, en cambio al aplicar al follaje, se logra un equilibrio más adecuado para evitar deficiencias y lograr buenas cosechas.

OBJETIVOS

- ◆ Determinar la dinámica nutrimental de macro y micronutrientos en planta de tomate.
- ◆ Determinar el efecto de la aplicación de fertilizantes foliares sobre el rendimiento y calidad del tomate, bajo condiciones de agroplásticos, sin fertilización de fondo.
- ◆ Determinar una dosis e intervalo de aplicación de fertilización foliar, en semiforzado para el cultivo del tomate.

HIPOTESIS

- ◆ Se obtendrá respuesta favorable a los macro y micro nutrientes en el cultivo de tomate.
- ◆ Se obtendrá respuesta positiva en el cultivo del tomate, utilizando la práctica de la fertilización foliar y agroplásticos.

REVISION DE LITERATURA

Importancia económica del Cultivo de Tomate

El cultivo de tomate es un buen negocio para México y para los agricultores y proveedores, ya que ha podido satisfacer la demanda en el mercado nacional y a la vez ha podido obtener cada vez más divisas sin grandes costos para el erario nacional, siendo un claro ejemplo de las bondades de una agricultura orientada al mercado (Hortalizas, Frutas y Flores, 1992).

Puede afirmarse, que aun siendo un producto de alto riesgo, por rabajarse a cielo abierto y depender en buena medida de lo que sucede en Florida (principal competidor de México), el tomate es el principal logro de exportación de la agricultura mexicana (Hortalizas, Frutas y Flores, 1992).

En casi todos los medios comerciales se reconoce el alto valor y la rentabilidad de los productos hortícolas, por ejemplo, en los reportes anuales del servicio Nacional de Información de Mercados de 1995, se observa un incremento anual del siete por ciento en promedio entre un total de 28

productos hortícolas, que incluyen los de hojas, tallos, legumbres, frutos, bulbos y tubérculos, por lo que en el cuadro 2.1 se registran las exportaciones de hortalizas de nuestro país durante el período de 1992 a 1995, donde se puede apreciar que en el apartado de producto fresco, el tomate ocupa el primer lugar con más de 40 por ciento de total de las especies exportables.

Cuadro 2.1 Exportaciones de Hortalizas de México 1992-1995 en Millones de Dólares.

	1992	1993	1994	1995
PRODUCTOS FRESCOS				
Tomates	133.1	304.0	315.4	406.0
Cebollas	93.8	90.3	115.7	116.4
Pepinos	65.3	79.9	102.8	107.7
Pimientos	64.0	89.8	97.0	108.6
Chiles	49.0	44.8	45.6	67.1
Calabacitas	50.8	79.3	63.3	71.8
Espárragos	27.4	32.3	28.7	37.1
Berenjenas	11.9	11.4	—	20.0
Ajos	11.3	11.0	10.3	20.4
Otros	23.6	27.6	25.6	44.0
Total	530.2	770.4	804.4	999.7
PRODUCTOS PROCESADOS				
Pasta de tomate	4.4	14.9	18.6	5.9
Pepinillos	0.5	1.2	0.5	0.5
Chícharos	0.4	—	0.2	0.3
Alcachofas	—	—	—	0.7
Otros	0.1	0.2	0.3	0.4
Total	5.4	16.3	19.6	7.8

Fuente: Randolph, 1996

Requerimientos del Cultivo

Clima

El tomate es una hortaliza de clima cálido y soleado, es muy susceptible a heladas. Prospera bien en regiones áridas y semiáridas con riego, aunque

puede tolerar una sequía transitoria, pero si se somete la plantación con frutos ya formados a períodos largos sin suficiente agua, puede presentarse la pudrición basal en los frutos; si estos están maduros, se rajan como consecuencia del riego después del período seco.

Suelo

Valadez (1993), cita que el tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, cuyos valores de pH se ubican entre 5.0 y 6.8. En lo referente a la salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm. Con respecto a la textura del suelo, el tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo los mejores los arenosos y limo-arenosos con buen drenaje.

Por su parte, Serrano (1978), afirma que el cultivo del tomate requiere que el suelo sea profundo, permeable y esponjoso y con abundancia de materia orgánica. El tipo de textura más idóneo para este cultivo es el limo - arenoso, sin descartar suelos más fuertes.

Temperatura

El tomate es un cultivo que no tolera fríos ni heladas, requiere de un período mayor de 100 días con temperaturas favorables, no crece bien entre 15

y 18 °C, pues su temperatura óptima mensual para el desarrollo es de 21 a 24 °C, cuando la temperatura media mensual pasa de los 27 °C, las plantas de tomate no prosperan, (Cásseres, 1981).

Valadez (1993), menciona que cuando se presentan temperaturas altas (mayores de 38 °C) entre los 5 y 10 días antes de la antesis, hay poco amarre de fruto, debido a que se destruyen los granos de polen y si las temperaturas elevadas prevalecen durante uno a tres días después de la antesis, el embrión es destruido (después de la polinización).

Espinoza (1979), señala que altas temperaturas y vientos secos dañan las flores y el fruto no cuaja muy bien. Esto sucede también cuando las flores se abren a temperaturas frías. Varias horas de menos de 15 °C de noche o aun de día, pueden impedir una polinización adecuada, (Cásseres, 1981).

La temperatura óptima diaria para el desarrollo del mejor color rojo de los tomates está entre los 18 y 24 °C, cuando pasa los límites de 26 a 29 °C, considerados en sí como desfavorables, se acentúa aun más el amarillamiento de la fruta. La maduración puede ser anormal cuando ocurre una temperatura media de 15 °C, durante 95 horas en la semana anterior a la cosecha.

Swason y Whytney (1953), encontraron que la temperatura óptima de absorción para la mayoría de los nutrimentos, ocurre entre los 30 y 40 °C.

Temperaturas Críticas del Tomate

A continuación, en el Cuadro 2.2, se presentan las temperaturas críticas para el buen desarrollo del cultivo de tomate, según Maroto, (1989) y Valadez, (1993).

Cuadro 2.2. Temperaturas críticas para el buen desarrollo del cultivo de tomate.

	Temperatura, °C	
	Maroto, 1989	Valadez, 1993
Del Suelo		10 - 30
Se hiela la planta	-2 °C	
Se detiene el desarrollo	10 - 12	15 - 35
Mayor desarrollo de la planta	29 - 24	
Desarrollo normal (Media mensual)	16 - 27	21 - 24
Germinación - Temp. Mínima	10	
- Temp. Óptima	25 - 30	
- Temp. Máxima	35	
Nacencia	18	
Primeras hojas	12	
Desarrollo de la planta - Temp. Nocturna	13 - 16	
- Temp. Diurna	18 - 21	
Cuajado de Fruto - Temp. Nocturna	15 - 18	
- Temp. Diurna	23 - 26	
Maduración del fruto		18 - 24

Luminosidad

Márquez y Zamora (1978), menciona que el tomate requiere, de aproximadamente ocho horas diarias de luz solar.

Moscoso (1979), describe que la duración del día afecta la producción de fruto del tomate, esto lo demuestra en un experimento llevado a cabo en Holanda, en donde al aumentar el tiempo de exposición a la luz mediante

iluminación artificial, se aumentó la producción. Pero lo más importante es la constante interacción entre los factores de temperatura, intensidad de luz y duración del día, los cuales nunca actúan en forma independiente, sino que lo hacen en forma de interacción completa.

Fertilización

En términos generales, el suministro de agua y nutrimentos, debe enfocarse preferentemente a obtener una producción máxima por hectárea, en lugar de ampliar la superficie de cultivo, limitando el suministro de los recursos, a continuación se presenta el Cuadro 2.3, la cantidad de nutrimentos extraídos en los diferentes órganos de la planta de tomate.

Cuadro 2.3. Extracción de nutrimentos del suelo por el tomate, relacionando el rendimiento y el órgano de la planta,. (Valadez, 1993)

Parte de la planta	Rendimiento (t/ha)	Nutrimento (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
1.- Frutos	22.4	67.2	22.4	95.2	---	---
Hojas y tallos	2.6	44.8	22.4	128.8	---	---
2.- Frutos	33.6	104.1	26.8	145.6	8.9	11
Hojas y tallos	4.0	76.1	30.2	185.9	203.8	31
3.- Frutos	27.5	47.0	6.7	69.4	5.6	7
Hojas y tallos	6.9	30.2	3.3	33.6	50.4	13

Asimismo, se presenta el Cuadro 2.4, de fertilizaciones recomendadas en diferentes zonas productoras de tomate en México.

Cuadro 2.4 Fertilizaciones recomendadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias para diferentes regiones de México. (INIFAP, 1985).

Región	Nutrimento (kg/ha)		
	N	P	K
El Bajío	140	80	---
Valle de Culiacán	400	400	200
Valle del Fuerte	450	450	225

Riego por Goteo

Una gran variedad de hortalizas y otras especies se cultivan bajo este sistema, especialmente aquellos que son altamente remunerativos, debido a su alto costo inicial.

Descripción

Robledo y Martin (1989), mencionan que cuando el agua entra al suelo, lo hace en todas direcciones, esta es una característica importante del riego por goteo, pues con él se humedece un volumen de suelo en forma de bulbo que depende del caudal aplicado, del tiempo de aplicación y de la textura del suelo.

Rojas y Briones (1990), definen el riego por goteo como la aplicación artificial del agua al suelo, en forma lenta pero frecuente y en pequeñas

cantidades, dirigida especialmente a la zona radical de las plantas, a donde llega a través de emisiones o goteros. Dado que la aplicación es intermitente, ésta permite mantener al suelo en condiciones óptimas de humedad durante el desarrollo del cultivo.

Ventajas

Rojas y Briones (1990), señalan las ventajas del riego por goteo que son:

- a) Ahorro del agua por la proporción de humedad disponible.
- b) Respuesta del cultivo a un adecuado nivel de humedad, en relación a la aireación del suelo.
- c) Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
- d) Menos crecimiento de las malas hierbas.
- e) Menor presencia de enfermedades y reducción en la aplicación de agroquímicos.
- f) Operación en suelos con baja tasa de infiltración.

Desventajas

Así mismo, estos autores mencionan las siguientes desventajas en el riego por goteo:

- Alto costo de inversión.
- El material utilizado, como la tubería y los goteros, deben de ser resistentes a altas presiones.
- Las sustancias químicas y fertilizantes que se apliquen, deben de ser solubles y no reaccionar con el material de la tubería.
- No se utiliza en cultivos sembrados al voleo.
- Dificulta el uso de maquinaria por sus líneas.
- Sensibilidad al taponamiento de goteros.
- Se requiere de personal capacitado para manejar el sistema.

Acolchado de Suelos

Generalidades

Ibarra y Rodríguez (1991), citan que el acolchamiento ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierba etc.) disponible en el campo.

Posteriormente, con el uso de plástico en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge, debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos. Los plásticos que se

emplean para el acolchado de suelos son el polietileno (PE) y el polivinilcloruro (PVC).

Efectos del acolchado de suelos

Ibarra y Rodríguez (1991), mencionan que los factores sobre los que se ejerce influencia con esta técnica son:

- ⇒ Control de malezas
- ⇒ Humedad del suelo
- ⇒ Temperatura del suelo
- ⇒ Estructura del suelo
- ⇒ Fertilización
- ⇒ Actividad microbiana.

Materiales Utilizados para el Acolchado de Suelos

Entre los materiales más utilizados se encuentran el PE y PVC, siendo el PE el plástico por excelencia para usos agrícolas, debido a lo favorable de su relación calidad/precio, comparado con las relaciones correspondientes frente a otros plásticos más costosos. La elección del PE por los agricultores se debe tanto a su menor precio, como a la facilidad de adquisición en el mercado en las medidas y características deseadas.

Las películas comúnmente utilizadas para acolchar son las convencionales (negro opaco y las transparentes o incoloras), aunque en la actualidad, la industria polimérica ha desarrollado películas con características especiales, entre las que se encuentran las películas de bajo espesor, las foto y biodegradables, las fotoselectivas y las de liberación controlada.

Plástico de color negro

Entre las películas convencionales, la más utilizada es la película de color negro opaco, la cual durante el día permite la absorción de energía en aproximadamente un 50 por ciento; un mismo valor de energía es reflejado, por lo que el calor en torno al follaje de la planta es considerable, redundando en un mejor desarrollo de la misma.

La opacidad del plástico negro, con respecto a algunos valores de radiaciones visibles, impide la fotosíntesis, lo que ocasiona que las malas hierbas no se desarrollen. La absorción de temperatura por el plástico negro, cuando está expuesto al intenso brillo del sol, presenta el inconveniente de que el tejido de la planta pueda ser quemado al estar en contacto con él (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Resultados de Investigación en el Cultivo de Tomate con Acolchado de Suelos

Se cultivó tomate variedad. Blazer, con el objetivo de evaluar a nivel semicomercial el acolchado de suelos con películas plásticas en General Terán, Nuevo León, el trasplante se realizó del 26 al 29 de marzo de 1984, con una densidad de 10,000 plantas/ha. Se utilizó plástico negro opaco de 50 micras (μ) de espesor. La fertilización inicial fue de 400 kg/ha de triple 17 y una fertilización complementaria de 400 kg/ha de sulfato de amonio en dos aplicaciones. Los resultados muestran una anticipación a cosecha de nueve días con el uso de películas plásticas, con relación al método tradicional de cultivo. El rendimiento fue de 23.306 t/ha para el acolchado y de 17.073 t/ha para el testigo. En cuanto al ahorro de agua, este fue inferior en 1500 m³ en suelo acolchado, así como un ahorro en labores de cultivo de tres deshierbes y un aporque (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Los mismos autores, al establecer un cultivo de tomate variedad. Floradade en el Valle de Culiacán, realizaron el trasplante el 24 de noviembre de 1984, bajo un marco de plantación de 1.5 x 0.3 m, lo cual permitió una densidad de población de 22,222 plantas/ha. Utilizaron película negra de 37.5 μ de espesor y una fertilización inicial de 1700 kg/ha de triple 17 y una complementaria de 300 kg/ha de urea más tres kg de elementos menores y observaron en sus resultados un incremento en el rendimiento exportable de

7.242 ton/ha y de 3.532 ton/ha para el mercado nacional, en los tratamientos acolchados.

Los beneficios por efecto de acolchado fueron: Rendimiento (36.786 t/ha (24.750 para exportación y 11.306 para mercado nacional), mientras que en el estigo se obtuvieron 25.012 t/ha (17.508 para exportación y 7.504 para mercado nacional), así como un ahorro de 800 m³ de agua, las labores de deshierbe se redujeron en un 12.13 por ciento y los jornales dedicados al riego en un 20 por ciento con respecto al testigo.

Macrotúnel

Generalidades

Robledo y Martín (1989), mencionan que los macrotúneles son estructuras sencillas y de precios módicos de forma más o menos semicircular; están formados por unos pequeños arcos y una cubierta constituida por la lámina de plástico; lo cual permite al agricultor obtener cosechas precoces de buena calidad y de elevados rendimientos.

Ibarra y Rodríguez (1991), comentan que los macrotúneles se utilizan principalmente como semilleros para la producción de plantas hortícolas y ornamentales, pero se pueden utilizar para obtener cosechas de algunos cultivos hortícolas como son chile, tomate, calabaza, pepino, melón, sandía, etc., con un adecuado manejo de los mismos.

Orientación

Ibarra y Rodríguez (1991) y Robledo y Martín (1989), describen que la mejor orientación es de Este a Oeste, con la finalidad de que las esquinas más estrechas sean paralelas a los vientos predominantes, para que le llegue el sol más tiempo y a todos los rincones del túnel.

Dimensiones

Rodríguez (1991), señala que tomando en cuenta las medidas del tubular utilizado para su construcción, generalmente estas estructuras tienen un ancho de 4.0 a 4.5 m y 1.70 a 2.0 m de altura en la parte más alta. Respecto a la longitud de las mismas, pueden ser tan largas como el usuario lo desee; sin embargo, se recomiendan longitudes de 45 a 60 m, para facilitar su manejo y el de los cultivos. La distancia entre túneles debe ser de 1.5 m para efectuar la ventilación y facilitar el cubrimiento de los mismos.

Efectos de los Materiales Plásticos Aplicados en los Macrotúneles

Ibarra y Rodríguez (1991), comentan que los materiales plásticos afectan a la temperatura, la humedad del suelo y del ambiente, la estructura y la fertilidad del suelo, además de dar una protección contra los factores adversos, cuando se usan en túneles e invernaderos. Los cambios así

obtenidos, pueden intervenir directa o indirectamente en las funciones esenciales de las plantas.

Robledo y Martin (1989), mencionan que la temperatura interna es superior a la ambiental, frecuentemente es necesaria la ventilación, ya que un exceso de temperatura puede perjudicar el desarrollo del cultivo, para evitar este tipo de problemas, es necesario que se levante la cortina de plástico lateral o la llamada ventana cenital.

Ventajas

Rodríguez (1991), describe que al aplicar esta técnica generalmente se obtiene lo siguiente:

- Se incrementan los rendimientos.
- En las regiones en que las condiciones climáticas predominantemente fijan los límites de explotación de algunas especies, al utilizar invernaderos y túneles altos para forzar totalmente la producción de los cultivos, es posible obtener cosechas fuera de las épocas tradicionales. Lo anterior es de gran importancia ya que se obtiene mayor ganancia en el mercado.
- Se obtiene un adelanto al inicio de cosechas, respecto al período de plantación normal.
- Es posible alargar el período de recolección y por lo tanto los rendimientos aumentan.

- Se hace más eficiente el uso de los fertilizantes, ya que las plantas protegidas aprovechan más los elementos nutritivos, al tener mejores condiciones de humedad, temperatura, etc.
- Se obtiene ahorro del agua, debido a que conserva húmedo el terreno por más tiempo.

Resultados de Investigación en Tomate bajo Condiciones de Macrotúnel

Para evaluar el comportamiento de seis cultivares de tomate bajo acolchado de suelos y macrotúnel, se efectuó el trasplante el 14 de diciembre, 1981 a doble hilera, en camas de 1.6 m de separación y 0.4 m entre plantas (densidad de 3.1 plantas/m²). Como material de cubierta se utilizó PVC calibre 600 y PE calibre 720, en tanto que para acolchado se utilizó PE negro y transparente. La fertilización se aplicó en banda de acuerdo a la dosis 120-60-38 y se aplicaron 10 riegos por gravedad. Las variedades evaluadas fueron ACE 55 VF, President 012-127, Duke, Emperator, Count II y President 012-382, obteniéndose mayor producción bajo cubierta de PVC y con la variedad Count II con 8.976 kg/m², se logró un adelanto a inicio de cosecha de 14 y 17 días, con respecto al testigo que registró 121 días. Se observó que con el uso de macrotúneles, se puede obtener producción fuera de temporada, ya que durante las fechas de inicio de cosecha bajo cubierta, se llevaba a cabo la temporada de trasplante tradicional en la región (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Fertilización Foliar

Generalidades

De la Vega (1969), indica que el descubrimiento de los fundamentos científicos de nutrición mineral por las hojas, se sitúa a mediados del siglo pasado, cuando el francés E. Gris realizó estudios de fisiología que pusieron de manifiesto la evidencia de absorción por los tejidos de las hojas.

García (1980), cita que ante la certeza de la nutrición vegetal rociando la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de sustancias alimenticias, se está desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias muestran que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber rociado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo.

Rodríguez (1982), menciona que un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición, pero éstos pueden estar en una forma no disponible para la absorción radical; tal es el caso del hierro y el fósforo cuando el suelo es alcalino, en esos casos se realiza una fertilización de esos elementos a nivel foliar, constituyendo una nutrición o fertilización complementaria.

Fitzpatrick (1984), menciona que los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos agregados al suelo o al follaje, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de los frutos.

García (1980), indica que la fertilización foliar es una segunda vía para la alimentación de las plantas y no significa que las raíces vayan a perder su papel nutritivo en las plantas.

Mascareño (1987), menciona que el exceso de nutrimentos da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante. También señala que la deficiencia de nutrimentos en la planta de tomate, es provocada por el mal manejo de fertilizantes, en cuanto a dosis y época de aplicación al suelo o por vía foliar. Una fertilización mal dosificada al suelo o vía foliar, trae consigo un bajo desarrollo y una disminución en la producción de frutos, causado por la falta o baja aplicación de nutrimentos, reflejado en la calidad y producción de frutos.

García (1980), señala que en la fertilización foliar existen pérdidas por los lavados de las lluvias y por el líquido que cae al suelo, el cual es absorbido, en parte por las raíces, siguiendo el proceso de los abonos que se incorporan al terreno.

Yamada et al. (1964), señalan que la primera barrera que debe penetrar cualquier solución, antes de que pueda hacer contacto con el protoplasma de la planta, es la cutícula. En sus resultados destacan que; primero, tanto los cationes como los aniones pueden penetrar las membranas de la cutícula, independientemente de la presencia de poros estomáticos y segundo, que el nivel de penetración para cationes y aniones a través de la cutícula de frutos de tomate (sin estomas) y de la hoja de cebolla (con estomas), fue mayor de la superficie exterior a la interior, en comparación al orden contrario.

Composición

Las plantas, al igual que los humanos y los animales, no solo necesitan suficiente alimento, sino también una dieta equilibrada que las haga crecer sanas y producir los máximos rendimientos.

Rodríguez (1983), describe que de los 16 elementos químicos conocidos hasta ahora como esenciales para el desarrollo de las plantas, 13 son nutrimentos derivados de la tierra, debido a que normalmente entran a la planta a través de las raíces. Sin embargo, la mayoría de las plantas pueden utilizar pequeñas cantidades de estos nutrimentos cuando se los asperja sobre las hojas.

Se acostumbra clasificar a los nutrientes derivados de la tierra en tres grupos, cuando el propósito es entrar en lo referente a sus funciones en las plantas, por lo que para producir fruta de calidad, la planta depende de los micronutrientes al igual que de los macronutrientes.

Macronutrientes primarios.

Se denominan así, porque, normalmente, la tierra no puede suministrarlos en las cantidades que requieren las plantas. Los macronutrientes primarios son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

Nitrógeno. Imparte un color verde a las plantas, fomenta el crecimiento rápido, aumenta el crecimiento de hojas, mejora la calidad de las verduras de hojas, aumenta el contenido proteínico en los cultivos de alimentos y forrajes, alimenta a los microorganismos del suelo, durante la descomposición de los materiales orgánicos con escaso nitrógeno si se aplica desbalanceado, con respecto a otros nutrientes, y puede retardar la floración y fructificación.

Este nutriente es el más importante para la planta de tomate, ya que si hay en exceso, la planta produce muchas hojas y pocas frutas, en cambio, si alta el N, la cosecha será pobre. Debido a que el tomate consume altas cantidades de nitrógeno, se necesitarán aplicaciones adicionales cuando la planta alcance el tamaño de un chícharo (Reiners, 1995).

Fósforo. Estimula la pronta formación de las raíces y su crecimiento, les da rápido y vigoroso comienzo a las plantas, acelera la maduración, estimula la lozanía y ayuda a la formación de semilla.

La disponibilidad de este nutrimento es mayor cuando el pH del suelo es bajo. Sin embargo, para los tomates, el pH óptimo debe acercarse al punto neutro, entre 6.0 y 6.5, lo que significa que la absorción de fosfato a través de las raíces no es muy eficiente, por lo que hay que aplicar mayores cantidades de P para incrementar su absorción.

Otro factor que afecta la disponibilidad del P, es la temperatura del suelo. Cuando el suelo está frío el fosfato se mueve con dificultad. Use una solución indicadora alrededor de cada planta inmediatamente después del trasplante. Cuando el suelo se caliente un poco, habrá más P disponible y disminuirá la posibilidad de que aparezca su deficiencia.

Potasio. Imparte a las plantas gran vigor y resistencia a las enfermedades, coadyuva en la producción de proteína en las plantas, es esencial para la formación y desplazamiento de almidones, azúcares y aceites, mejora la calidad de los frutos y ayuda al desarrollo de la antocianina (color rojo de las hojas y del fruto).

El tomate emplea este nutrimento para regular la apertura y cierre de sus estomas, que son los pequeños poros por los que el agua se evapora de la hoja. Uno de los problemas de la carencia de K, es que sus síntomas no son obvios. Es posible que las plantas padezcan de un "hambre oculta", cuya manifestación no sea más que una disminución general del desarrollo. En los casos de deficiencia severa, los márgenes de las hojas se ponen amarillos, y eventualmente se tornan de color café y se secan. Las plantas no se alargan adecuadamente, quedándose pequeñas y achaparradas (Reiners, 1995).

Macronutrientes secundarios

Se llaman así porque también los necesitan las plantas en cantidades bastante substanciales, pero en menor proporción que los primarios. A este grupo pertenecen el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

Calcio. Activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas, mejora el vigor general de la planta y aumenta el contenido de calcio en los frutos.

La causa de la pudrición apical de la fruta, puede remontarse a una deficiencia de calcio en las frutas en desarrollo.

abundante. El síntoma principal es el amarillamiento del tejido situado entre las venas de las hojas viejas. Al continuar la deficiencia, estas hojas viejas pueden caer.

Azufre. Es un ingrediente esencial de la proteína, ayuda a mantener el color verde intenso y favorece el crecimiento vigoroso de la planta.

Por muchos años la deficiencia de este nutrimento en los suelos era prácticamente desconocida, pues el S estaba presente como acompañante en los fertilizantes de entonces. Además salía en abundancia de las chimeneas y escapes de combustión del petróleo, y se mezclaban con la precipitación de lluvia y nieve que caía sobre el suelo. Hoy los fertilizantes son más puros y no traen derivados del S. Existe menos S en el aire debido al control de las emisiones de las industrias y empresas generadoras de electricidad.

Los síntomas de deficiencia de S son semejantes a los del N: el follaje más nuevo se torna amarillo, eventualmente se detiene el crecimiento y se reducen los rendimientos de la planta.

Micronutrientes

Se llaman así debido a que la planta requiere de ellos en pequeñas cantidades, pertenecen a este grupo el boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe),

manganeso (Mn), molibdeno (Mo), zinc (Zn) y cloro (Cl). Cualquier deficiencia de alguno de ellos se reflejará en los rendimientos de la cosecha.

Boro. Está ligado con la asimilación del calcio y con la transferencia de azúcar dentro de la planta, aumenta el rendimiento y mejora la calidad de la alfalfa y las verduras.

Un pH alto del suelo limita a este nutrimento. La deficiencia de B puede causar la muerte de los puntos de crecimiento de la planta, produciendo también hojas deformes. Los tomates tienen menos probabilidad de verse afectados por la deficiencia de B, pero ciertas hortalizas como el apio, la coliflor y el betabel son muy susceptibles. La deficiencia de B se puede corregir con una simple adición de un detergente a base de bórax (Reiners, 1995).

Cobre. Es importante en la recuperación y utilización de suelos turbosos y de mantillo.

No es normalmente un problema en la producción de tomates la deficiencia de este nutrimento, pero en caso de que ocurra, las hojas más jóvenes se tornan amarillas y las que emergen a continuación serán delgadas y alargadas (Reiners, 1995).

Hierro. Está ligado a la producción de clorofila verde, y a menudo, no es aprovechable en las formas que se presenta en las tierras tratadas con exceso de cal, alcalinas o las altamente calcáreas.

Este nutrimento puede volverse un problema si el pH está por encima de 6.8. A este nivel se reduce su absorción por las raíces. Entonces el follaje más joven muestra áreas amarillas o blancas entre las venas.

Para corregir este problema, se aplica directamente al follaje de la planta un fertilizante soluble que contenga Fe, esto resolverá la deficiencia por el resto de la temporada. Para corregir el problema a largo plazo, cerciórese de que el pH del suelo sea de 6.0 a 6.5 y no más alto.

Manganeso. Acelera la germinación y la maduración, aumenta el aprovechamiento del calcio, del magnesio y del fósforo, coadyuva en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis, su deficiencia va asociada, a menudo, con la alcalinidad del suelo en tierras excedidas de cal.

Como el Fe, el Mn puede volverse deficiente cuando el pH es mayor de 6.8. Su deficiencia se nota por amarillamiento de las hojas jóvenes, con una palidez general a toda la planta. Para corregir estos problemas, mantenga el pH adecuado (Reiners, 1995).

Molibdeno. Puede ser importante en las regiones de suelos ácidos para cultivos como legumbres, tomates y crucíferas.

En una hectárea de suelo, los cultivos podrán emplear de 1.1 a 2.2 kg/ha de este nutrimento para desarrollarse normalmente, el hecho que se necesite en estas cantidades tan pequeñas, no significa que sea menos importante que otros nutrimentos. El Mo juega un papel importante en el ciclo del N en las plantas. Para determinar la deficiencia, busque hojas pálidas o deformes con algo de amarillamiento entre las venas de las hojas más viejas. El uso de tierra húmifera o mantillo, debe eliminar la mayoría de las deficiencias de Mo, (Reiners, 1995).

Zinc. Necesario para la producción normal de la clorofila y para el crecimiento, y a menudo es deficiente en su forma aprovechable, en los suelos alcalinos.

Las deficiencias de Zn aparecen a menudo cuando se han aplicado cantidades excesivas de fertilizantes fosfatados. Al parecer, el fosfato interfiere con la absorción del Zn y su traslado dentro de la planta. La deficiencia se manifiesta como una clorosis entre las venas (ausencia o reducción del pigmento verde), que puede aparecer en las hojas viejas o las nuevas. En severos casos puede aparecer una condición llamada "hoja pequeña" causada por la relación entre el Zn y las hormonas de la planta (Reiners, 1995).

Cloro. Es el elemento más recientemente añadido a la lista de los nutrientes esenciales conocidos y muy rara vez es deficiente en las condiciones que prevalecen en el campo.

Por lo general, los suelos contienen demasiado de este nutrimento. La fertilización suministra todo el cloro que los tomates puedan llegar a necesitar. Incluso en experimentos de invernadero, cuidadosamente controlados, han sido capaces de hacer que los científicos produzcan los síntomas de la deficiencia de Cl en tomate.

Estos síntomas incluyen la marchitez de las hojas y severa inhibición de crecimiento. La toxicidad de un exceso de Cl, se manifiesta con chamuscado de las hojas, marchitez y eventualmente la muerte de la planta (Reiners, 1995).

Fisiología de la Asimilación Foliar

Boyton (1954), cita que cuando se aplican soluciones nutricionales al suelo, los elementos penetran a través de los estomas, cutícula y ectodermis, y finalmente a la epidermis.

García (1980), señala que el fenómeno de la absorción foliar no sigue las leyes físicas de la ósmosis, sino las biológicas de la nutrición vegetal, en consecuencia, siempre que una solución acuosa de sales minerales, se encuentra en contacto con la epidermis de las raíces, tallos, hojas, flores y frutos, se absorben.

establece una penetración del líquido, este es uno de los principios necesarios para la nutrición de las plantas, la cual efectúa una selección biológica.

El mismo autor, demostró en sus resultados, que la penetración de los fertilizantes a través de las hojas, tiene lugar de día y de noche, por el haz y por el envés, pero se realiza con mayor intensidad por el haz de los folíolos, sin que en ella tenga intervención alguna la apertura y cierre estomático.

Rodríguez (1982), menciona que entre las partes aéreas de la planta, las hojas son más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, puesto que tienen una mayor superficie expuesta. La efectividad de la fertilización foliar depende de la cantidad de sustancias absorbidas a través de la superficie (siendo importante la composición química de la hoja) y su traslado por los conductos floemáticos. Las sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes (primarias y secundarias) y la membrana plasmática, hasta llegar al interior de la hoja. La cutícula está formada principalmente por pectinas, ceras y fibras celulósicas. Una vez atravesada la cutícula, las sustancias traspasan las paredes de las hojas a través de los ectodermos, que son espacios con una densidad menor de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

Factores que Afectan la Absorción Foliar

Existen varios factores que influyen en grado variable sobre una adecuada absorción foliar. Estos factores pueden ser de la solución, del medio ambiente y de la planta.

Rodríguez (1982), menciona que la superficie mojada debe ser la mayor posible, como la tensión superficial del agua es distinta a la de la cutícula, la agua tiende a una esfera, disminuyendo el área de contacto, de ahí que al agua le agreguen sustancias que disminuyan su propia tensión superficial, para facilitar de esta manera el mojado. La superficie inferior de la hoja absorbe tres a cinco veces más que la superficie superior, debido a que es más mojada.

Temperatura

Rodríguez (1982), indica que entre los 20 y 26 °C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada.

Humedad relativa

Dybing y Currier (1961), mencionan que las condiciones de alta humedad relativa retardan el seguimiento de la película asperjada, favorecen la apertura de estomas y la permeabilidad de la cutícula, con lo cual se favorece la absorción foliar de los nutrimentos, por lo que coincide con Rodríguez (1982), quien comenta que al aumentar la humedad relativa ambiental, se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando las probabilidades de su absorción.

Edad y Posición de la Hoja

Boyton (1954), menciona que respecto a la edad de la hoja, se presentan diversas tasas de absorción y que las hojas que se encuentran en la parte superior de la planta son más eficientes que las hojas inferiores, esto coincide con lo mencionado por Rodríguez (1982), destacando que las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.

Luminosidad

Dybing y Currier (1961), señalan que la luz promueve la absorción foliar, al estimular la apertura de los estomas y por permitir la fotosíntesis, lo cual establece un gradiente de presión osmótica continuo entre hojas y raíces,

permitiendo el transporte de los compuestos aplicados al follaje y por su parte Rodríguez (1982), menciona que al existir una óptima fotosíntesis, habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrimentos.

Características de la Solución Aplicada

Dosis: Es común aplicar diferentes tipos y dosis de fertilizantes foliares, sin conocer el nivel de aprovechamiento por las plantas. Dependiendo de lo avanzado de la deficiencia, será el número de aplicaciones foliares de fertilizantes para corregirla.

pH de la solución: Se ha demostrado que al trabajar con fertilizantes foliares, se tiene una eficiencia óptima en la absorción por los estomas. La mayoría de los fertilizantes tienen un pH neutro o alcalino, por lo que las soluciones foliares no alcanzan el pH de 4.0 a 5.0.

Solubilidad: Los fertilizantes son en cierto grado solubles en agua; no obstante, algunos en dosis altas forman suspensiones; tal es el caso de algunos quelatos. Los elementos menores en forma de sulfatos, presentan buena solubilidad.

Concentración de sales: Cualquier solución foliar que tenga arriba de 5 por ciento de sales (5,000 ppm), tiende a disminuir el aprovechamiento de los fertilizantes por la planta.

Uso de humectantes: La tensión superficial del agua, ocasiona una superficie muy pequeña que está en contacto con la hoja. Al aplicarse un

humectante, el agua se extiende sobre las hojas, formando una película homogénea.

Densidad Estomatal y Ectodesmos

Núñez (1987), indica que existe mayor absorción en el envés que en el haz de las hojas. Esta situación se atribuye principalmente, a que en el envés existe una cutícula más delgada y mayor rugosidad de la superficie. Lo anterior depende, del tipo de planta, ya que existen plantas cuya cutícula no es tan compleja, por lo que la entrada vía estomatal no es muy importante y la absorción se realiza en las nervaduras, en donde los ectodesmos existen en mayor proporción.

Absorción foliar

Mengel y Kirkby (1979), mencionan que existen evidencias de la absorción de sales minerales y sustancias orgánicas a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de la planta. Para que exista absorción nutrimental, se necesitan otro tipo de pasos de los que se presentan a nivel radical. En la hoja y otros órganos de la planta, las células se encuentran aisladas del medio ambiente por capas epidermales conocidas como cutícula, la cual es relativamente impermeable.

Absorción Estomática

Dybing y Currier (1961), citan que se ha encontrado en muchos estudios, que existe una mayor absorción de soluciones aplicadas al follaje en el envés que en el haz, aparentemente esto puede deberse al mayor número de estomas presentes en esta parte. Mencionan también que algunos autores sostenían que, el flujo de la solución hacia dentro de la cavidad estomática, no se daba con las soluciones acuosas, debido a la gran tensión superficial que tiene el agua.

Absorción Cuticular

Boyton (1954), menciona que primeramente se creyó que solo los estomas eran la vía de entrada de las soluciones. Sin embargo se demostró que en cutículas libres de estomas, también había flujo de soluciones polares.

Dybing y Currier (1961), concluyeron que tanto los estomas como la cutícula, son capaces de realizar el fenómeno de absorción, y que el mismo estaba regulado por muchos factores.

Análisis Foliare

Reuter y Robinson (1986), mencionan que el fundamento del análisis químico vegetal, es la relación que existe entre la concentración de un

nutrimento en la planta y el rendimiento de la misma.

Etchevers (1988), indica que el análisis foliar, es la determinación de la concentración de un elemento, o fracción extractable de éste, presente en una parte específica, o en toda la planta, la cual es muestreada en un momento o estado de desarrollo morfológico dado.

Principios Básicos

Etchevers (1988), señala que los análisis foliares se basan en el principio de que la concentración de un nutrimento dentro de la planta, es un valor que integra todos los factores que interaccionan para afectarlo. Cuando uno considera la multiplicidad de los factores que influyen el crecimiento de las plantas y los rendimientos de éstas, ya sea en una estación de crecimiento o en varias, se sorprende que las relaciones que se han establecido entre concentración y crecimiento o rendimiento, se cumplan en la forma en que lo hacen. Los elementos esenciales que nos preocupan principalmente en la mayoría de los cultivos, aparte del C, H, O, son el N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn.

El uso efectivo del análisis químico de plantas, requiere que se defina claramente el tipo de información deseada y el grado de precisión requerido para el objetivo que se persigue.

Objetivos del Análisis Foliar

A continuación se listan algunos de los principales objetivos:

- ◇ Diagnosticar o confirmar el diagnóstico de deficiencias o toxicidad, hecho mediante la técnica de síntomas visuales. A menudo los síntomas visuales son difíciles de identificar, debido a que varios factores pueden causar síntomas parecidos. Además puede servir para identificar o predecir deficiencias nutricionales que no son aparentes.
- ◇ Servir de base para hacer recomendaciones de fertilización. La presencia de niveles anormalmente bajos de un nutrimento, señalado por el análisis químico de plantas, da una pauta que ayuda a decidir sobre la necesidad de aplicar un fertilizante que lo contenga.
- ◇ Determinar la cantidad de un elemento que es removida del suelo por un cultivo y sus residuos. Esto permite calcular la cantidad de nutrimentos que se están exportando y la adición que sería precisa para reponerlo.
- ◇ Estimar el estado nutricional de ciertas regiones, distritos o tipos de suelo. Cuando la técnica se emplea con este propósito, recibe el nombre de levantamiento nutricional. Los datos colectados permiten establecer la distribución aproximada de las categorías, con diversos estados nutricionales.

- ◇ Predecir rendimientos. Los resultados de estudio de los niveles nutricionales, han sido empleados para predecir rendimientos en ciertas zonas.
- ◇ Concentración de nutrimentos.

Etchevers (1988), menciona que se ha observado, que la genética ejerce un grado elevado de control sobre la absorción y concentración de los nutrimentos en las plantas. La concentración de uno de ellos en un momento dado, refleja tanto el aspecto genético como el medio ambiente. La genética establece los límites del potencial fisiológico y metabólico de la planta. El control o intervención de los factores del medio ambiente, determina hasta que punto el potencial genético es satisfecho.

Para un elemento determinado, existen grandes diferencias en la concentración entre especies y también dentro de una misma especie. En general se puede decir que existen diferencias pequeñas, pero significativas, de N, P, K, Ca y Mg, entre los genotipos.

Las variaciones de las concentraciones nutrimentales, observadas año con año en una variedad o híbrido dado, parecen deberse a diferencias en desarrollo morfológico, disponibilidad de agua y otras condiciones de manejo.

Etchevers (1988), indica que existen varias maneras de interpretar los resultados de los análisis químicos, que se practican en muestras obtenidas de partes seleccionadas y muy bien definidas de la planta, mismas que se colectan en épocas pre-establecidas, de acuerdo con la naturaleza de los ejidos, la edad de éstos y los fines objetivos en su realización.

Los Principales Métodos de Interpretación

Los principales métodos de interpretación son:

- Los niveles críticos.
- Los rangos de concentración.
- La variación de los rangos de concentración en el campo.
- Los valores estándares.
- Los índices DRIS.
- Las relaciones terciarias.

De estos métodos, mencionados, los niveles críticos y los rangos de concentración, se consideran los más útiles en el trabajo de asesoría a los productores. El resto de los métodos son valiosos, pueden usarse con el propósito anterior, pero son empleados especialmente en el ámbito de la investigación.

BANCO DE TESIS

Los índices DRIS fueron desarrollados entre 1957 y 1959 como diagnóstico fisiológico.

Davee (1986), menciona que el índice DRIS, es el valor de cada elemento, si es negativo indica deficiencia y si es positivo indica suficiencia o exceso relativo; el más negativo es el más deficiente y los que siguen indican el orden de requerimientos, la suma de los índices positivos y negativos debe de ser cero, para que exista un balance entre los nutrimentos de la muestra analizada. El índice es la suma de los valores absolutos de los índices de todos los nutrimentos de la muestra; entre mayor sea este valor, mayor es el desbalance y por lo tanto se esperaría un menor rendimiento.

Letzsch y Sumner (1984), indican que para realizar diagnósticos diagnósticos elementales por medio de la metodología DRIS, es necesario contar con normas o estándares de nutrimentos, los cuales se obtienen a partir de observaciones que se hacen en una población de altos rendimientos y para desarrollar estas normas, es necesario tener un gran número de datos de análisis foliar y rendimiento, obtenidos al azar de plantas de alto rendimiento. El desarrollo de normas DRIS a partir de un banco de datos pequeño, puede presentar problemas, por lo que es conveniente realizarlas con base en un gran número de observaciones.

Walworth y Sumner (1987), mencionan que los trabajos de varios investigadores sobre la metodología DRIS, han demostrado que tiene mejores resultados y algunas ventajas sobre otras técnicas de diagnóstico, la mayoría de dichos trabajos son de análisis de contenidos nutrimentales en el tejido vegetal y de contenidos nutrimentales del suelo. Su principal desventaja, es el número de observaciones requerido para desarrollar las normas, ante esto, se sugiere que las normas se obtengan a partir de los intervalos de suficiencia y asignarles un coeficiente de variación, de acuerdo a la experiencia del investigador. Otro problema que presenta el enfoque DRIS, es la dificultad para calcular los índices nutricionales, especialmente cuando son muchos nutrimentos, para lo cual es conveniente usar programas de computación.

Etchevers (1988), menciona la relación que existe entre el rendimiento o crecimiento (basado en el por ciento del máximo) y la concentración de nutrimentos en los tejidos; estas concentraciones van desde un punto bajo, hasta un punto de exceso o toxicidad y determinan como se comporta el rendimiento en la producción, se mencionan también las medidas que hay que tomar sobre la fertilización y se obtienen las siguientes categorías:

Deficiente: Síntomas visibles de deficiencia severa, hay reducción en el crecimiento y en la producción, requiere corrección inmediata.

Bajo o Marginal: Reducción del crecimiento o producción, no hay síntomas visibles de deficiencia, requiere cambios en las prácticas de fertilización.

Nivel crítico de deficiencia: Se define experimentalmente concentraciones asociadas al 90 ó 95 por ciento del rendimiento del cultivo, la concentración de un nutrimento deberá manejarse ligeramente arriba de este punto.

Adecuado: En este punto, los cambios que ocurran no provocar aumento o disminución en el crecimiento o producción (esta categoría se conoce como normal o satisfactoria), no se deben hacer cambios en la fertilización.

Alto: Los cambios de concentración nutrimentales no provocan cambios en el crecimiento o rendimiento, pero, en algunos cultivos hay cambios en calidad y vigor, se debe de reducir la fertilización hasta alcanzar el rango adecuado.

Excesivo o Tóxico: Síntomas de toxicidad y a veces reducción de crecimiento, producción y calidad, se deben de tomar medidas correctivas inmediatas.

Nivel crítico de toxicidad: Se define experimentalmente, son concentraciones asociadas a la reducción del rendimiento máximo, generalmente al 80 por ciento de este, las concentraciones nutrimentales deben de ser menores para alcanzar el rendimiento máximo.

Nota: En las categorías 3 y 7 hay reducción específica en el crecimiento o rendimiento (5, 10 y hasta 20 por ciento).

Etchevers (1988), destaca que es un hecho bien conocido que la concentración nutricional de un cultivo, varía cuando también lo hacen el suministro de nutrimentos, temperatura y nivel de humedad.

Los factores que más influyen en la concentración de los nutrimentos en la planta son: la humedad del suelo, la temperatura del aire y del suelo y aspectos de manejo (patrón de siembra, época de siembra, densidad poblacional y otros).

Rendimiento total

Tooverly (1982), señala que el peso de la cosecha de una superficie determinada dedicada a cierto cultivo, depende del número de plantas sembradas por unidad de superficie, del número de frutos por planta y del peso de los frutos. El primer factor está influenciado por el tipo de planta, se deduce fácilmente en este caso que las variedades de tomate de porte más pequeño, pueden sembrarse mucho más próximas que las que son altas y frondosas. El número de frutos por planta, depende, de la cantidad de racimos y del número de frutos de cada uno de éstos; los caracteres de la inflorescencia y el número de frutos, se ven modificados por la temperatura, y la luz existentes durante el

desarrollo. El peso de los frutos para que lleguen a ser al menos del tamaño medio normal del genotipo utilizado, depende del número de lóculos y del peso de cada uno de éstos; algunos materiales poseen frutos biloculares y otros poseen multiloculares, además también depende de la nutrición de la planta y de los cuidados que se lleven a cabo en las prácticas de manejo en todo el ciclo del cultivo.

Resultados de Investigación

Pitts y Clark (1991), realizaron un trabajo de investigación en tres etapas de estudio, para comprobar el riego por goteo con subirrigación, con acolchado de polietileno y producción de tomate en parcelas en el sureste de Florida. Los niveles de las láminas de riego y la distribución del agua en el suelo fueron monitoreados. Se evaluó el crecimiento de las plantas, los niveles de nutrientes, la producción y los requerimientos de agua para cada uno de los métodos. Los resultados indicaron que la producción y la calidad de los frutos, no fueron significativamente diferentes. Sin embargo hubo una significativa reducción en el agua utilizada en el sistema de riego por goteo, en promedio del 50 por ciento debido a la evaporación. La reducción de los gastos por bombeo, compensó en algo el costo adicional del sistema de riego por goteo.

Spiers (1993), midió el efecto de fertilizaciones con nitrógeno, calcio y magnesio sobre el crecimiento y contenido nutrimental en las hojas en planta

de cereza. Para esto cultivaron plantas de cereza en suelos arenosos sujetos a varias concentraciones de nitrógeno, calcio y magnesio, en un período de dos años. Un incremento en la fertilización de nitrógeno produjo reducciones lineales del calcio, potasio, zinc, manganeso y hierro foliares, pero no afectó al magnesio. El calcio y potasio se incrementaron linealmente con una fertilización de calcio, pero la aplicación de éste produjo un efecto antagónico sobre el magnesio foliar. La fertilización con magnesio tuvo una influencia positiva sobre este, pero afectó negativamente al calcio, potasio y manganeso. El crecimiento de la planta tuvo una correlación negativa con el calcio y potasio foliares, pero positiva con el magnesio y manganeso. La fertilización con el nitrógeno incrementó el crecimiento de la planta con la primera aplicación, pero la aplicación adicional redujo el crecimiento.

Spiers y Braswel (1994), midieron la respuesta de la vid con la fertilización con calcio, nitrógeno y magnesio. En este estudio se evaluaron los efectos de varios niveles de fertilización de nitrógeno, calcio y magnesio sobre el crecimiento y contenido nutrimental en plantas de vid. Los estudios se realizaron durante dos años. El incremento en los niveles de nitrógeno redujo los niveles de potasio, calcio y magnesio foliares y un incremento en las concentraciones foliares de nitrógeno y fósforo y el crecimiento de la planta. La fertilización con calcio incrementó el calcio foliar y disminuyó el magnesio, pero no afectó el crecimiento de la planta. Las fertilizaciones con magnesio redujeron el potasio y el calcio foliar, pero incrementaron el magnesio y el

crecimiento de la planta. En los síntomas visuales asumimos que las deficiencias de magnesio, disminuyeron con la fertilización del mismo y se encontró una alta correlación con su contenido foliar. Las plantas que recibieron el más alto nivel con fertilización con calcio tuvieron pocos síntomas de deficiencia, cuando se trataron con el más alto nivel de nitrógeno. El crecimiento de las plantas de vid mostraron una correlación positiva en las concentraciones foliares de nitrógeno y magnesio y negativa a las de potasio, calcio, manganeso, zinc y cobre.

Grubinger et al .(1993), realizaron cuatro experimentos de campo sobre el crecimiento de tomate con y sin acolchado de polietileno, con y sin fertilizante inicial. La variedad de los campos fue con los niveles de fósforo residual y con cantidades de fósforo incorporado antes de sembrar. No se tuvieron resultados benéficos en los suelos con fertilizante inicial y altos niveles de fósforo residual, el cual fue moderadamente tratado con fósforo antes de trasplantar, respecto a los suelos con bajos niveles de fósforo residual con altas fertilizaciones del mismo. Se observaron efectos positivos en los suelos con fertilizaciones iniciales, solo cuando el fósforo residual fue bajo y no hubo emisión de fósforo, estos suelos fueron tratados con y sin acolchado. No hubo diferencia significativa con la fertilización inicial y el acolchado, aunque se pensó que el acolchado incrementaría las concentraciones del fósforo y la producción del fruto. El acolchado resultó benéfico bajo condiciones donde el contenido de fósforo en las hojas era de 0.4 por ciento en tomates sin acolchar,

Después de tres semanas del trasplante, indicando que además del abastecimiento de fósforo en la nutrición, el acolchado también tuvo efecto.

Wien *et al.* (1993), reportan acerca de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), cultivadas en condiciones de acolchado de polietileno para estimular su crecimiento temprano, realizando este trabajo en el estado de Nueva York. Las plantas cultivadas en estas condiciones presentaron un mayor número de ramas, incrementaron la captación de nutrimentos minerales, y la producción, más que las plantas que crecieron o se cultivaron sin acolchado. Para realizar este trabajo, se diseñaron cuatro experimentos de campo en suelos arcillosos de aluvión con acolchados simples de polietileno, para estimular las pequeñas extensiones de las raíces después del trasplante. Una semana después de esto, las raíces fueron significativamente más grandes para las plantas con acolchado, que para las plantas sin acolchar en todos los experimentos, mientras que las diferencias en materia seca en la superficie del suelo, empezaron a ser significativas hasta después de 14 días del trasplante, en dos de los cuatro ensayos. El acolchado incrementó el número de ramas, adelantó la floración sobre las ramas basales e incrementó la concentración de nutrimentos mayores en las partes superficiales del suelo. En campo la estimulación del crecimiento que se obtuvo con el acolchado, se estima que pudo ser llevada a cabo por el calentamiento del tallo, debido al escape de aire proveniente de los agujeros en el acolchado del cultivo. Sin embargo, en experimentos con acolchado blanco, negro, o transparente, en los cuales dichos

os eran cubiertos con suelo, no mostraron efecto sobre el número de las , aunque la temperatura se incrementaba cuando éstos eran dejados sin . Los resultados obtenidos implican que el incremento del crecimiento en capas superficiales del suelo observados con el acolchado, es una consecuencia del incremento en el crecimiento de la raíz y la captación de nutrientes.

Tindall et al .(1991), mencionan los efectos del acolchado sobre las propiedades del suelo y el crecimiento del tomate, usando microirrigación en campo. Citan que la microirrigación ha sido utilizada constantemente en dicho cultivo, solo algunos estudios se han reportado para describir la producción o distribución de la raíz del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de un tipo de acolchado (plástico negro y de paja) y microirrigación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento del tomate "celebridad". En 1986 el experimento se inició en un suelo arenoso-arcilloso. La producción del tomate, crecimiento de la raíz, temperatura del suelo y potencial del agua en 1987 y en 1988, se comparó entre acolchados de plástico negro poroso y de paja, con tres diferentes frecuencias de microirrigación y un control (sin irrigación) diariamente, durante tres temporadas. Las propiedades del suelo por debajo de los dos acolchados, se midieron en términos de superficie de evaporación, medidas durante períodos de 24 horas, varias veces al año, densidad mayor, carbón orgánico, coeficiente de infiltración a final de 1988, durante la temporada de crecimiento.

El acolchado de paja resultó con un rango de infiltración significativamente alto, un pH bajo, densidad alta, superficie de infiltración y temperatura del suelo más altas, que con el acolchado plástico. La producción fue alta con el acolchado de paja, comparado con el acolchado plástico y la irrigación, incrementando la producción con el acolchado de paja en 1987, pero no en 1988. Las producciones no se incrementaron con la irrigación en los tratamientos del acolchado plástico. Los acolchados con paja tienen el potencial para mejorar las producciones de tomate en medioambientes con altas temperaturas y pH controlados.

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica del Area Experimental

El presente trabajo se desarrolló durante el ciclo Primavera - Verano de 1995. Se realizó a un costado del actual Departamento de Horticultura, situado en la parte del bajo de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", la cual se localiza a una latitud norte de 25° 22' y una longitud oeste de 101° 00', con una altura de 1742 msnm (Mendoza, 1993).

Clima

Se clasifica del tipo BWhw (x') (e), el cual es seco y templado, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 13.3 °C, con una oscilación media de 10.4 °C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37 °C. Durante diciembre y enero se registran las más bajas de hasta -10.4 °C, con heladas regulares en el período diciembre a febrero. La precipitación media anual es de 460.7 mm. Siendo los meses más lluviosos julio, agosto y septiembre; las lluvias en invierno son moderadas. Lo anterior da como resultado un 64.8 por ciento de humedad relativa media

anual, que se distribuye en forma desigual; el verano es la estación de mayor humedad relativa, e invierno y primavera las de mayor sequía (Mendoza, 1993).

Suelo

Los suelos del lugar son oscuros y algunos claros, debido al contenido de calcio; la textura varía de migajón - arenoso a migajón - arcilloso. Y están localizados sobre el estrato calcáreo, duro y continuo, denominado petrocálcico.

Descripción del Material Vegetativo

La variedad de tomate utilizada fue "HAYSLIP", es un genotipo muy productivo, sin juntas, desarrollada para mercado fresco a partir de material genético de la Universidad de Florida. Las plantas son de crecimiento determinado y similares a las de Flora - Dade. Cubren muy bien a los frutos, que maduran muy uniformemente, al igual que los de Flora - Dade. Los frutos son más lisos y de calidad superior a los de ésta. Los hombros son verdes, firmes, de tamaño uniforme, de gran calidad para el transporte. Esta variedad ha demostrado una buena tolerancia a la marchitez apical del fruto, a las malformaciones del fruto, a las razas 1 y 2 de Fusarium, y raza 1 de

Verticillium. Esta nueva variedad ha demostrado ser capaz de producir altos rendimientos en condiciones de pleno campo o sobre estacas (empalado).

Material Utilizado

- Material vegetativo: variedad de tomate "HAYSLIP".
- Infraestructura de apoyo: 4 Macrotúneles de plástico, con las siguientes medidas: (13.5 m de largo por 4 m de ancho)
- Equipo y material agronómico.

Fertilizantes foliares: Se adquirieron un total de 11 fertilizantes comerciales, de los cuales a continuación se da a conocer la dosis recomendada:

Producto	Dosis Recomendada
Bayfolan	2 - 4 kg/ha
Nitrofoska	3 - 6 l/ha
Foltrón Plus	2 - 3 l/ha
Grofol	2 kg/ha
Foli - Gro	2 - 3 kg/ha
Cosmocel	1 - 3 kg/ha
Lobi 44	1 - 3 kg/ha
Agro-K	1 - 3 kg/ha
K-Fol	2 - 3 kg/ha
Poliquel Multi	2 - 3 l/ha
Superfos	1 - 3 kg/ha

- Equipo de laboratorio y reactivos.

Diseño Experimental

Los tratamientos fueron generados a partir de la combinación de los veles de dos factores.

Factor A. Fertilizantes (Parcela Grande)			
Tratamiento	Nombre comercial	Formulación	Dosis
A ₁	Bayfolan (F.I.)	24-13-13	3 kg./ha
A ₂	Nitrofoska foliar (F.I.)	10- 4- 7-0.2	4 l/ha
A ₃	Foltron plus (F.I.)	10-20- 5	3 l/ha
A ₄	Grofol (F.I.)	20-30-10	2 kg./ha
A ₅	Foligro (F.I.)	20-30-10	3 kg./ha
A ₆	Cosmocel (F.I.)	20-30-10	3 kg./ha
A ₇	Lobi 44 + Agro-K (M.P.)	44- 0- 0 +0-32-53	2+2 kg./ha
A ₈	Lobi 44 + K-Fól (M.P.)	44- 0- 0+ 0-20-55	2+2 kg./ha
A ₉	Lobi 44+Poliquel (Multi) (MP)	44-00-00 + Zn(4) Fe(3),+S(3),Mg(1).	2 kg./ha 2 l/ha
A ₁₀	Superfos + Agro-K (M.P)	12-60-0 + 0-32-53	2+2 kg./ha
A ₁₁	Superfos + K-Fól (M.P.)	12-60-0 + 0-20-53	2+2 kg./ha
A ₁₂	Superfos + Poliquel (Multi) (M.P.)	12-60-0 + Zn(4), Fe(3) Fe(3), + S(3), Mg(1).	2 kg./ha 2 l/ha
Factor B. Intervalo de Aplicación (Parcela Chica)			
B ₁	5 días		
B ₂	10 días		
B ₃	15 días		

F.I. = Fertilizante individual.

M.P. = Mezcla de productos fertilizantes.

Para el presente trabajo de investigación se alojaron los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas; donde la parcela grande correspondió a los productos fertilizantes (seis individuales y seis mezclas de fertilizantes) y la parcela chica, fue el intervalo de aplicación (cada cinco, diez, y quince días). Evaluándose cuatro

repeticiones por tratamiento, donde nos da un total de 36 combinaciones y 144 unidades experimentales.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + F_i + \theta_{ik} + T_j + (FT)_{ij} + \varepsilon_{ijk}.$$

$i = 1, 2, \dots, f$. Fertilizantes.

$j = 1, 2, \dots, t$. Tiempos de aplicación.

$k = 1, 2, \dots, r$. Repeticiones o bloques.

$\theta_{ik} \sim \text{NI}(0, \sigma^2_{\theta})$.

$\varepsilon_{ijk} \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta en la k -ésima repetición del i -ésimo fertilizante en combinación con el j -ésimo tiempo de aplicación.

μ : Efecto general ó media general que es comparación a cada una de las unidades experimentales.

R_k : Efecto del k -ésimo bloque (repetición).

θ_{ik} : Error A (las unidades experimentales grandes), variable aleatoria a la cual se le asume distribución normal independiente con media cero y varianza σ^2_{θ} .

F_i : Efecto del i -ésimo fertilizante.

T_j : Efecto de j -ésimo tiempo de aplicación.

$(FT)_{ij}$: Efecto conjunto o interacción del i -ésimo nivel de fertilizante con el j -ésimo nivel de tiempo de aplicación.

error B, error experimental, variable aleatoria que se le asume distribución normal e independiente con media cero y varianza constante σ^2).

La superficie que se utilizó en cada repetición fue de 54 m², por lo que el tratamiento ocupó una superficie de 0.90 m², siendo que la superficie experimental fue de 32.4 m² por repetición y el resto de la superficie fue usada por plantas que sirvieron como orilleras (entre cada tratamiento, había una planta intermedia).

Los análisis de varianza, fueron procesados en computadora para poder determinar la diferencia significativa al 1 y al 5 por ciento en el ANVA, para interpretar la significancia se utilizó la prueba de DMS (diferencia mínima significativa), además de obtener sus coeficientes de variación.

Variables Evaluadas

- ⇒ Calidad de fruto.
- ⇒ Rendimiento total.
- ⇒ Dinámica nutrimental de macronutrientes y micronutrientes.

La manera en que se evaluaron las Características anteriores fue la siguiente:

Calidad de fruto: se evaluó después de haber cosechado; clasificándolo en categorías: primera, segunda y tercera, tomando en cuenta las siguientes características:

Tomate de primera: Puede ser verde, pinto y rosa, completamente sano, teniendo un diámetro ecuatorial no menor de 48 mm.

Tomate de segunda: Puede ser verde, pinto o rosa, poco dañado (ciper, rajadura, cicatriz, manchas, etc.)

Tomate de tercera: Puede ser rojo, sano y poco dañado.

Las tres anteriores calidades de tomate se consideran como producto comercial, mientras que como producto no comercial o de rezago, se considera a todo aquel que no califique para poder considerarse como tercera calidad.

Tamaño de fruto: La producción comercial se evaluó, separando en cinco diferentes tamaños, los cuales están basados en el diámetro ecuatorial del tomate, considerando las especificaciones para tamaño de tomate sinaloense para exportación, emitidas por las Normas Americanas de Calidad para tomate fresco en 1975, las cuales se encuentran vigentes y fueron traducidas y adaptadas por la Unión Nacional de Productores de Hortalizas.

Tamaño	Diámetro ecuatorial (mm)	
	Mínimo	Máximo
Extrachico ó (7 x 8)	48	54
Chico ó (7 x 7)	54	58
Mediano ó (6 x 7)	58	64
Grande ó (6 x 6)	64	73
Extragrande ó (5 x 5 y 5 x 6)	73	88

Concentración de macronutrientes y micronutrientes: Los procedimientos para determinar los elementos se mencionan a continuación;

El nitrógeno se determinó por el método Kjeldahl, para la cuantificación de este nutriente en tejidos vegetales. Para fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre, manganeso y sodio, se prepararon las muestras para ser leídas en el colorímetro y en el espectrofotómetro de absorción óptica.

Fertilización

No se realizó ninguna aportación de fertilizantes al suelo, ya que se aplicó todo el fertilizante en forma foliar; de los 11 fertilizantes, seis individuales y seis mezclas; por lo que se hicieron mezclas de los cinco fertilizantes completos con el propósito de aplicar tanto macronutrientes como micronutrientes, y los fertilizantes completos se aplicaron solos.

Desarrollo del Experimento

Siembra del Almacigo

La producción de planta se hizo en almacigo, la siembra se realizó el ocho de abril de 1995.

Preparación del Terreno

La esterilización de suelo se llevó a cabo el 11 de abril, con bromuro de metilo. La etapa de esterilización duró aproximadamente 12 días. Se aplicó el nematicida orgánico, "NEMATROL", en dosis de 300 kg/ha, con el propósito de controlar los nemátodos que pudieran estar presentes en el suelo.

La reconstrucción y reparación de las camas se realizó del 19 al 21 de abril, la cual consistió en mover totalmente el suelo y posteriormente se reconstruyeron las partes de las camas que estaban muy deterioradas con tierra de bosque, de tal manera que la cama alcanzara una altura de 30 cm, para después pasar a la nivelación de las mismas, dejando el suelo en buenas condiciones para el acolchado.

La instalación del sistema de riego se llevó a cabo el 29 de abril, la cual consistió en tirar la cinta de riego (Marca T-Tape de 6 milésimas, con goteros

cada 30 cm) a la mitad de la cama, enterrándose a cinco centímetros de profundidad, cubriéndola con tierra, estando ya instalada, se conectó al poliducto lateral y éste a su vez con la toma de agua.

Todos los tratamientos estuvieron acolchados con polietileno color negro calibre 150 (37.5 micras de espesor). Esta práctica se realizó el primero de mayo de 1995, para la cual se hizo un agujero al inicio del surco, se colocó el extremo del plástico a tender dentro del mismo, se llenó el orificio con tierra fijando el plástico. Para extender la película sobre la cama, el rollo fue cargado por dos personas, pasando una barra por el interior de la bobina, caminando lentamente hasta llegar al final del surco, se tensó al máximo y se fijó con tierra, en tanto que una tercera persona fijaba con tierra los lados.

Para la perforación del plástico, se calentó un tubo de aproximadamente dos pulgadas de diámetro y de acuerdo a la distancia entre plantas (0.45 m) se procedió a hacer los hoyos en el plástico.

Se realizó un riego de presiembra del 13 al 17 de mayo, con el fin de llevar el suelo a capacidad de campo, para tener una buena humedad al momento del trasplante.

El trasplante se realizó el 18 de mayo; donde se hicieron pequeños hoyos en el suelo, en cada perforación del plástico, depositando ahí la planta.

Se hizo una reposición de fallas durante el 26 al 30 de mayo, para reponer las plantas muertas.

Manejo del Cultivo

Los riegos se dieron cada tres días, con una duración de dos a tres horas, durante todo el ciclo del cultivo se realizaron 29 riegos, aplicándose un gasto de 0.4 m³ de agua.

La conducción del cultivo de tomate dentro del macrotúnel fue de "vara", es decir, se colocaron estacas para después, amarrar el hilo a cada 15 cm de altura y así evitar la caída de las plantas.

El tomate como todo cultivo hortícola, requiere de cuidados fitosanitarios desde su siembra, por lo que a lo largo del desarrollo del cultivo, se presentaron principalmente enfermedades fungosas: Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*), marchitez (*Fusarium oxysporum*), moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*), y se presentó una enfermedad virosa (Virus del enchinamiento del tomate).

También se presentaron plagas como mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), Gusano de fruto (*Heliothis zea*), y minador de la hoja (*Liriomyza munda*).

A continuación se muestran los agroquímicos que se aplicaron durante desarrollo del cultivo de tomate, para el control de plagas y enfermedades:

Fecha	Producto	Dosis (l/ha)
02-06-95	Furadán + Thiodán	2.5
21-06-95	Furadán + Thiodán	2.5
18-07-95	Biozyme (*)	0.5
18-08-95	Dithane	2
08-08-95	Lasser	2
12-08-95	Lasser + Thiodán	2
16-08-95	Lasser + Thiodán	2
23-08-95	Bio-Crack	0.5
27-08-95	Bio-Crack	0.5

(*). Regulador de crecimiento.

El número total de fertilizaciones foliares fue de acuerdo al intervalo de días, así tenemos que para el intervalo de cinco días, se hicieron 18 aplicaciones, en tanto que para el de cada 10 días fueron nueve y para el intervalo de 15 días, solo se hicieron siete aplicaciones.

Los muestreos foliares se realizaron después de que empezaron a efectuarse las aplicaciones de los fertilizantes, a partir de una fecha señalada en un intervalo de tiempo de 15 días entre cada muestreo. Se realizaron cinco muestreos en total, los cuales fueron clasificados por producto fertilizante aplicado (12 productos) y en cada producto se separaron las muestras de acuerdo al intervalo de aplicación (5, 10 y 15 días), obteniéndose en total 36 muestras en cada recolección realizada. Al final del ciclo del cultivo se

tuvieron un total de 180 muestras, que posteriormente fueron analizadas en laboratorio.

La cosecha se realizó en forma manual. El criterio de cosecha fue cuando el fruto en su parte apical se le formaba una figura de estrella, o que cambiara de color verde a verde amarillento; en ese momento el fruto está en madurez fisiológica. (Sánchez y Saucedo 1980).

En seguida se muestran el número de cortes y la fecha en que se varon a cabo cada uno de ellos.

Corte	Fecha
1	14-08-95
2	19-08-95
3	25-08-95
4	01-09-95
5	07-09-95
6	12-09-95
7	21-09-95

RESULTADOS Y DISCUSION

Dinámica Nutricional en Hojas de Tomate

Dinámica del Nitrógeno utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.1, se muestran los resultados de los análisis de nitrógeno en hojas de tomate con la aplicación de fertilizantes foliares completos, en cinco muestreos realizados a los 55, 70, 85, 100 y 115 días después del trasplante (ddt). Con esta información se construyó la Figura 4.1 donde se presentan la dinámica nutricional del nitrógeno a través del tiempo y como un efecto de la aplicación foliar a intervalos de cinco, diez y quince días. Así se tiene que en general para los tres intervalos a medida que avanza en edad la hoja de tomate, la concentración del nitrógeno disminuye; esto coincide con lo citado por Salisbury Y Ross (1994) quien menciona que nutrimentos altamente móviles como el nitrógeno tienden a disminuir su concentración a medida que envejece la planta, por otra parte Spiers y Braswell (1994) midieron la respuesta de la vid con fertilización de nitrógeno, calcio y magnesio, donde el incremento de los niveles de nitrógeno redujo los niveles de potasio, calcio y magnesio foliar y un incremento en las concentraciones foliares de nitrógeno y

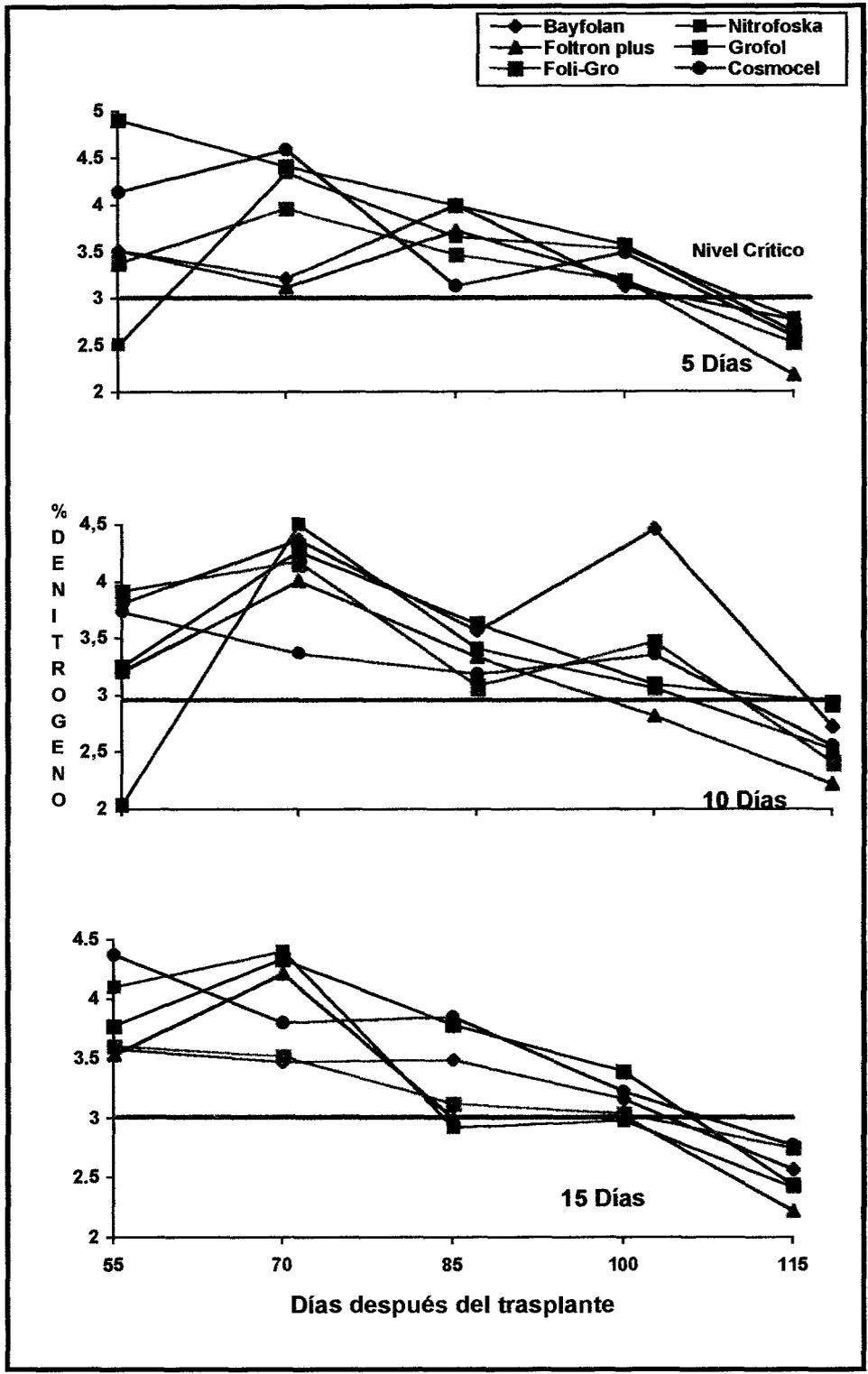


Figura 4.1. Concentración de nitrógeno (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN 1995.

Fósforo y el crecimiento de la planta. Donde el crecimiento de las plantas de vid mostró una correlación positiva en las concentraciones foliares de nitrógeno y magnesio y negativas a las de potasio, calcio, manganeso, zinc y cobre.

También se observa que para los intervalos de aplicación de cinco y quince días en el muestreo cuarto (100 días después del trasplante) ya que en esta época se presenta la mayor velocidad de crecimiento vegetativo y hay muy poca variación en los valores obtenidos, por lo cual se podrían considerar estas edades de la planta como las más adecuadas para muestreos foliares con fines de diagnóstico nutrimental. En cambio para el intervalo de 10 días la mejor edad para el muestreo con fines de diagnóstico es en el muestreo tres (85 días después del trasplante). Lo anterior sin dejar de tomar en cuenta que estos resultados varían en función de las características del genotipo y de la localidad donde se tenga el cultivo.

Un aspecto sobresaliente en la figura 4.1, es que a excepción del último muestreo, todos los valores de concentración de nitrógeno están por arriba del nivel crítico para el tomate, que es del 3 por ciento, por ello se puede considerar que la fertilización foliar con nitrógeno puede sustituir a la aplicación de fondo del mismo elemento, ya que con dichas concentraciones, las plantas de tomate no mostraron deficiencias para este macronutriente, ni tampoco afecta mucho el rendimiento. Esta situación es probable que haya sucedido por los antecedentes de fertilización que tiene el suelo de los túneles donde se

realizó este experimento. Dicha fertilización ha sido de las llamadas “fuertes” para cultivos como calabacita, melón, tomate y pepino.

Dinámica del nitrógeno utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con base en el cuadro de referencia se construyó la Figura 4.2 y en ella se puede observar la dinámica nutrimental del nitrógeno como un efecto de la aplicación foliar de mezclas fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días. Los resultados indican que al igual que la dinámica del nitrógeno con fertilizantes foliares individuales, la concentración de este elemento disminuye con la edad de la planta como resultado quizá de la movilidad del nitrógeno en la misma, coincidiendo con Salisbury y Ross (1994). Donde se puede observar que el comportamiento en las concentraciones es más homogéneo con aplicaciones a intervalos de cinco días en los diferentes muestreos y que en este caso el segundo muestreo (70 días después del trasplante) se observa menos variación en las concentraciones, por lo cual esta fecha puede ser considerada como la más adecuada para muestreo de nitrógeno con fines de diagnóstico, al menos para el intervalo de aplicación de cinco días. Sin embargo para las mezclas de fertilizantes, el muestreo de diagnóstico nutrimental sería en el cuarto (100 días después de le trasplante). Así se muestra en la misma figura, que al igual que para fertilizantes individuales, solo en el último muestreo la concentración de nitrógeno esta por abajo del nivel critico (3 por ciento) para la mayoría de las mezclas fertilizantes y para la mayoría de los intervalos;

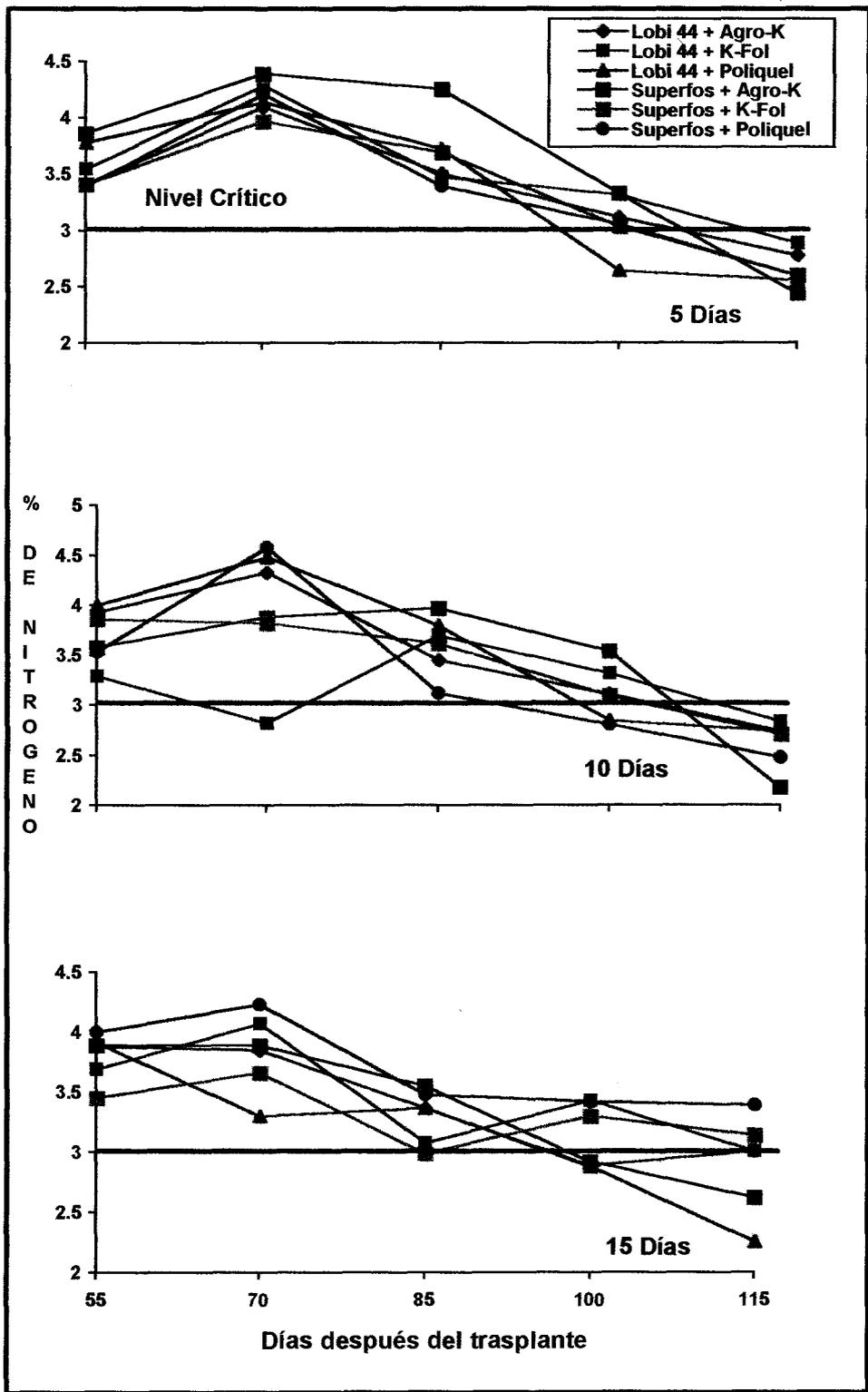


figura 4.2. Concentración de Nitrógeno (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN 1995.

unque algunas mezclas también muestran concentraciones ligeramente abajo el nivel crítico en el muestreo cuatro (100 días después del trasplante).

De acuerdo al comportamiento de la dinámica nutrimental y a la concentración de nitrógeno obtenida con los fertilizantes individuales y las mezclas, se puede considerar que unas y otras funcionaron bien en el cultivo de tomate, al menos para las condiciones en que se desarrolló el experimento.

dinámica del fósforo utilizando fertilizantes completos.

En el Cuadro A.2, se presenta la información obtenida de la concentración de fósforo en por ciento en hojas de tomate con la aplicación de productos de fertilizantes individuales, en los cinco muestreos realizados (55, 60, 85, 100 y 115 días después del trasplante).

Con la primera parte de dicha información se construyó la Figura 4.3, con la finalidad de analizar la dinámica nutrimental del fósforo, por efecto de fertilizantes completos, aplicados foliarmente a intervalos de 5, 10 y 15 días. En la se observa que a medida que avanza en edad la hoja de tomate, la concentración de fósforo disminuye, esto coincide con lo mencionado por Alisbury y Ross (1994), quien señala que una tendencia hacia la baja en la concentración de este elemento hacia el final del ciclo, es de esperarse por el hecho de que el fósforo tiene como acción hacer crecer tanto las partes aéreas

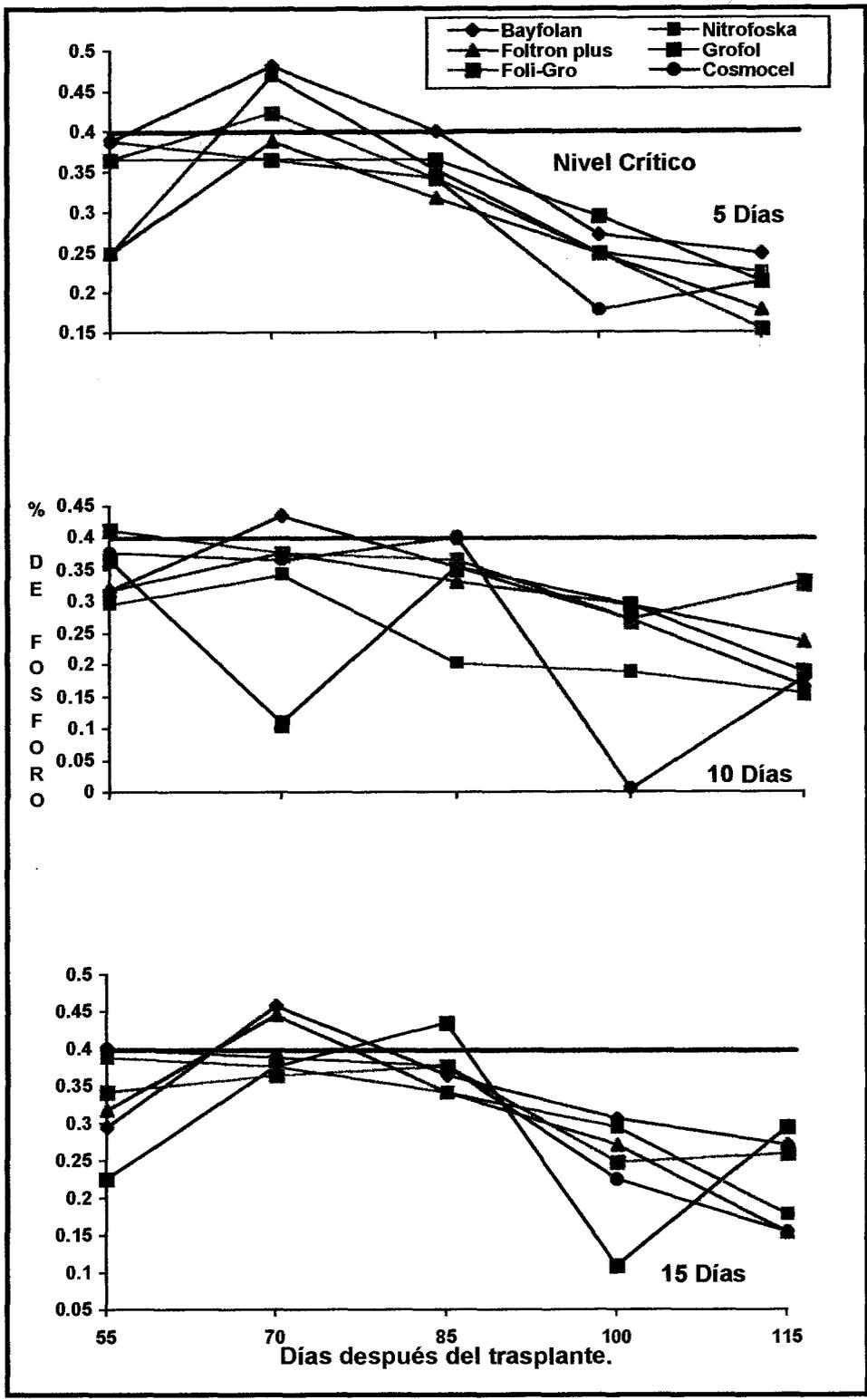


Figura 4.3. Concentración de Fósforo (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

como las raíces en las primeras etapas del cultivo y también es muy importante por que ayuda en el momento de la floración, por lo que con una deficiencia se pueden tener problemas posteriores con el rendimiento del cultivo, por otra parte con los fertilizantes completos no se notaron deficiencias de este elemento, así mismo y a diferencia del nitrógeno casi en todos los muestreos y en los tres intervalos, de aplicación la concentración, del fósforo está por abajo del nivel crítico. Solo productos como Bayfolan, Nitrofoska, Foli-gro y Grofol, en algún muestreo logran estar por arriba de la concentración del nivel crítico. Con relación a la época de muestraro con fines de diagnóstico, parece ser más conveniente hacerlo a los 70 días después del trasplante (muestreo dos), que es donde se observa menos variación entre productos; Excepto Grofol aplicado a intervalo de 10, días cuya variación es considerable.

De acuerdo a estos resultados substituir la aplicación de fondo de fósforo por la foliar de este elemento, no parece ser muy conveniente. Sin embargo visualmente las plantas de tomate no mostraron síntomas severos de deficiencias y como se verá al analizar el rendimiento, estas ligeras deficiencias parecen no afectar la producción.

Dinámica del fósforo utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con base también en la información del cuadro A.2, se construyó la Figura 4.4, donde se aprecia la dinámica nutrimental del fósforo por efecto de

aplicar foliarmente mezclas fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días. Lo primero que se puede observar en dicha figura, es que al igual que con los fertilizantes completos, la concentración de fósforo disminuye con la edad de la hoja de tomate, el segundo aspecto a resaltar en dicha figura, es que prácticamente en todos los muestreos la concentración del fósforo está por debajo del nivel crítico (0.4 por ciento), esto para cualquier intervalo y para todas las mezclas. También se puede notar que la variación en la concentración de este elemento, es mayor cuando se aplican las mezclas a intervalos de 5 y 10 días y que dicha variación disminuye marcadamente cuando se aplican cada 15 días, por lo cual el muestreo con fines de diagnóstico podría hacerse a los 70 días después del trasplante (muestreo dos).

Con base en estos resultados, se deduce que al igual que con los productos fertilizantes individuales, con las mezclas podrían esperarse deficiencias de fósforo en las hojas de tomate, durante las últimas etapas de muestreo.

Dinámica de Potasio utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.3, se presenta la información obtenida de la concentración de potasio en por ciento en hojas de tomate, con fertilizantes foliares individuales para los cinco muestreos realizados a 55, 70, 85, 100 y

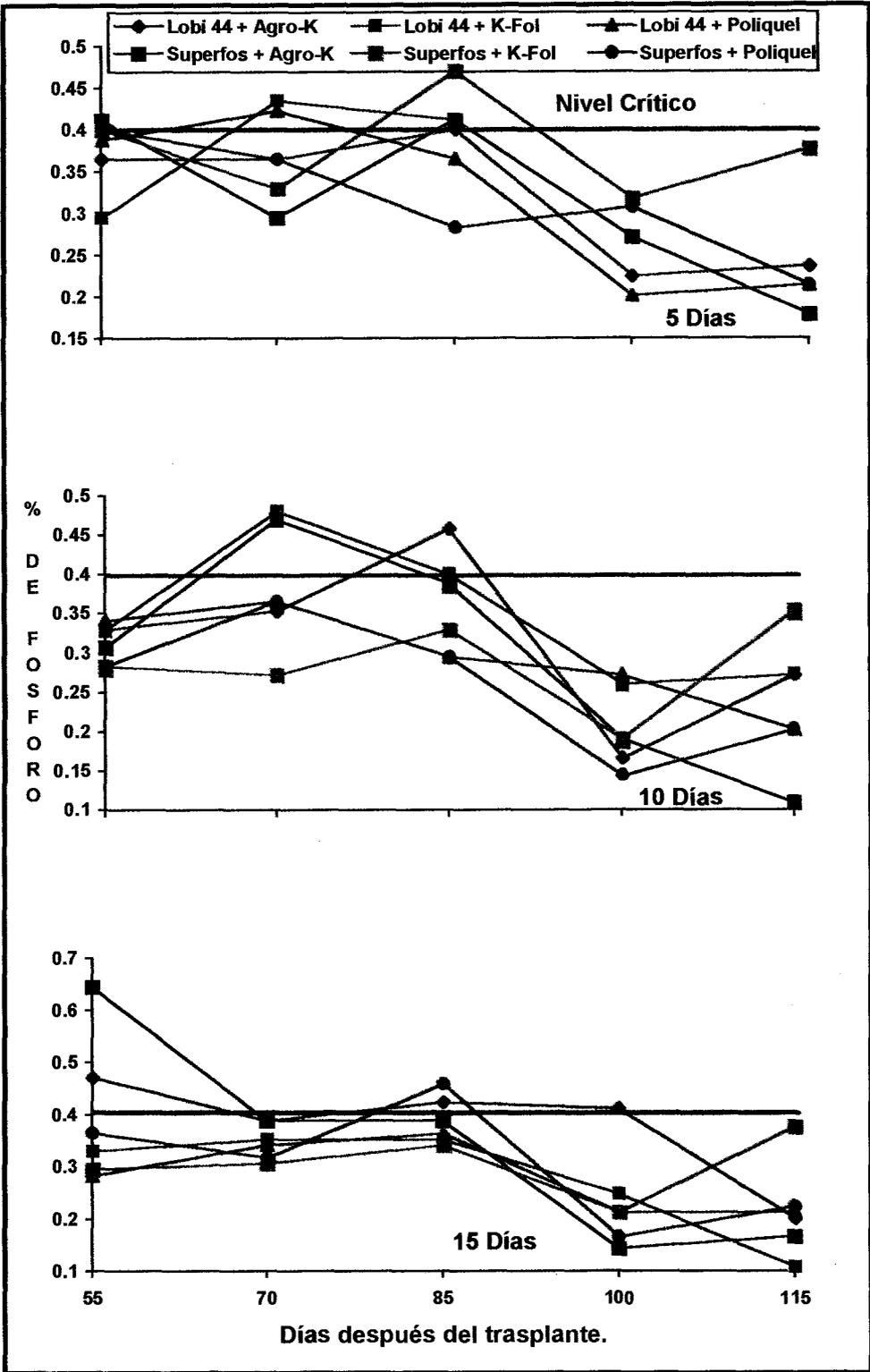


Figura 4.4 Concentración de Fósforo (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

115 días, después del trasplante.

Con los resultados del cuadro mencionado se obtuvo la Figura 4.5 para poder analizar la dinámica nutrimental del potasio con intervalos de aplicación de 5, 10 y 15 días. Así se tiene que en general, para los tres intervalos, a medida que avanza la edad de la hoja de tomate, la concentración de potasio disminuye y esto coincide con lo mencionado por Salisbury y Ross (1994), que nos indica que es un elemento altamente móvil como el nitrógeno y el fósforo y que a medida que la planta se va desarrollando, este elemento tiende a disminuir, por lo que el potasio tiene como actividad impartir a las plantas vigor y resistencia a las enfermedades, así como en mejorar la calidad de los frutos, ya que este elemento es muy esencial para el cuajado de frutos y al mostrar alguna deficiencia, este podría afectar en el rendimiento, sin embargo no se tuvieron problemas con el rendimiento. Esto coincide con lo que mencionan Boyton (1954) y Rodríguez (1982), que con respecto a la edad de la hoja, se presentan diversas tasas de absorción, ya que las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas, por otra parte a diferencia de nitrógeno, en la mayoría de los muestreos e intervalos de aplicación, éste se encuentra por debajo del nivel crítico (1.3 por ciento) sin embargo productos como el Bayfolan, que permaneció en el primero, segundo y tercer muestreo por arriba del nivel crítico, descendió en el muestreo cuatro, de ahí que el Foltron plus y Cosmocel presentaron tendencias arriba del nivel crítico en el segundo muestreo, así como Foligro en el cuarto muestreo, además que el

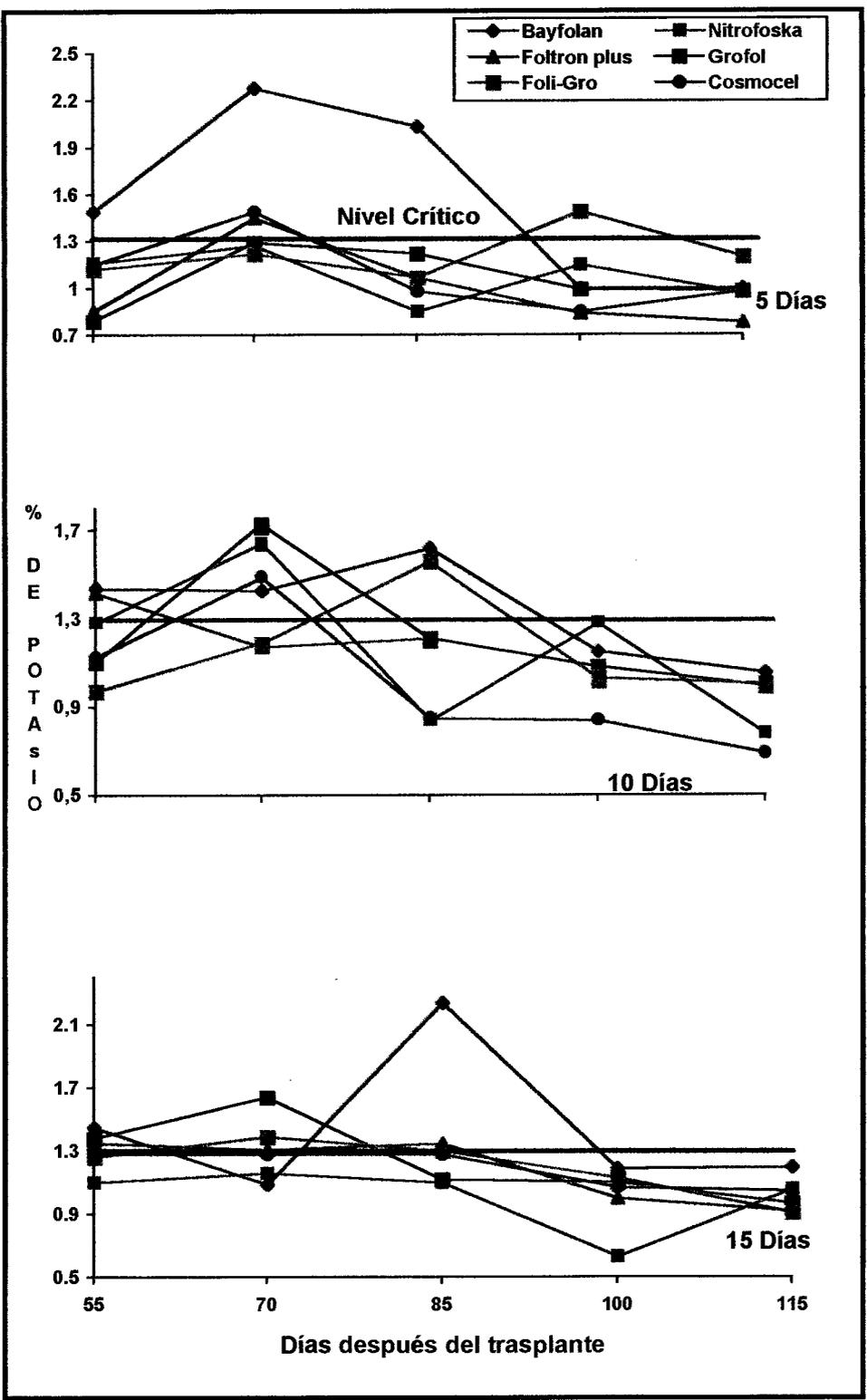


Figura 4.5. Concentración de Potasio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

cuarto muestreo, además que el Nitrofoska y Grofol no dieron resultados favorables en la aplicación a intervalos de cinco días, por el contrario en los intervalos de 10 y 15 días, dieron mejores resultados. Sin embargo, a pesar que el elemento se encontraba por debajo del nivel crítico en algunos productos, esto no afectó en la calidad del fruto ni en el rendimiento.

Por lo que para fines de diagnóstico podría ser más conveniente realizar el muestreo a los 70 días después del trasplante (muestreo dos), que es donde se puede observar una menor variación en la concentración.

Dinámica del potasio utilizando mezclas de fertilizantes.

Con la información del mismo cuadro se construyó la Figura 4.6, donde se muestra la dinámica nutrimental del potasio por efecto de la aplicación de mezclas de fertilizantes, a intervalos de 5, 10 y 15 días. Observándose que al igual que la aplicación de fertilizantes completos, estos también tienden a disminuir en sus diferentes etapas hasta su envejecimiento, donde se aprecia que para los intervalos de 5 y 15 días, en el segundo muestreo (70 días después del trasplante) y en el tercero (85 días después del trasplante), las concentraciones están por encima del nivel crítico (1.3 por ciento) en cambio para el cuarto muestreo (100 días después del trasplante) y quinto muestreo (115 días después del trasplante) sucedió lo contrario para la mayoría de los productos pero para el intervalo de 10 días, el comportamiento de estos no tuvo

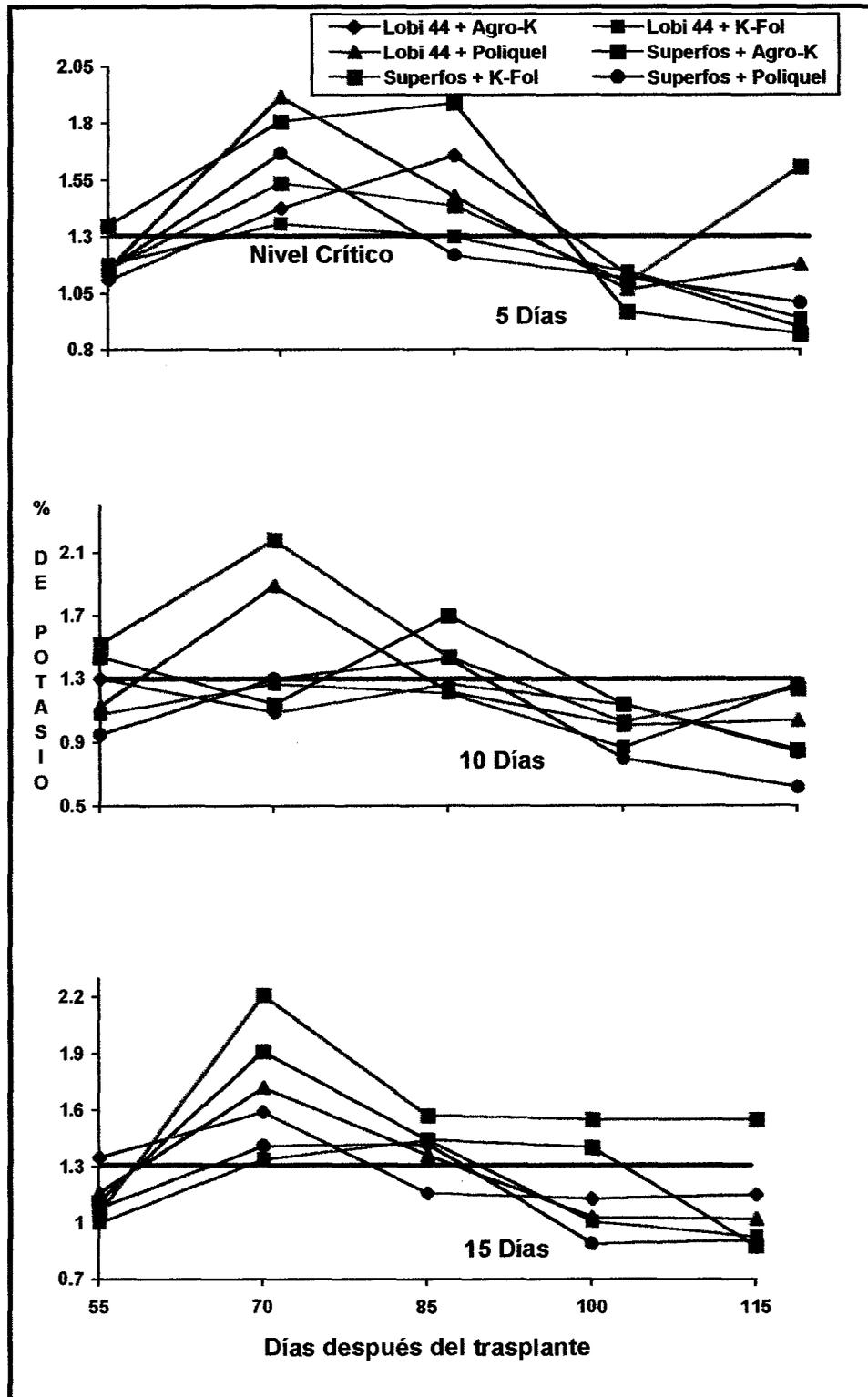


Figura 4.6. Concentración de Potasio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN 1995.

mucha variación a excepción del Superfos + K-fol y Lobi 44 + Poliquel, que estuvieron por encima del nivel crítico en el segundo muestreo (70 días después del trasplante).

Dinámica del Calcio utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.4, se muestran los resultados obtenidos de la concentración de calcio en por ciento para los cinco muestreos realizados (55, 70, 85, 100 y 115 días después del trasplante) por el efecto de la aplicación foliar de fertilizantes completos.

Con base en la información del cuadro anterior se construyó la Figura 4.7 con el fin de analizar la dinámica nutrimental del calcio por efecto de fertilizantes completos aplicados foliarmente a intervalos de 5, 10 y 15 días, donde se puede observar que la más alta concentración de calcio es para los 85 días después del trasplante (muestreo cuatro) en los tres intervalos de aplicación. Reiners (1995), comenta que el calcio no se transporta bien dentro de la planta (no se puede trasladar con facilidad de las hojas viejas de la planta a las hojas nuevas o a la fruta en desarrollo) y Spiers (1993) midió el efecto de fertilizaciones con nitrógeno, calcio y magnesio sobre el crecimiento y contenido nutrimental en las hojas en planta de cereza, donde el calcio y el potasio se incrementaron linealmente al fertilizar con calcio, pero la aplicación de éste produjo un efecto antagónico sobre el contenido de magnesio foliar, sin

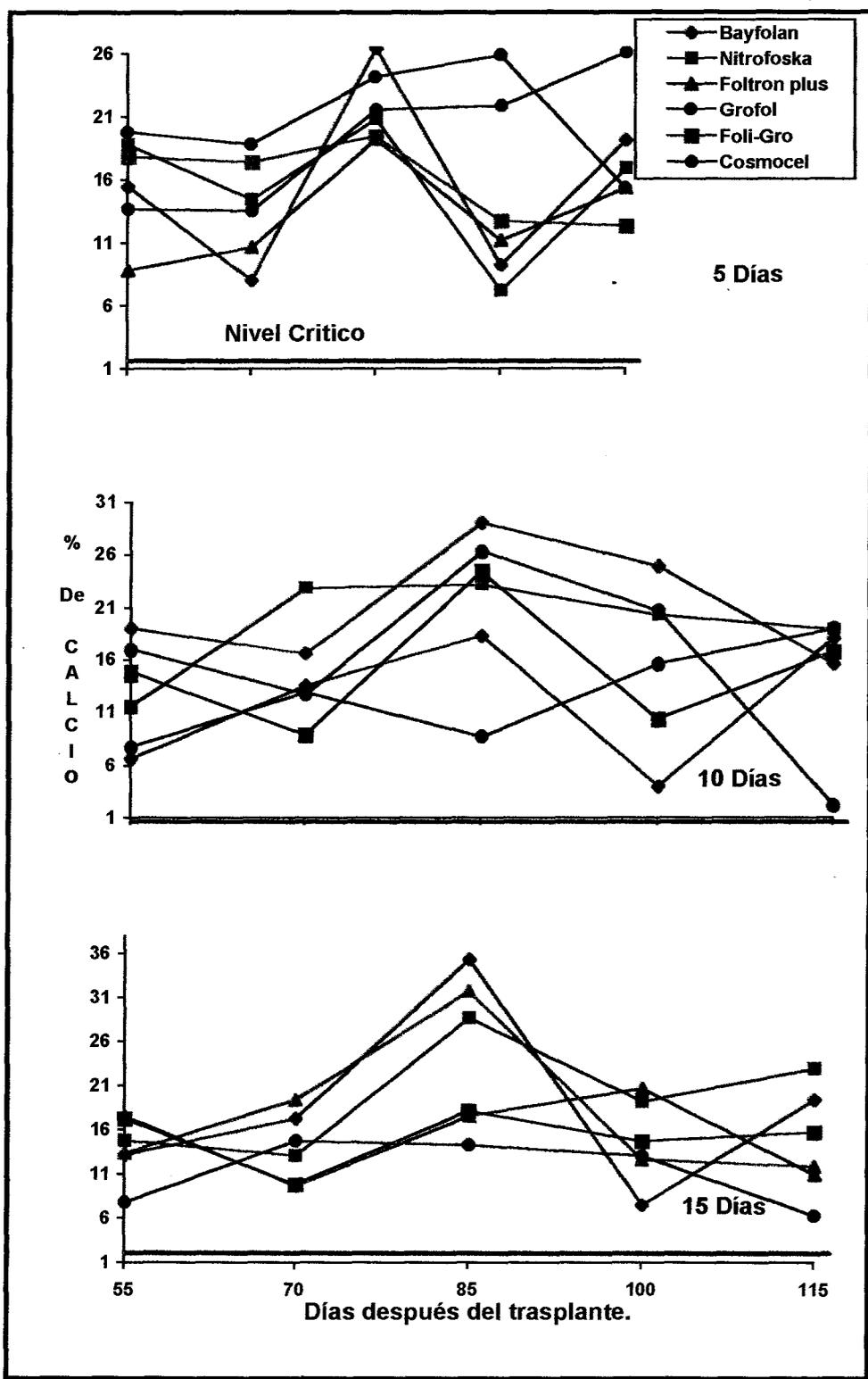


figura 4.7 Concentración de Calcio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN 1995.

embargo el crecimiento de la planta tuvo una correlación negativa con el calcio y potasio foliares, pero positiva con el magnesio y el manganeso.

Se observa además que en todas las fechas de muestreo, los valores obtenidos de la concentración de calcio, están por arriba del nivel crítico para el tomate (1 por ciento) , por lo tanto en este trabajo no hubo problemas con la nutrición de calcio para este cultivo.

Dinámica del Calcio utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con la información del cuadro anterior es construyó la figura 4.8, donde se muestra la dinámica nutrimental del calcio por efecto de aplicar foliarmente mezclas de fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días, donde se puede apreciar que al igual que los fertilizantes completos, las concentraciones se encuentran muy por encima del nivel crítico para el tomate (1 por ciento), sin embargo se observa que en las aplicaciones cada 5 días la concentración de este elemento es muy estable, teniendo una alta concentración a los 100 días después del trasplante (muestreo cuatro) también se observa que a los 115 días después del trasplante (muestreo cinco) sería la fecha adecuada para muestreos con fines de diagnóstico, debido a la poca variación obtenida de algunos productos, sin embargo para los intervalos de 10 y 15 días las concentraciones se presentan mas uniformes.

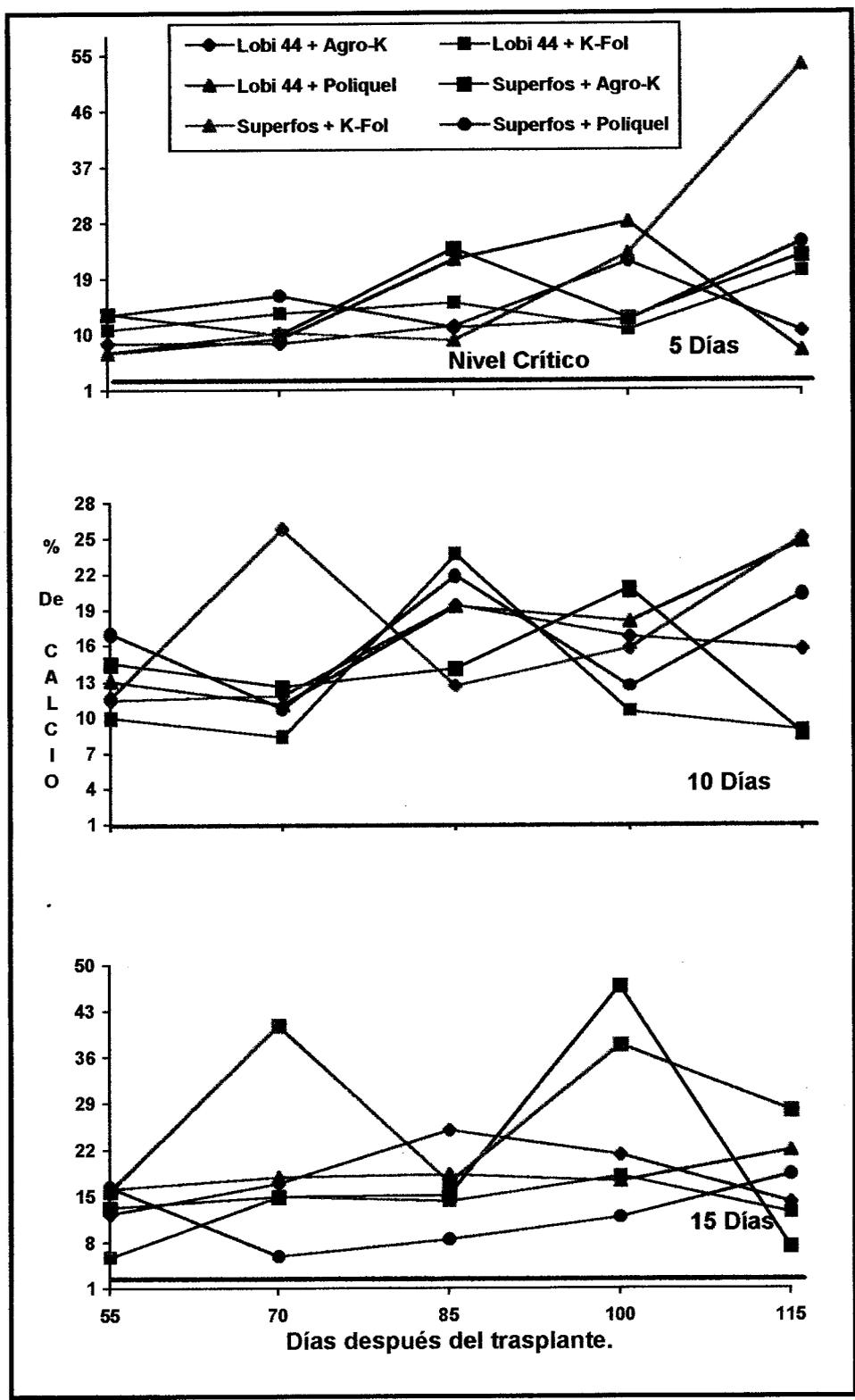


Figura 4.8 Concentración de Calcio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN 1995.

Para el calcio será mas favorable aplicarlo foliarmente que al suelo, por ser un elemento no móvil, de estos resultados se concluye que al igual que con los productos fertilizantes completos, con las mezclas no se presentaron deficiencias de este elemento en las hojas ni en el fruto de tomate.

Dinámica del Magnesio utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.5, se reportan los resultados obtenidos de la concentración de magnesio en por ciento, en los cinco muestreos realizados (55, 70, 85, 100 y 115 días después del trasplante), por el efecto de la aplicación foliar de fertilizantes completos.

Con la primera parte de la información se construyó la figura 4.9, donde se muestra la dinámica nutrimental del magnesio, observándose que en los tres intervalos de aplicación (5, 10 y 15 días), el elemento tiende a ir a la alza conforme avanza la edad de la planta, si embargo esto no concuerda con lo mencionado por Reiners (1995), quien indica que suele escasear el magnesio en plantas de tomate con cosechas abundantes, podría ser el caso de lo que mencionan Spiers y Braswel (1994), donde al incrementar los niveles de nitrógeno se redujeron los niveles de potasio, calcio y magnesio foliares, también mencionan que la fertilización con calcio incrementó el calcio foliar y disminuyó el magnesio, pero este no afectó el crecimiento de la planta.

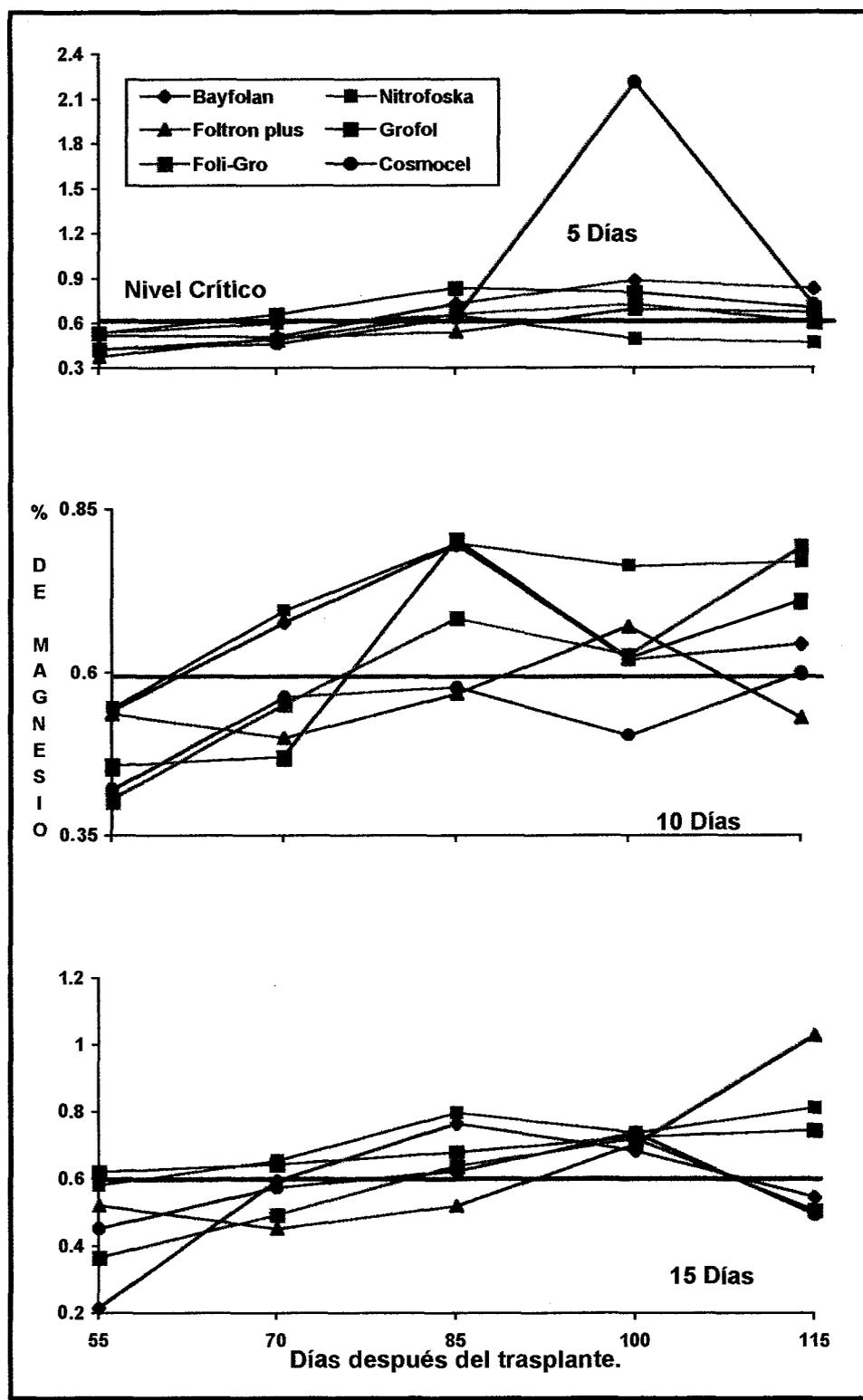


Figura 4.9. Concentración de Magnesio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Por otra parte en el intervalo de cinco días, la concentración se encuentra muy uniforme, a excepción del cuarto muestreo (100 días después del trasplante) con el producto Bayfolán, ya que toda la concentración de este elemento se encuentra junto al nivel crítico del tomate (0.6 por ciento) y en el intervalo de 10 días se observa que la mas alta concentración es a los 85 días del trasplante (muestreo tres) y que para fines de diagnóstico sería en el muestreo cuatro (100 días después del trasplante) y para el intervalo de 10 días, la más alta concentración se encuentra a los 115 días después del trasplante (muestreo cinco). Se considera que, a excepción del primer muestreo, principalmente todos los valores de concentración de magnesio, están por arriba del nivel crítico (0.6 por ciento) para el tomate.

Dinámica del magnesio utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con el resto de la información del mismo cuadro, se formó la figura 4.10 donde se muestra la dinámica nutrimental del magnesio, observándose que a medida que avanza la edad de la hoja, la concentración aumenta en el intervalo de aplicación a los cinco días, por lo que a los 100 días después del trasplante (muestreo cuatro) hay tres mezclas de fertilizantes que son Lobi 44 + K-fol, Lobi 44 + Poliquel y Superfos + K-fol, los cuales presentaron una mayor concentración. La fecha más adecuada para muestreos con fines de diagnóstico, sería el muestreo cuatro (100 días después del trasplante), para el intervalo de aplicación de 10 días sería el muestreo dos

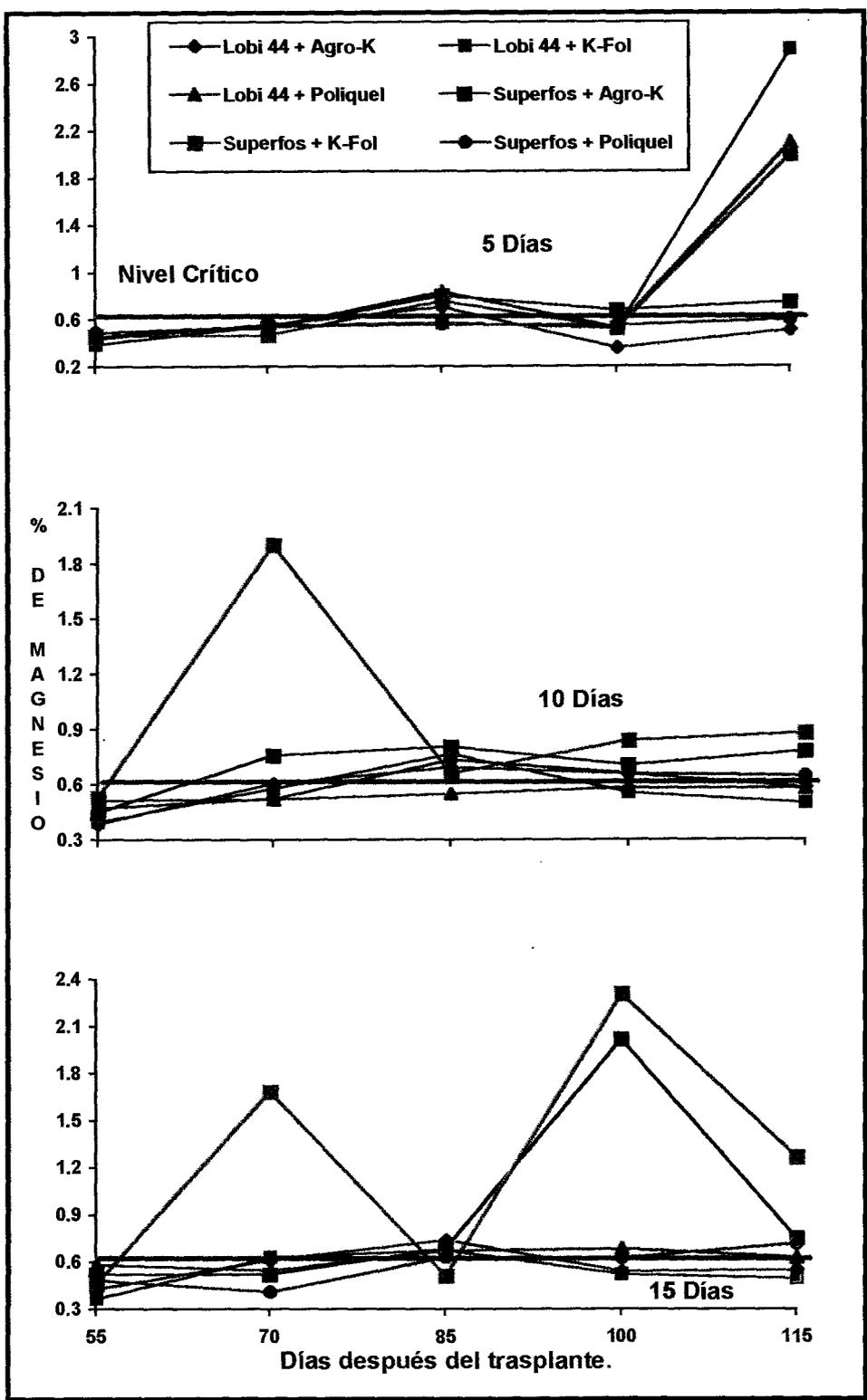


Figura 4.10 Concentración de Magnesio (%) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

(70 días después del trasplante), donde sobresale la mezcla de fertilizante Superfos + K-fol, detectándose que todas las concentraciones se encuentran uniformemente y por arriba del nivel crítico (0.6 por ciento), donde en el intervalo de aplicación a los 15 días, se observa que en el muestreo dos (70 días después del trasplante) sobresale la mezcla de fertilizante Superfos + K-fol y esta mezcla también se presenta con alta concentración en los muestreos 4 y 5 (100 y 115 días después del trasplante) y la mezcla que también sobresale en el muestreo cuatro (100 días después del trasplante) son los productos Superfos + Agro K, de ahí en adelante todos los demás productos se encuentran por encima del nivel crítico para el tomate, donde para fines de diagnóstico, a excepción de las mezclas ya mencionadas, sería el muestreo cuatro (100 días después del trasplante), también hay que destacar que, a excepción del primer muestreo (55 días después del trasplante), casi todos los demás valores están por arriba del nivel crítico del tomate (0.6 por ciento), por lo que se considera que no hubo problemas de nutrición de magnesio para este cultivo, ni afectó la calidad del fruto y el rendimiento.

Dinámica del Hierro utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.6, se presenta la información obtenida de la concentración de hierro en ppm en los cinco muestreos realizados (55, 70, 85, 100 y 115 días después del trasplante), por efecto de la aplicación foliar de fertilizantes completos y con base a la misma se construyó la figura 4.11, con la

finalidad de analizar la dinámica nutrimental del hierro, para los intervalos de 5, 10 y 15 días . En ellas se puede observar que hay una gran uniformidad en la concentración de este elemento en la mayoría de los muestreos, aunque se ve muy marcado el descenso de su concentración en el muestreo tres (85 días después del trasplante) para los tres intervalos de aplicación, por lo que se sugiere hacer un diagnóstico a los 85 días después del trasplante (muestreo tres); Salisbury y Ross (1994), comenta que es un elemento no móvil en la planta por ser un metal, que ayuda en la elaboración de clorofila, sin embargo en un trabajo realizado por Sepers (1993), comenta que un incremento de la fertilización con nitrógeno, produjo reducciones lineales de hierro foliar, pero en este trabajo el hierro no tuvo problemas, ya que se encuentra por arriba del nivel crítico, por lo tanto no afectó la calidad del fruto ni el rendimiento.

También si se toma en cuenta, que en el intervalo de aplicación de 10 días, se ve un marcado aumento de hierro con el fertilizante completo Grofol a los 70 días después de trasplante (muestreo dos), pero en general la concentración de hierro para todos los intervalos está por encima del nivel crítico (100 ppm), por lo que se puede considerar que no se presentaron problemas de deficiencia para este elemento hasta los 115 días, que fue el último muestreo, pero se debe tomar en cuenta que esto puede variar de acuerdo a la localidad donde se desarrolla el cultivo.

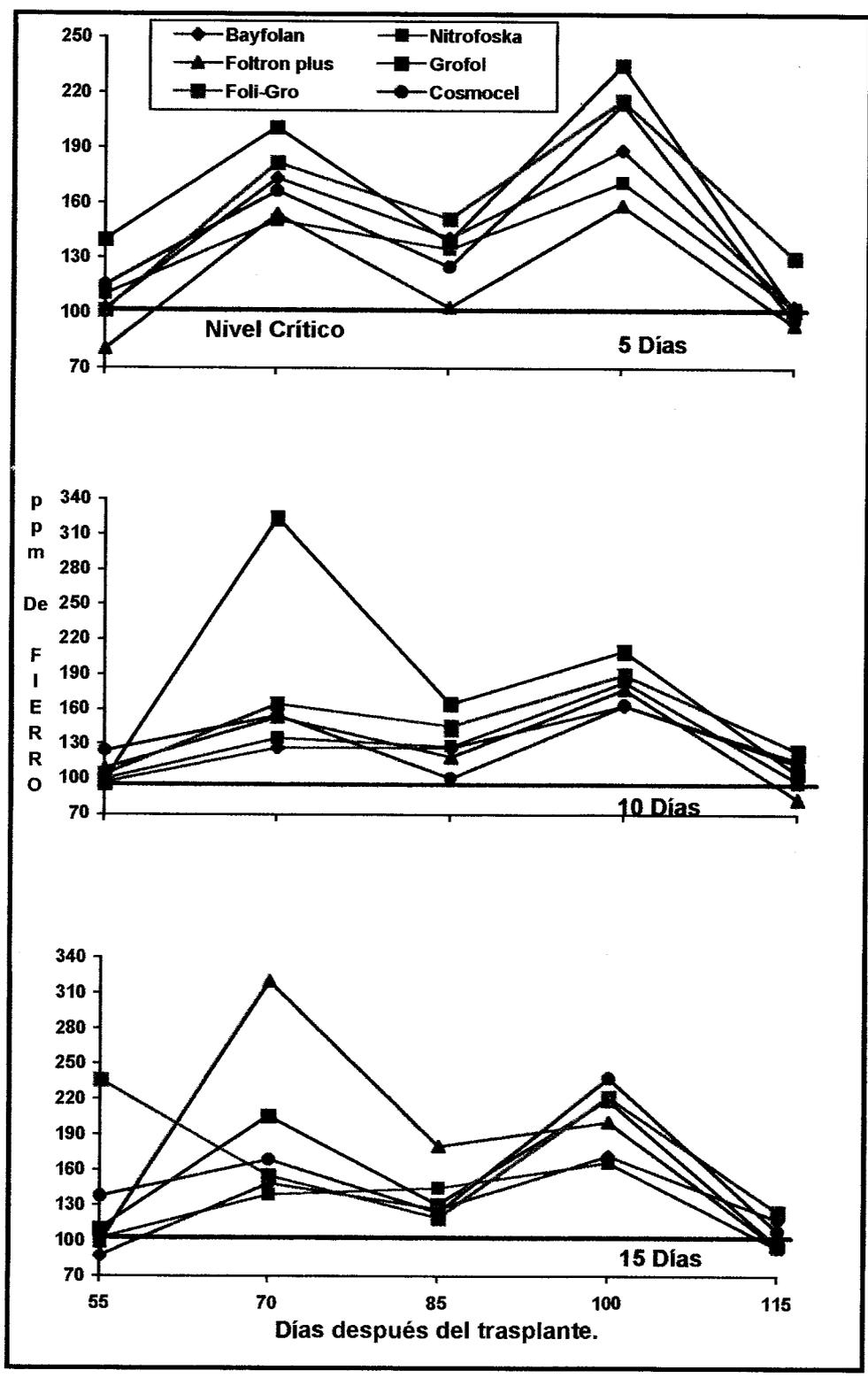


Figura 4.11 Concentración de Hierro (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Dinámica del Hierro utilizando mezclas de fertilizantes.

Considerando también la información del cuadro anterior, se construyó la figura 4.12 donde se muestra la dinámica nutrimental del hierro, por efecto de aplicar foliarmente mezclas de fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días. Donde se observa que se encuentran marcadas variaciones en cuanto a las mezclas utilizadas, sin embargo para fines de muestreo y determinar el diagnóstico nutrimental, es recomendable hacerlo a los 85 días después del trasplante (muestreo tres), donde no hay tanta variación y al igual que los fertilizantes completos, la mayoría o casi su totalidad de las concentraciones se encuentran por encima del nivel crítico (100 ppm). Por lo que también se observa que a medida que avanza la edad de la planta, la asimilación de hierro no es creciente, sucediendo lo mismo que para los fertilizantes completos.

Con estos resultados se concluye que al igual que con los productos de fertilizantes completos con el uso de las mezclas no se encontraron, deficiencias de Fe en las hojas de tomate, ni se tuvo problema con la calidad del fruto y el rendimiento del cultivo.

Dinámica del Zinc utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.7, se presenta la información obtenida de la concentración de zinc en ppm para los cinco muestreos realizados

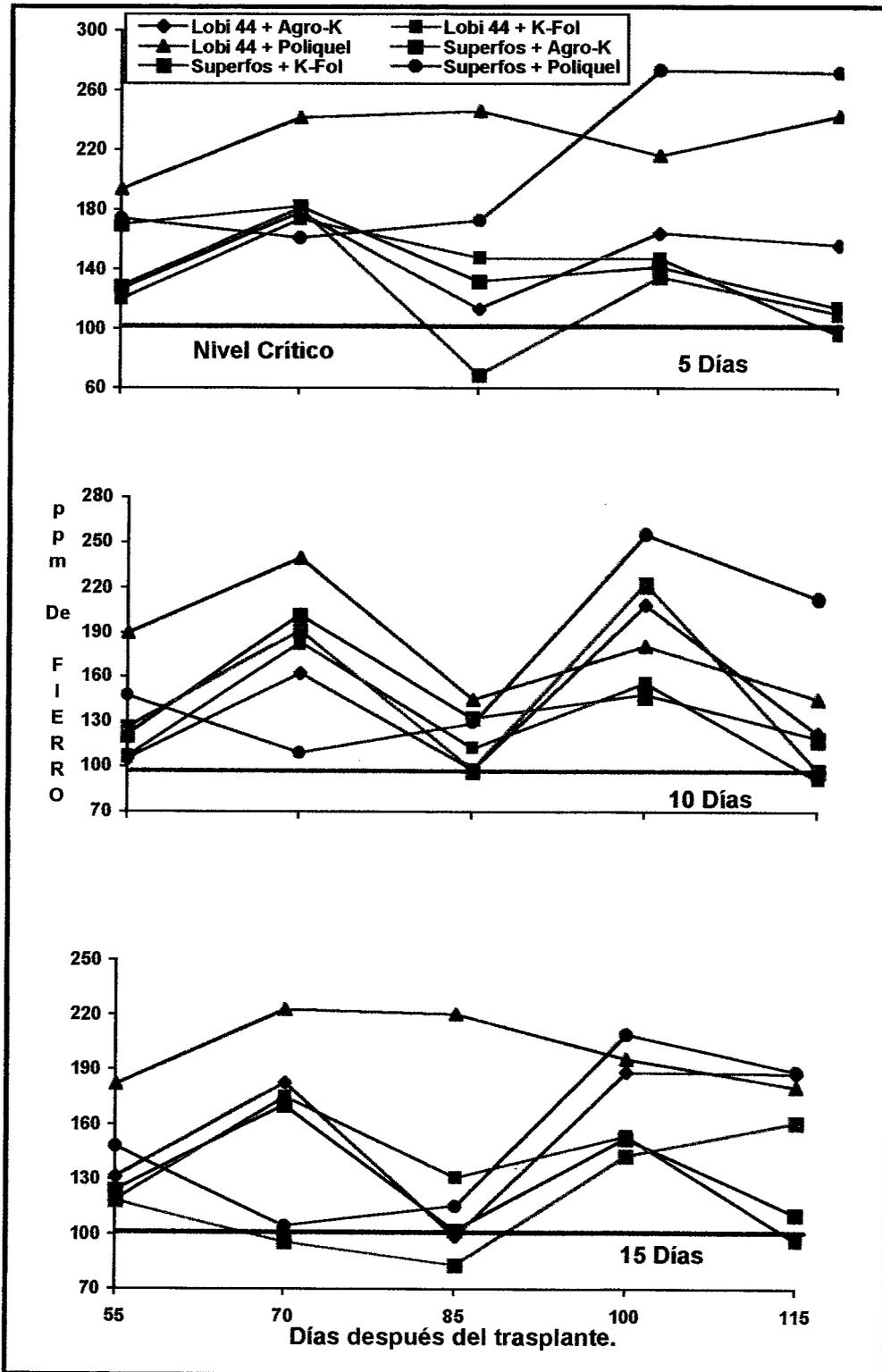


Figura 4.12 Concentración de Hierro (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

(55, 70, 85, 100 y 115 días después del trasplante), por efecto de la aplicación foliar de fertilizantes completos.

Con la primera parte de los resultados obtenidos se construyó la figura 4.13, con la finalidad de analizar la dinámica nutrimental del zinc, por efecto de fertilizantes completos aplicados foliarmente a intervalos de 5, 10 y 15 días. Donde se observa que a partir de los 85 días después del trasplante (tercer muestreo), de la concentración de este elemento tiene menos variaciones, independientemente del producto utilizado, por lo cual se podría considerar como fecha adecuada para realizar muestreos con fines de diagnóstico nutrimental en los tres intervalos de aplicación. También se puede apreciar que conforme avanza la edad de la planta, disminuye su concentración de zinc, por lo que no se ajusta a lo que comenta Reiners (1995), quien dice que a medida que avanza la edad de la planta la asimilación de este elemento es mayor.

Sin embargo en este caso no se tuvo este problema, ya que aun presentando una concentración baja en el muestreo cinco (115 días después del trasplante), en todos los casos ésta se encontraba por arriba del nivel crítico que es de 20 ppm, es entonces que en la aplicación de fertilizantes completos que contengan a este elemento, no se tendrán problemas de deficiencias, por lo que no afecta la calidad y el rendimiento de fruto.

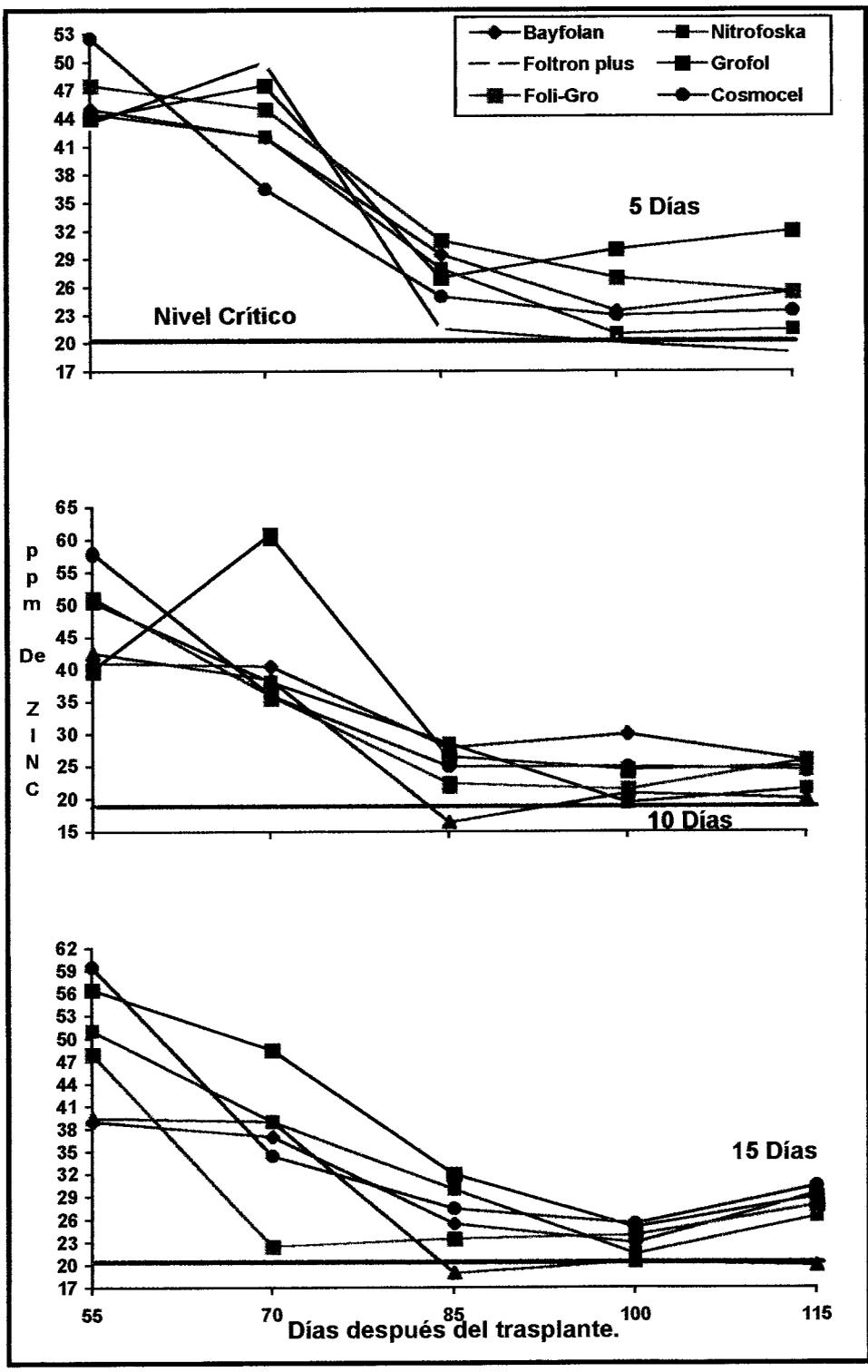


Figura 4.13 Concentración Zinc (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Dinámica del Zinc utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con el resto de la información del mismo cuadro se construyó la figura 4.14, donde se muestra la dinámica nutrimental del zinc por el efecto de aplicar foliarmente mezclas de fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días. Lo primero que se observa es que al igual que en los fertilizantes completos, la concentración empieza a disminuir conforme avanza la edad de la hoja de tomate, pero no tan uniformemente después del muestreo tres (85 días después del trasplante) como en los fertilizantes completos, no observándose problemas de deficiencia, ya que la concentración del elemento está por arriba de nivel crítico (20 ppm), con la excepción del intervalo de aplicación de 10 días, donde en el muestreo cuatro (100 días después del trasplante y con la mezcla de Lobi 44 + K-fol), se encuentra por debajo del nivel crítico.

Por lo que en general, los fertilizantes completos como las mezclas utilizadas, se comportaron uniformemente, no presentando deficiencias en el cultivo y esto contribuyó a no tener problemas con calidad de fruto, ni con el rendimiento, ya que es más aprovechable en forma foliar que directamente al suelo, sobre todo si se cuenta con un suelo alcalino y más con la aplicación fuerte de fertilizantes fosfatados.

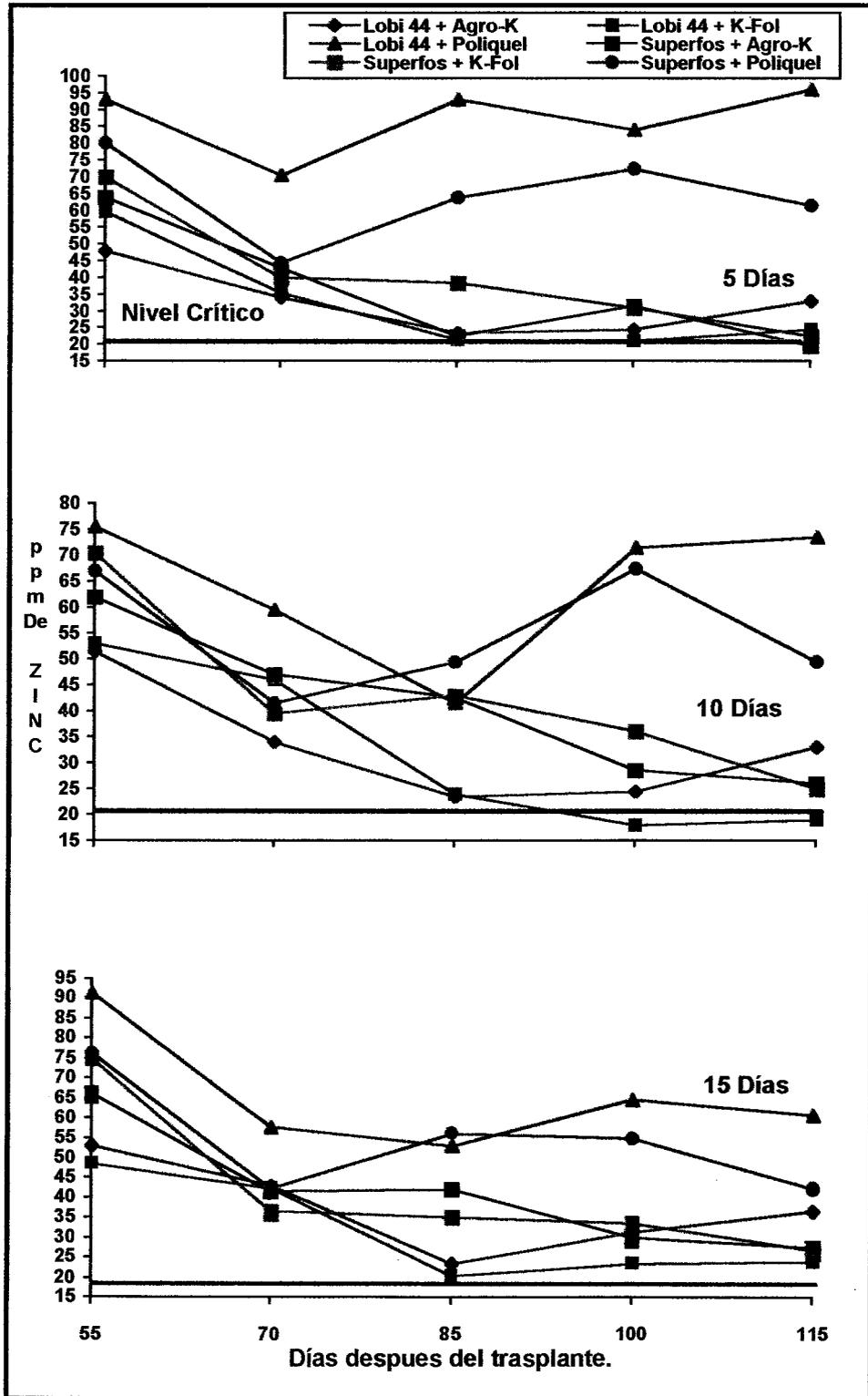


Figura 4.14 Concentración de Zinc (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Dinámica del Cobre utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.8, se presenta la concentración de cobre en ppm en los cinco muestreos realizados (55, 70, 80, 100 y 115 días después del transplante), por efecto de la aplicación foliar de fertilizantes completos.

Con la primera parte de dicha información se construyó la figura 4.15, con el fin de analizar la dinámica nutrimental del cobre por efecto de fertilizantes completos aplicados foliarmente a intervalos de 5, 10 y 15 días. Donde se observa que a partir de los 85 días después del transplante (muestreo 3), la concentración de este elemento no tiene tanta variabilidad entre los productos utilizados, por lo cual se podría considerar como fecha adecuada para realizar muestreo con fines de diagnóstico nutrimental.

Sin embargo en los intervalos de 5 y 10 días, se puede apreciar que hay fertilizantes completos que se diferencian de los demás como el Bayfolan para los dos intervalos. También se observa que conforme avanza la edad de la planta, la asimilación de cobre es mayor, pero aún así en el muestreo cinco (115 días después del transplante), esto coincide con lo que comenta Reiners (1995), referente a que no existe ningún problema en la producción de tomates por deficiencia de este nutrimento, debido a que este elemento se encuentra por arriba del nivel crítico (5 ppm), además con la aplicación foliar de fertilizantes completos no se detectaron deficiencias.

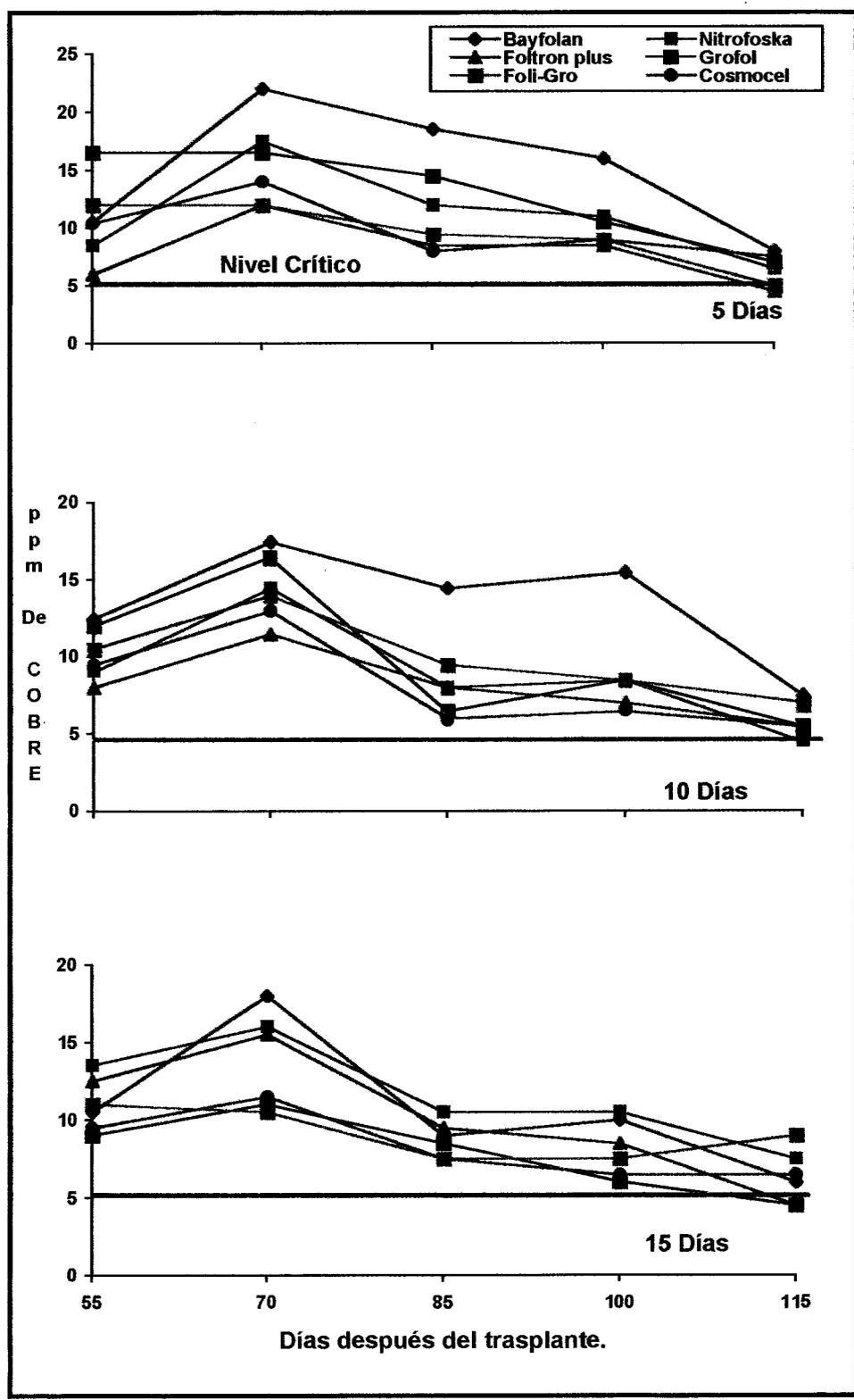


Figura 4.15 Concentración de Cobre (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Dinámica del Cobre utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con el resto de la información del cuadro anterior se construyó la figura 4.16, donde se muestra la dinámica nutrimental del cobre, por efecto de aplicar foliarmente mezclas de fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días, pudiéndose observar en el comportamiento del elemento, que empieza a descender conforme avanza la edad de la hoja, esto se aprecia en los diferentes muestreos, por lo que para fines de diagnóstico sería recomendable hacerlo en el muestreo cuatro (100 días después del transplante), es cuando este elemento tiene un descenso considerable, sin embargo no se tuvo problema con el desarrollo del cultivo por deficiencias, ya que no estuvo por debajo del nivel crítico (5 ppm) para el cultivo del tomate, ni afectó el rendimiento y la calidad del fruto.

Dinámica del Manganeso utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.9, se presenta la concentración de manganeso en ppm en los cinco muestreos realizados (55, 70, 85, 100 y 115 días después del transplante), por efecto de la aplicación foliar de fertilizantes completos.

Con la primera parte de los resultados, se construyó la figura 4.17, con la finalidad de analizar la dinámica nutrimental de manganeso por efecto de fertilizantes completos aplicados foliarmente a intervalos de 5, 10 y 15 días,

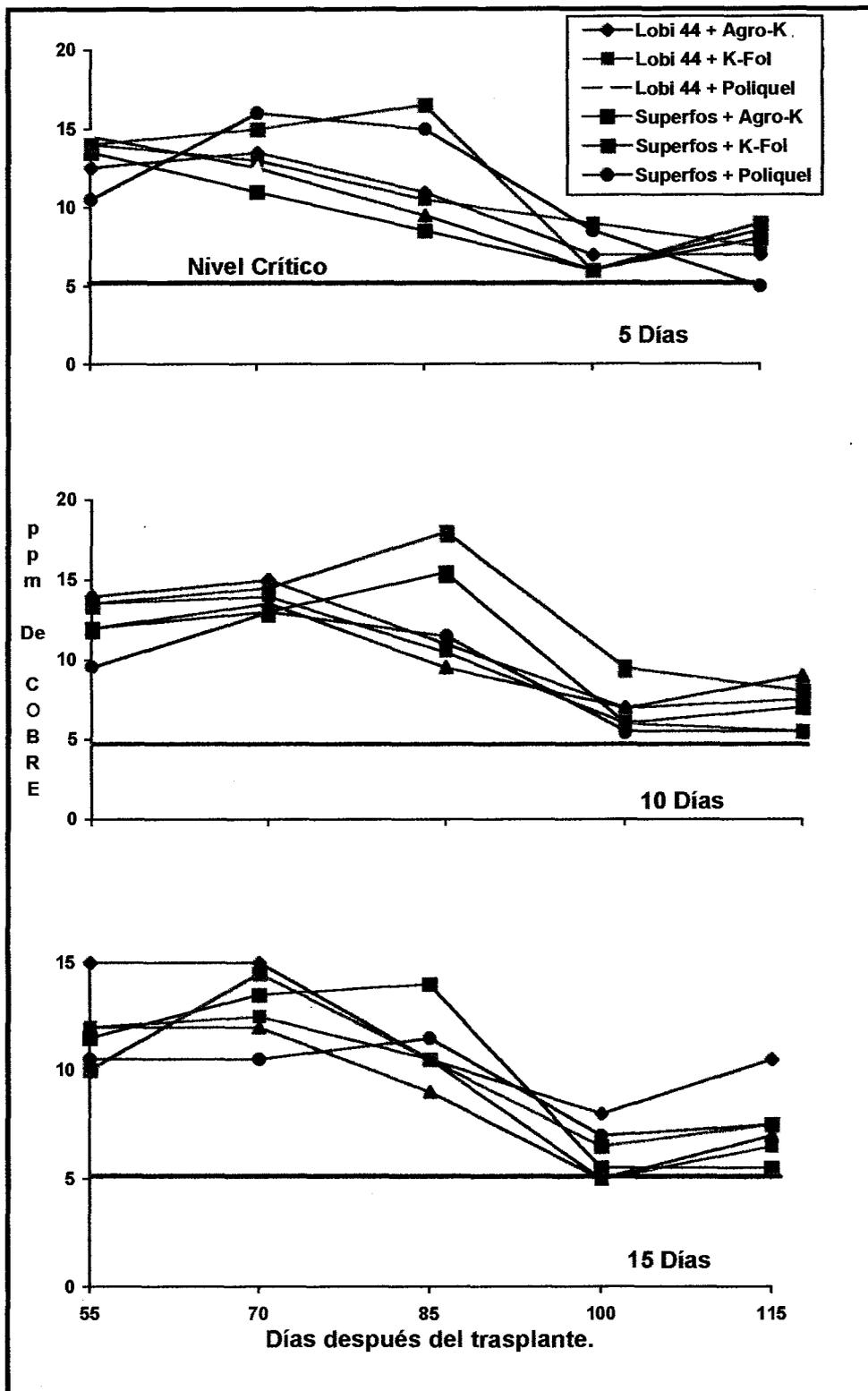


figura 4.16 Concentración de Cobre (ppm) en hoja de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

donde se observa que la aplicación de los fertilizantes completos no tienen variabilidad considerable, ya que su comportamiento fue similar en todos los muestreos realizados durante el tiempo del cultivo, pero se puede apreciar una pequeña decadencia a partir del muestreo cuatro (100 días después del trasplante), en los tres intervalos de aplicación, esto coincide con lo que comenta Salisbury y Ross (1994), que a medida que las hojas avanzan en edad, el elemento en la hoja tiende a ser deficiente, sin embargo en este trabajo no se detectó que el elemento descendiera como se menciona, ya que se mantuvo uniforme y muy por encima del nivel crítico (5 ppm), para los intervalos de aplicación.

Dinámica del manganeso utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con el resto de la información del mismo cuadro, se construyó la figura 4.18, donde se muestra la dinámica nutrimental del manganeso, por efecto de aplicar foliarmente mezclas de fertilizantes a intervalos de 5, 10, y 15 días, lo que se observa es que al igual que con los fertilizantes completos, el comportamiento de la mezcla de fertilizantes es semejante en cuanto a concentración de este elemento en las hojas de tomate, descendiendo un poco en el muestreo cinco (115 días después del trasplante), pero aun así se encuentra muy por encima del nivel crítico (5 ppm) en el tomate.

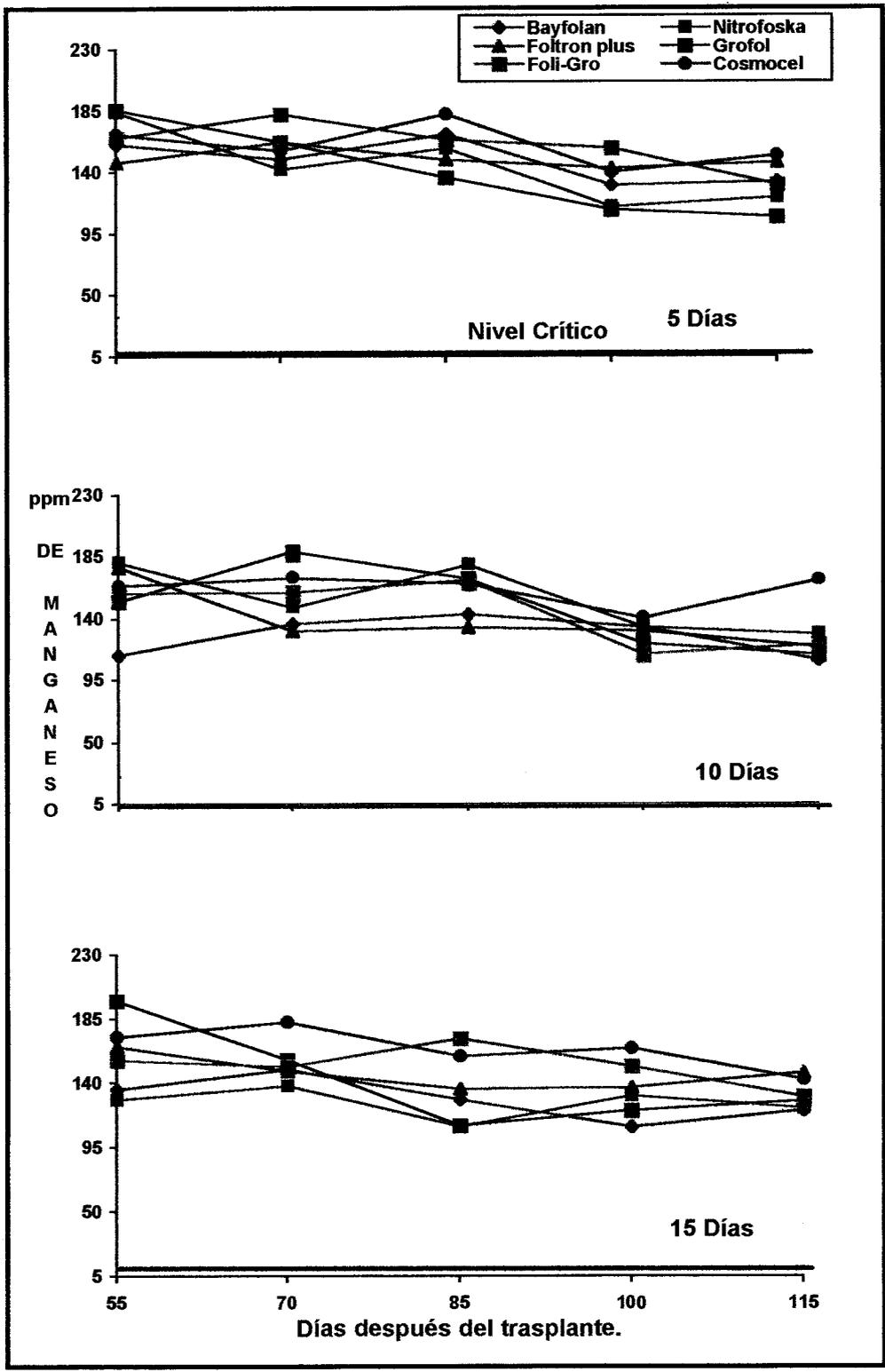


Figura 4.17 Concentración de Manganeso (ppm) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

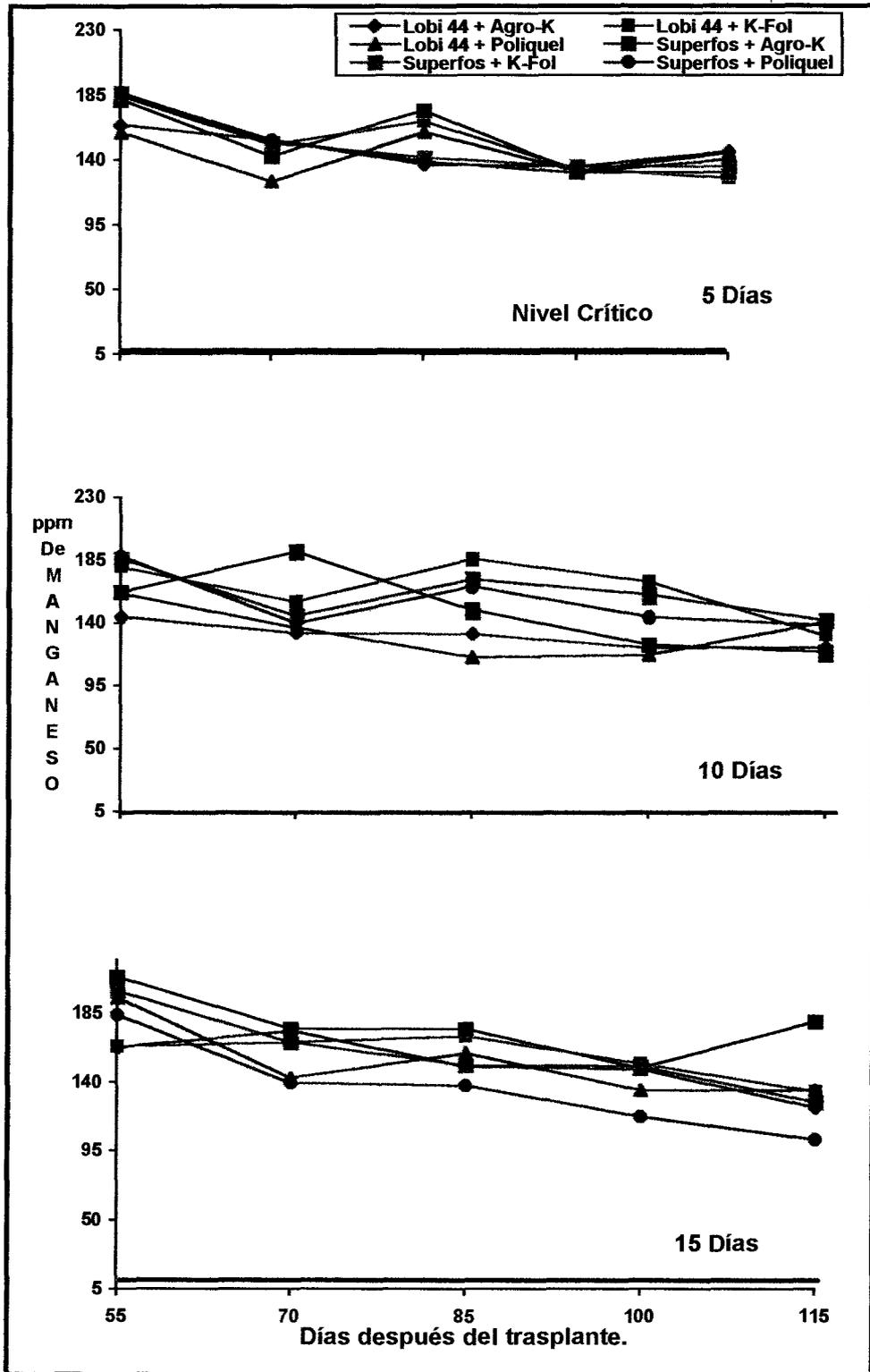


Figura 4.18 Concentración de Manganeso (ppm) en hojas de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Con estos resultados se deduce que con los fertilizantes completos y las mezclas no se tuvieron problemas respecto a la calidad del fruto y al rendimiento, además no se observaron deficiencias de manganeso en el cultivo de tomate.

Dinámica del Sodio utilizando fertilizantes foliares completos.

En el Cuadro A.10, se presenta la información obtenida de sodio en por ciento para los cinco muestreos realizados (55, 70, 85, 100 y 115 días después del transplante) por efecto de aplicación foliar de fertilizantes completos.

Con la primer parte de dicha información se construyó la figura 4.19, con el fin de analizar la dinámica nutrimental del sodio, por el efecto de fertilizantes completos aplicados foliarmente a intervalos de 5, 10, y 15 días. En ella se observa que en la aplicación a intervalos de 5 y 10 días, a partir del segundo muestreo (70 días después del transplante), empieza a tener una ascendencia pero no logra pasar el nivel crítico (0.14 por ciento), y en el intervalo de aplicación de 15 días se presenta variaciones en el muestreo cuatro (100 días después del transplante), tomando en cuenta que el fertilizante completo Foltron Plus sobre pasó el nivel crítico, ya que este elemento coincide con lo que menciona Salisbury y Ross (1994), que conforme avanza la edad de la planta, este elemento tiende a una mayor concentración por ser de poca

movilidad, empezándose a acumular en las hojas de los cultivos, ya que este elemento en exceso nos puede causar toxicidad en el cultivo.

Dinámica del Sodio utilizando mezclas de fertilizantes foliares.

Con el resto de la información del mismo cuadro se construyó la figura 4.20, donde se muestra la dinámica nutrimental del sodio, por efecto de aplicar foliarmente mezclas de fertilizantes a intervalos de 5, 10 y 15 días, observándose un comportamiento similar al de los fertilizantes completos.

En los intervalos de aplicación (5,10,y 15 días) y para los cinco muestreos, se observó que el sodio tiende a subir con la edad de la planta y esto se debe a que, como es un elemento no móvil, se empieza a acumular, pero la mayoría de las mezclas de los fertilizantes se ubican por debajo del nivel crítico (0.14 por ciento) , sin embargo en el intervalo de cinco días, las mezclas más sobresalientes fueron Lobi 44 + Agro-K y el Superfos + K-fól y en el intervalo de 10 días fue la mezcla de Superfos + Poliquel y en el intervalo de 15 días, es la mezcla de Superfos + K-fól. Con estos resultados se considera que la fecha de muestreo para diagnóstico nutrimental debe de ser desde el primer muestreo (55 días después del trasplante),

Concluyendo que no se observaron deficiencias en el cultivo de este elemento, ya que no afectó en el rendimiento ni en la calidad del fruto.

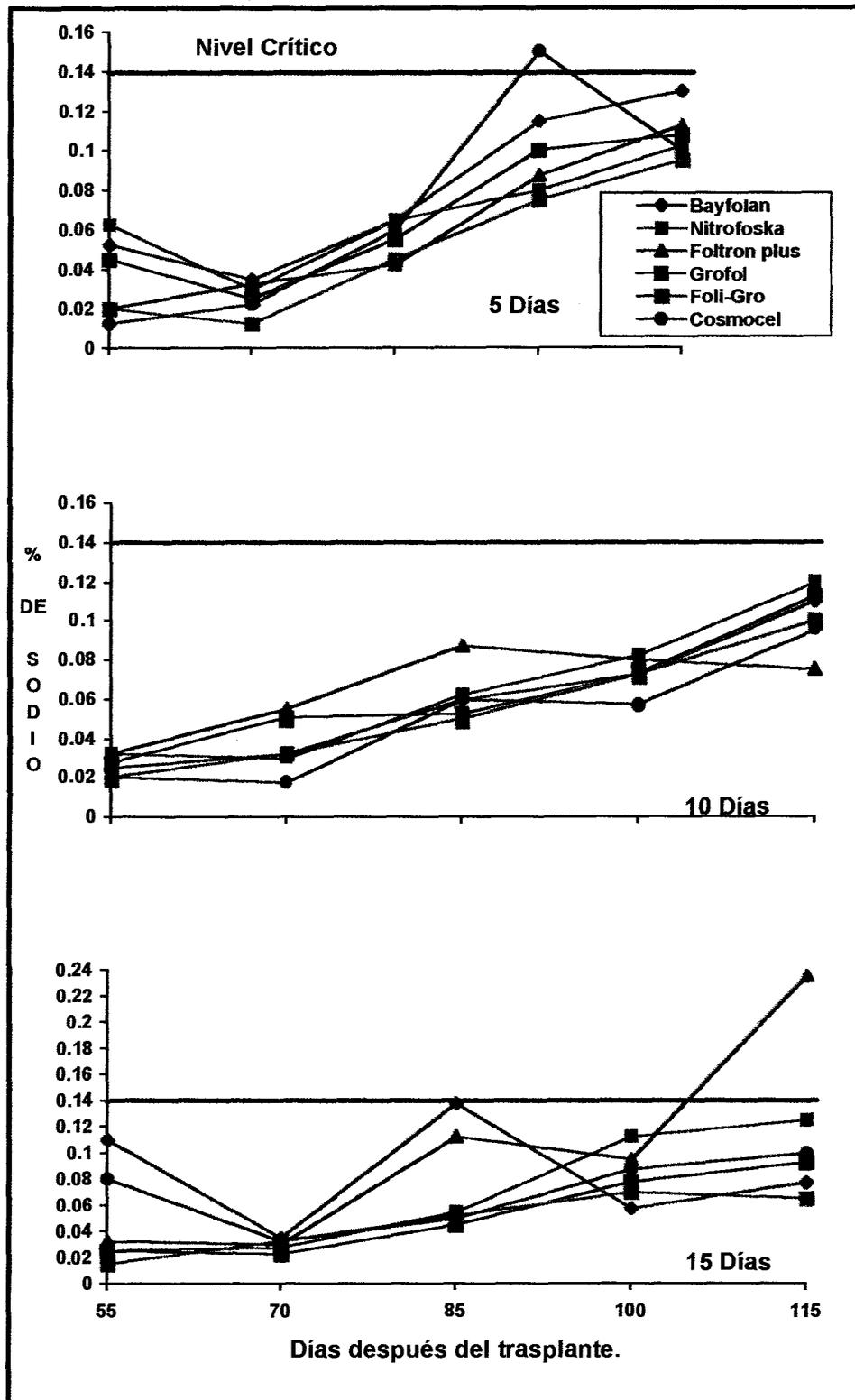


Figura 4.19 Concentración de Sodio (%) en hojas de tomate con el uso de fertilizantes completos y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

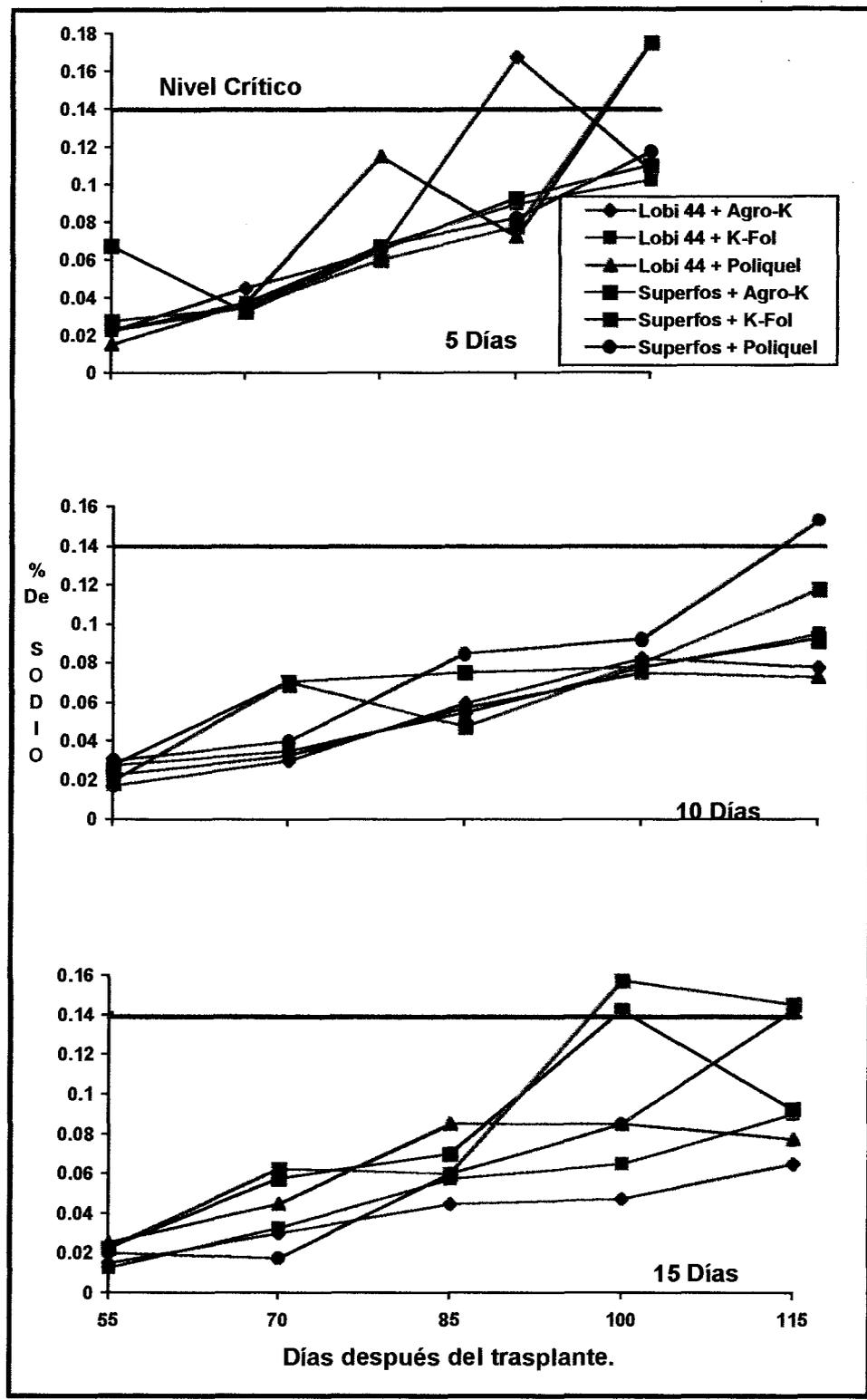


Figura 4.20 Concentración de Sodio (%) en hoja de tomate con el uso de mezclas de fertilizantes y 3 intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

Calidad De Fruto

Tamaño "EXTRACHICO".

En el Cuadro A.11 se muestra la concentración de datos y el análisis de varianza (ANVA), para este tamaño de fruto, en el cual existe diferencia altamente significativa para los productos utilizados, para intervalos de aplicación y para la interacción (Productos x intervalos de aplicación). Para los productos utilizados se hizo la prueba DMS al 1 por ciento de significancia (Cuadro 4.1); en el se observa que el producto que tiene el más alto porcentaje de esta calidad es el Cosmicel, con 11.14 por ciento y el que menos fruto de esta calidad produce es la mezcla Lobi 44 + Agro-k, con 2.55 por ciento. En este caso el producto que más frutos producen de esta calidad no es el mejor. ya que este fruto no es muy bien aceptado en el mercado para consumo en fresco.

Pero sin embargo la mezcla de Lobi 44 + Agro-k, (44-0-0 + 0-32-53) estadísticamente fue la de menor porcentaje, en realidad resulta ser mejor ya que con esta mezcla de productos se obtienen menos frutos extrachicos, que con el fertilizante Cosmocel, (20-30-10), y es que la mezcla contiene aproximadamente el doble de cantidad de nitrógeno y cinco veces más de potasio, y esto nos ayuda a que el nitrógeno produzca más follaje y por lo tanto a tener una mayor área fotosintética, por otra parte el potasio ayuda a la formación de frutos, es por eso

que la mezcla Lobi 44 + Agro-k, no produce frutos extrachicos y al final de cuentas esto es lo que interesa, porque este fruto no es muy aceptado en el mercado.

Para la fuente de variación, intervalos de aplicación, el mayor fue las aplicaciones cada 15 días con un porcentaje de 8.06, y el que menos fruta de esta calidad produce son las aplicaciones cada 10 días con 6.9 por ciento, bajo la prueba DMS al 1 por ciento de significancia (Cuadro 4.2). Por lo cual este último intervalo es mejor.

Cuadro 4.1 Prueba de comparación de medias para productos de la variable calidad de fruto extrachico, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

PRODUCTOS	MEDIA
6	11.14 a
1	9.77 ab
9	9.75 ab
10	9.29 abc
12	8.56 bcd
8	7.31 cde
5	7.30 cde
11	6.69 de
4	6.18 ef
3	6.08 ef
2	4.20 fg
7	2.55 g
	DMS .01= 2.2567

Cuadro 4.2 Prueba de comparación de medias para intervalos de aplicación de la variable calidad de fruto extrachico, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

INTERVALOS	MEDIA
3.- 15 Días.	8.0616 a
1.- 5 Días.	7.2613 ab
2.- 10 Días.	6.9013 b
	DMS .01= 1.0659

El intervalo de 15 días es el más malo para esta calidad de fruto, ya que se obtiene el porcentaje más elevado de fruto extrachico, es decir que aplicar fertilizantes foliares a intervalos largos (cada 15 días) no es bueno para el cultivo del tomate, ya que aparentemente no se satisfacen los requerimientos nutricionales de la planta, para poder obtener buen tamaño de fruto. Así mismo aplicar a intervalos cortos (cada cinco días) no es bueno por que se podría causar toxicidad a la planta, por lo que se sugiere aplicar cada 10 días.

En cuanto a la fuente de variación, interacción (Producto x intervalo de aplicación). Bajo la prueba DMS al 1 por ciento de significancia (Cuadro 4.3), el tratamiento 27 aplicado cada 15 días, resultó con el mayor porcentaje de calidad de fruto extrachico con 14.78 y el de menor porcentaje fue el tratamiento 20 aplicado cada 10 días, con 0 por ciento. Por lo cual esta última interacción es la mejor.

El tratamiento 27 (44-0-0 + Zn 4, Fe 3, S 3, Mg 1), posiblemente produce frutos extrachicos, por no tener en la mezcla los elementos esenciales para un buen desarrollo del cultivo como lo son el fósforo y potasio, los cuales ayudan al buen crecimiento de la planta y del fruto, por otro lado el tratamiento 20 donde se aplicó la mezcla Lobi 44 + Agro-k (44-0-0 + 0-32-53), cumplió con las necesidades nutricionales del cultivo y por esto no produce fruto extrachico, pues es un problema introducirlos en el mercado tanto nacional como internacional.

Cuadro. 4.3 Prueba de comparación de medias para los tres intervalos de tiempo de aplicación 5, 10 y 15 días en la variable calidad de fruto extrachico, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

INTERACCION	5 DIAS	10 DIAS	15 DIAS
1	9.23 abc	8.53 abc	11.57 abc
2	4.44 def	2.35 de	5.82 efg
3	5.94 cdef	7.99 abc	4.30 fg
4	4.13 def	9.08 ab	5.34 efg
5	2.72 f	8.89 abc	10.28 bcd
6	12.65 a	10.71 a	10.06 bcd
7	3.47 ef	0.00 e	4.20 fg
8	9.13 abc	5.84 bcd	6.97 def
9	8.83 bc	5.65 bcd	14.78 a
10	11.76 ab	7.51 abc	8.61 cde
11	7.05 cde	10.95 a	2.08 g
12	7.74 cd	5.26 cd	12.68 ab
DMS .01= 3.7654			

Tamaño "CHICO".

En el Cuadro A.12, se muestra la concentración de datos y el ANVA para esta calidad, en la cual existe diferencias altamente significativas para productos utilizados y para la interacción (Productos x intervalos de aplicación), y no se obtuvo significancia para los intervalos de aplicación.

Para la fuente de variación, productos fertilizantes, se realizó la prueba DMS al 1 por ciento de significancia (Cuadro 4.4), en la cual el producto que más porcentaje de fruto de esta calidad produce es el Superfos + Poliquel M., con 13.30 por ciento, siendo el de menor porcentaje el Bayfolan, con 10.77 por ciento.

Sin embargo la mezcla Superfos + K-fol (44-0-0 + 0-20-53) con menor porcentaje, nos indica que tiene mayores concentraciones de elementos necesarios para el buen desarrollo tanto de la planta como del fruto y no produce frutos chicos, por otra parte el fertilizante Bayfolan (24-13-13) contiene pocas unidades de fósforo y el potasio, dos elementos esenciales para la formación y crecimiento del fruto.

Cuadro 4.4 Prueba de comparación de medias para productos en la variable calidad de fruto chico, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

PRODUCTO	MEDIA
12	13.30 a
6	12.80 ab
4	12.46 abc
10	11.95 abc
7	11.90 abc
3	11.40 bc
2	11.39 bc
9	11.33 bc
11	11.31 bc
5	11.10 bc
8	10.87 c
1	10.77 c
DMS .01= 1.8357	

Aun y cuando no hay diferencia significativa entre intervalos de aplicación, se puede observar que aplicar productos foliarmente cada 15 días produce menos cantidad de frutos de tamaño chico, comparado con las aplicaciones cada 10 días que es donde mayor cantidad de frutos de esta calidad se producen.

En cuanto a la interacción, Productos x intervalos de aplicación, se tiene que el tratamiento 17 aplicado cada 10 días, es el que más fruto produce de esta

calidad con 16.87 por ciento, y el que menos produce es el tratamiento 32 aplicado cada 10 días, con 8.27 por ciento, bajo con base en la prueba de la DMS a 1 por ciento de significancia (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 Prueba de comparación de medias para los tres intervalos de tiempo de aplicación 5, 10 y 15 días en la variable calidad de fruto chico, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

INTERACCION	5 DIAS	10 DIAS	15 DIAS
1	9.59 bc	9.68 de	13.04 ab
2	12.90 ab	12.60 bcd	8.66 e
3	10.99 bc	13.38 bc	9.82b cde
4	12.67 ab	10.56 cde	14.16 a
5	12.86 ab	11.61 cde	8.84 de
6	8.70 c	16.87 a	12.78 abc
7	14.42 a	10.74 cde	10.55 bcde
8	10.73 bc	11.55 cde	10.34 bcde
9	12.63 ab	11.81 bcd	9.54 cde
10	12.20 ab	12.31 bcd	11.34 abcde
11	11.54 abc	8.27 e	14.11 a
12	12.66 ab	15.05 ab	12.16 abcd
	DMS.01=3.3489		

Por lo que se puede observar que este último tratamiento (12-60-0 + 0-20-53), contiene más unidades de fósforo y potasio, que el tratamiento 17 (20-30-10), motivo por el cual produce frutos de mejor calidad.

Tamaño "MEDIANO"

El Cuadro A.13, muestra la concentración de datos y el ANVA para esta calidad de fruto, donde se observa que hay significancia para productos utilizados, mientras que para intervalos de aplicación e interacción no hay significancia. O sea que lo único que influye en la producción de fruto de esta calidad son los

productos. En la prueba de DMS al 5 por ciento de significancia (Cuadro 4.6), se observa que el tratamiento que más fruto de esta calidad produce es el Superfos + Agro-k, con 19.27 por ciento y el que menos porcentaje tiene es el Superfos + K-fol, con 15.07.

Cuadro 4.6 Prueba de comparación de medias para productos en la variable calidad de fruto mediano, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

PRODUCTOS	MEDIA
10	19.27 a
7	18.77 ab
8	18.52 ab
2	18.02 abc
1	17.77 abc
3	17.20 abcd
5	16.77 bcd
12	16.45 bcd
6	16.36 bcd
9	16.34 bcd
4	15.82 cd
11	15.07 d
	DMS .05= 2.4699

De estos productos el primero tiene la concentración de 12-92-53 y el segundo la 12-80-53 de NPK respectivamente, por lo cual aparentemente la diferencia entre un producto y otro para producir frutos de calidad mediana son 12 unidades de fósforo que contiene la primera combinación de productos.

Tamaño "GRANDE".

El Cuadro A.14, muestra la concentración de datos y el ANVA para esta calidad de fruto, en el que se observa que no hay significancia para productos utilizados, intervalo de aplicación e interacción, lo que quiere decir que esta calidad

de fruto lo puede producir cualquier producto a cualquiera de los tres intervalos de aplicación.

Aunque si se pueden observar diferencias numéricas, ya que el mejor producto es el Foltron plus, con un porcentaje de 10.05, mientras que el producto Superfos + Agro-k, es el que menos frutos de esta calidad produce con 5.94 por ciento. En cuanto a intervalos se refiere el mayor valor correspondió a la aplicación cada cinco días con un porcentaje de 8.62 por ciento, el que menor proporción de fruta de esta calidad produce con las aplicaciones cada 10 días con un porcentaje de 8.37. Para la fuente de variación interacción (producto x intervalo de aplicación) se puede observar que hay diferencias numéricas y que el tratamiento 7 aplicado cada cinco días con un porcentaje de 12.38 produce la mayor cantidad de frutos de esta calidad, por otra parte el tratamiento 28 aplicado cada cinco días con un porcentaje de 4.78, es el que produce la menor cantidad de frutos de esta calidad.

Al considerar las interacciones de mayor y menor producción de fruto mediano en relación a su concentración 10-20-5 y 12-92-53, respectivamente, se puede observar que hay una mejor aportación de nutrimentos en el primer producto, en cambio en el segundo hay poco nitrógeno, comparado con las cantidades de fósforo y potasio. Esta puede ser la diferencia para que el primero produzca frutos de esta calidad en mayor cantidad, ya que el intervalo de aplicación de cinco días es común para ambos.

Tamaño "EXTRAGRANDE".

El Cuadro A.15, muestra la concentración de datos y el ANVA para esta calidad de fruto en el que se observan, diferencias altamente significativas para productos utilizados, y significancia para la interacción, mientras que para los intervalos de aplicación, no existe significancia. Esto quiere decir que son los productos los que influyen en la producción de frutos de esta calidad; así se tiene que el mejor producto es el Foligro, con un porcentaje de 9.11, mientras que la mezcla Lobi 44 + Poliquel M., con un porcentaje de 3.87, fue el mas bajo con la prueba DMS al 1 por ciento de significancia (Cuadro 4.7). Esta calidad de fruto es muy importante, ya que en el mercado para consumo fresco este tamaño es muy atractivo.

El producto Foligro, (20-30-10) contiene todos los elementos necesarios para una buena producción en el cultivo y da frutos extragrandes, pero la mezcla Lobi 44 + Poliquel M.A12 (44-0-0 + Zn 4, Fe 3, S 3, Mg 1) tiende a desarrollar frutos más pequeños por no tener los elementos fósforo y potasio, que ayuda al crecimiento y calidad de frutos.

Aquí también se distinguen los tipos de fertilizantes, ya que mientras los productos completos en forma general, producen más frutos grandes, las mezclas de fertilizantes producen frutos más chicos, o sea de menor calidad.

Para la fuente de variación intervalos de aplicación, no se tuvieron significancia estadística, sin embargo se pueden observar diferencias numéricas, y en este caso el mayor porcentaje se registró en el intervalo de aplicación de cinco días con 1.42 y el de menor porcentaje fue el de 10 días con 0.96.

Cuadro 4.7 Prueba de comparación de medias para productos de la variable calidad de fruto extragrande, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

PRODUCTOS	MEDIA	
5	9.11	a
4	7.15	ab
3	6.56	bc
2	5.96	bcd
1	5.81	bcd
11	5.45	bcd
8	5.10	bcd
7	4.25	cd
10	4.24	cd
12	4.15	cd
6	3.92	d
9	3.87	d
DMS .01= 2.5141		

En lo que se refiere a interacción (Productos x Intervalos de aplicación), muestra significancia, es decir que es aquí donde se muestran las diferencias entre los productos utilizados con los intervalos de aplicación, y en este caso el tratamiento 15 aplicado cada 15 días es el mejor, ya que tiene un porcentaje de 10.93 de fruto de calidad "extragrande", mientras que el tratamiento 26 aplicado cada 10 días, es el de más bajo porcentaje, con tal solo 0.82 por ciento, aplicando la prueba DMS al 5 por ciento de significancia, (Cuadro 4.8).

El tratamientos 15 (20-30-10) y el 26 (44-0-0 + Zn 4, Fe 3, S 3, Mg 1) muestra que este último contiene 24 unidades más de nitrógeno faltándole fósforo

y potasio, dos elementos esenciales para el buen desarrollo y calidad del fruto, razón por la cual el primer tratamiento mencionado produce mayor cantidad de fruto extragrande.

Cuadro 4.8 Prueba de comparación de medias para las interacciones de la variable calidad de fruto extragrande, en el cultivo de tomate. UAAAN, 1995.

INTERACCION	5 DIAS	10 DIAS	15 DIAS
1	5.57 abc	6.09 abc	5.77 bcd
2	4.81 bc	5.87 abc	7.22 b
3	6.20 abc	6.73 ab	6.47 bc
4	7.94 ab	5.80 abc	7.71 ab
5	8.76 a	7.63 a	10.93 a
6	6.70 abc	3.22 cd	1.85 ef
7	6.33 abc	1.32 d	5.11 bcde
8	7.03 abc	6.53 abc	1.70 f
9	5.03 bc	0.82 d	5.75 bcd
10	6.06 abc	4.10 bcd	2.57 def
11	7.28 abc	6.98 ab	2.08 ef
12	4.23 c	4.69 abc	3.55 cdef
DMS .05=3.3377			

Rendimiento total

En el cuadro A.16 se muestran los valores de producción de tomate en $t\ ha^{-1}$ y el ANVA correspondiente para esta variable, en el se puede observar que para los diferentes productos (factor A) no hay diferencias significativas, así como para la interacción de A x B. En cuanto a intervalos de aplicación (factor B) presenta diferencias altamente significativas, por lo tanto se realizó la comparación de medias con la prueba de DMS al 1 por ciento (Cuadro 4.9) y los resultados indican que los intervalos de aplicación de 5 y 10 días son

iguales entre si, aunque el intervalo de aplicación de cinco días presenta un rendimiento un poco mayor. El intervalo de aplicación de 15 días es estadísticamente diferente a los ya mencionados, con una producción de 82.92 t ha⁻¹ es decir hay una disminución del rendimiento total en comparación con el intervalo de aplicación de 5 y 10 días de 19.46 y 18.65 por ciento respectivamente. Las diferencias entre los intervalos de aplicación indican que las plantas necesitan el suficiente alimento en la forma, tiempo y cantidad adecuada para crecer sanas y producir los máximos rendimientos.

Cuadro 4.9 Comparación de medias en rendimiento total para intervalos de aplicación. UAAAN, 1995.

INTERVALO	MEDIA
Aplicación c/5 Días	102.9646 A
Aplicación c/10 Días	101.9319 A
Aplicación c/15 Días	82.9252 B
	DMS .01 = 18.6901

Si se considera al rendimiento por unidad de superficie como una de las principales variables, se hace necesario mencionar que los tratamientos 10, 2 y 8 son los que más producción obtuvieron. Así por ejemplo el tratamiento 10 aplicado cada 5 días, que produce 133.28 t ha⁻¹ seguido por los tratamientos 2 aplicado cada 10 días y el 8 aplicado cada 10 días con 127.23 y 126.65 t ha⁻¹, respectivamente. Por el contrario, los de menor producción son los tratamientos 18 aplicado cada 15 días, 30 aplicado cada 15 días y el 36 aplicado cada 15 días, con 58.15, 65.51 y 70.60 t ha⁻¹, respectivamente. Con lo anterior se puede

decir que los productos fertilizantes completos son mejores que las mezclas, al menos para la producción total por unidad de superficie.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y la discusión correspondiente, se concluye lo siguiente:

Se cumplieron los objetivos e hipótesis planteados en la aplicación de fertilizantes completos y mezclas y el uso de agroplásticos, donde se obtuvo respuesta en la dinámica de los macro y micronutrientes, calidad de fruto e intervalo de aplicación para el cultivo de tomate

Se observa que casi en su totalidad, la concentración foliar de los elementos se registró por encima del nivel crítico del tomate, por lo cual no se tuvieron problemas con deficiencias.

En los muestreos 4 y 5 (100 y 115 días después del trasplante), se notó una decadencia en la concentración de la mayoría de los elementos ya que se encuentran por encima del nivel crítico o por debajo de los mismos, esto nos indica que en estas fechas se puede realizar el muestreo de diagnóstico.

Los mejores tratamientos para calidad de fruto fueron la mezcla de fertilizante Superfos + Agro-k, para fruto mediano y para fruto grande y extragrande, fueron los fertilizantes completos Foltron plus y Foligro, respectivamente.

El mejor intervalo de aplicación para todas las evaluaciones fue el de 10 días.

Con el estudio realizado y la información bibliográfica revisada se deduce que la fertilización foliar es una herramienta más para la nutrición de la planta y que ésta actúa más rápidamente que la fertilización al suelo, pero se sugiere seguir haciendo más investigación sobre esto y combinarlo con el uso de agroplásticos.

RESUMEN

Para estudiar el efecto de la fertilización foliar, se estableció el cultivo de tomate bajo condiciones de agroplásticos en el ciclo primavera-verano de 1995, con el objeto de evaluar seis fertilizantes completos y seis mezclas, también se evaluaron intervalos de tiempo de aplicación cada 5, 10 y 15 días. Los tratamientos fueron sorteados en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande corresponde a los productos fertilizantes y la parcela chica a intervalos de tiempo de aplicación. Evaluándose cuatro repeticiones por tratamiento, donde nos da un total de 36 combinaciones y 144 unidades experimentales.

Los tratamientos estuvieron bajo condiciones de macrotúnel y las camas fueron acolchadas con polietileno de color negro calibre 150 (37.5 micras de espesor), el sistema de riego utilizado fue por goteo.

Los muestreos foliares se realizaron después de que empezaron a efectuarse las aplicaciones de los fertilizantes, con un intervalo de 15 días entre cada muestreo por lo que se realizaron 5 muestreos, obteniéndose en total 36 muestras de cada recolección realizada y al final del cultivo se

obtuvieron 180 muestras, que posteriormente fueron analizadas en el laboratorio.

Se encontró en casi la totalidad de la concentración foliar de los elementos se registraron sobre el nivel crítico del tomate por lo que no se presentaron problemas de deficiencias.

Los resultados presentan que para la calidad de fruto mediano, el mejor producto fue la mezcla de fertilizantes A10, con 19.27 por ciento y para fruto grande el mejor producto es el fertilizante completo A3, con un porcentaje de 0.05, en el fruto extragrande el producto completo A5, de 9.11 por ciento.

En los intervalos de tiempo de aplicación son iguales entre si, aunque para el intervalo de cinco días presenta un rendimiento un poco mayor, el intervalo de 15 días es estadísticamente diferente a los ya mencionados.

Los tratamientos que mas rindieron son el 10, 2 y 8 que fueron los que mas producción tuvieron, el tratamiento 10 aplicado cada cinco días que nos produce 133.28 t ha^{-1} y el 2 aplicado cada 10 días con 127.23 t ha^{-1} y el 8 aplicado cada 10 días con 126.65 t ha^{-1} , los productos que tuvieron menor producción son los tratamientos 18, 30 y 36 (aplicados cada 15 días), con 8.15 , 65.51 y 70.60 t ha^{-1}

LITERATURA CITADA

- Boyton, D. 1954. Nutrition by foliar applications. A.N.N. Rev. Plant Physiology. USA.
- Cásseres, E. 1981. Producción de hortalizas. Tercera edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Javee, D. E. 1986. An evaluation of DRIS approach for identifying mineral limitation on yield in "Napolean" sweet cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. USA.
- Dybing, C.D and H.B. Currier. 1961. Foliar penetration by chemicals. Plant Physiology. USA.
- Espinoza C., J.T. 1979. Prueba de adaptación y rendimiento de ocho variedades de tomate, por el sistema de piso en las fechas de siembra en el Campo Experimental Agropecuario, en Marín, N.L. Facultad de Agronomía de la UANL, Tesis de Licenciatura, Monterrey, Nuevo León, México.
- Etchevers, B. J. D. 1988. Análisis químico de suelos y plantas. Notas de clase Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Fitzpatrick, E.A. 1984. Suelos, su permanencia, clasificación y distribución. Primera Edición en español. Cía Editorial Continental, S.A de C.V. México, D.F.
- García, F.J. 1980. Fertilización agrícola. Segunda edición. Ed. AEDOS. México, D.F.

- Grubinger, V.P., P.L. Minotti, H.C. Wien and A.D. Turner. 1993. Tomato response to starter fertilizer polyethylene mulch and level of soil phosphorus. *J. Am. Soc. Hortic. Sci. Alexandria, Va: The Society V* 118 (2) P 212 - 216. USA.
- Hortalizas, Frutas y Flores. 1992. Informe Especial. *Revista Hortalizas, Frutas y Flores*. Editorial Año Dos Mil. No. 2/Febrero 28/1992. México.
- Ibarra, J.L y P.A. Rodríguez. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Editorial Limusa. D.F.
- Letzch, W.S., and M.E. Sumner. 1984. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integral system (DRIS) norms. *Commun. in soil SC; Plant Anal. USA*.
- Márquez M.Y. y J.J. Zamora. 1978. Guía para el control de los hongos del suelo en el cultivo de tomate, utilizando el sistema de fertirrigación. Merck Sharp y Dohw, México.
- Maroto, B.J.V. (1989) *Horticultura hervacea especial*. Ed. Mundi Prensa Madrid España.
- Mascareño, C.F. 1987. Problemas nutricionales del tomate en el Valle de Culiacán. INIFAP, Campo Experimental, Valle de Culiacán, Sinaloa, XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Juárez Chihuahua. México.
- Mendoza, H.J.M. 1993. Diagnóstico climático para la zona influencia inmediata a la UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Mengel, K. and Kirkby. 1979. *Principles of plant nutrition*. Second ed. International Potash Institute. Berne Switzerland.
- Moscoso, A. I.E. 1979. Estudio de densidades de siembra en el cultivo de tomate regado por goteo. Tesis de Licenciatura en Apodaca, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura UANL.

- Núñez, E.R. 1987. Apuntes del curso uso y tecnología de fertilizantes. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
- Pitts, D.J. and G.A. Clark. 1991. Comparison of drip irrigation to subirrigation for tomato production in southwest Florida. *Appl. Eng - Agric.* (St. Joseph, Mich.); American Society of Agricultural Engineerers. V. 7 (2) P. 177 - 184. USA.
- Randolph, A. 1996. Producción y Comercialización de Hortalizas. *Revista Productores de Hortalizas.* Año 5, No. 11. México.
- Reiners, S. 1995. Tomates necesitan nutrientes en las cantidades correctas. *Revista Productores de Hortalizas.* Año 4, No. 1. Enero, 1995. P. 10-13. México
- Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant analysis and interpretation manual. Inkata Press, Sidney Australia.
- Robledo, P.F y Martin, L. 1989. Aplicación de los plásticos en la Agricultura. Editorial Mundi Prensa. Segunda Edición. España.
- Rodríguez, P.A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Editorial Limusa. México, D.F.
- Rodríguez, S.F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Rodríguez, T.M. 1983. Manual de fertilizantes. Quinta reimpresión. Editorial Limusa. México.
- Rojas, P.L. y G. Briones, S 1990. Sistemas de riego. División de Ingeniería. Depto. Riego y Drenaje. Impreso en talleres de la UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Salisbury, F.B y Ross, C. (1994) Fisiología vegetal Ed. Iberoamérica México.

- Sánchez L.A. y R. Saucedo. 1980. Informes de investigación del programa de tomate. Temporada 1979-80. Inédito. Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán, CIAPAN, INIA, SARH. México.
- Serrano C.Z. 1978. Tomate, Pimiento, y Berenjena en Invernadero. Publicaciones de Extensión Agropecuaria. Madrid, España.
- Spiers, J.M. and J.H. Braswell. 1994. Response of sterling musadine grape to calcium, magnesium, and nitrogen fertilization J. Plant. Nutr. Monticello, N.Y. Marcel Dekker Inc. V. 17 (10) P. 1739 - 1750. USA.
- Spiers, J.M. 1993. Nitrogen, calcium and magnesium fertilizer affects growth and leaf elemental content of dormant raspberry. J. Plant. Nutr. New York, N.Y. V. 16 (2) P. 2333 - 2339. USA.
- Swanson, C.A. and J. Bwhydney. 1953. Studies on the translocation of foliar applied phosphorus and other radioisotopes in bean plants. Amer. Jour. Bot 40. USA.
- Toover, F.V. 1982. Producción comercial de tomate. Manuales de Técnica Agropecuaria. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
- Tindall, J.A., R.B. Beverly, and D.E. Radcliffe. 1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. Agron. J. Madison, Wis. American Society of Agronomy. V. 83 (6) P. 1028 - 1034. USA.
- Valadez, L. A. 1993. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. Cuarta reimpresión. México.
- Vega, J.I. De la 1969. Manera eficaz de realizar un buen abonamiento foliar. Rev. El CAMPO. México.
- Walworth, J.L. and M.E. Sumner. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Advances in soil Science volume 6. USA.

Wien, H.C., P.L. Minotti and V.P. Grubinger. 1993. Polyethylene mulch stimulates early root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. Alexandria, Va. The Society. V. 118 (2) P. 207 - 211.

Yamada, Y.S.H., H. Wittwer and M.J. Bukovak. 1964. Penetration of ion isolated cuticles plant physiology Abstract. U.S.A.

APENDICE

Cuadro A.1 Datos de la concentración foliar de Nitrógeno (%) en los diferentes muestreos para Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	3.51	3.22	4.00	3.13	2.77
2	3.81	4.36	3.56	3.46	2.73
3	3.58	3.47	3.49	3.16	2.57
4	2.51	3.43	3.66	3.53	2.78
5	2.04	4.50	3.41	3.06	3.53
6	4.10	4.40	2.92	2.98	2.42
7	3.51	3.12	3.73	3.20	2.18
8	3.21	4.01	3.33	2.82	2.22
9	3.53	4.21	3.00	3.02	2.22
10	4.91	4.41	3.99	3.57	2.64
11	3.25	4.26	3.63	3.09	2.93
12	3.77	4.33	3.78	3.39	2.44
13	3.38	3.96	3.47	3.19	2.52
14	3.91	4.17	3.08	3.47	2.41
15	3.60	3.52	3.12	3.04	2.75
16	4.14	4.59	3.14	3.49	2.59
17	3.73	3.37	3.19	3.36	2.56
18	4.37	3.80	3.85	3.22	2.77
19	3.41	4.10	3.51	3.12	2.78
20	3.93	4.33	3.45	3.11	2.74
21	3.88	3.85	3.37	2.89	3.01
22	3.55	4.29	3.48	3.32	2.89
23	3.29	2.82	3.70	3.32	2.84
24	3.69	4.07	3.08	3.43	3.01
25	3.78	4.14	3.73	2.65	2.56
26	4.00	4.48	3.80	2.85	2.74
27	3.91	3.30	3.37	2.88	2.26
28	3.86	4.39	4.26	3.33	2.44
29	3.58	3.88	3.97	3.54	2.81
30	3.89	3.89	3.55	2.92	2.62
31	3.41	3.97	3.70	3.04	2.60
32	3.86	3.82	3.62	3.09	2.71
33	3.45	3.66	2.99	3.30	3.14
34	3.40	4.21	3.40	3.06	2.60
35	3.53	4.58	3.12	2.81	2.48
36	4.00	4.23	3.48	3.42	3.39

Cuadro A.2 Datos de la concentración foliar de Fósforo (%) para los diferentes muestreos en Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	0.388	0.481	0.400	0.272	0.249
2	0.318	0.435	0.353	0.272	0.167
3	0.295	0.458	0.365	0.307	0.272
4	0.249	0.470	0.353	0.249	0.225
5	0.295	0.342	0.202	0.190	0.155
6	0.388	0.377	0.342	0.295	0.179
7	0.249	0.388	0.318	0.249	0.179
8	0.318	0.377	0.330	0.295	0.237
9	0.318	0.446	0.342	0.272	0.155
10	0.365	0.365	0.365	0.295	0.214
11	0.365	0.109	0.353	0.295	0.190
12	0.225	0.377	0.435	0.109	0.295
13	0.365	0.423	0.342	0.249	0.155
14	0.412	0.377	0.365	0.272	0.330
15	0.342	0.365	0.377	0.249	0.260
16	0.388	0.365	0.342	0.179	0.214
17	0.377	0.365	0.400	0.006	0.179
18	0.400	0.388	0.377	0.225	0.155
19	0.365	0.365	0.400	0.225	0.237
20	0.330	0.353	0.458	0.167	0.272
21	0.470	0.388	0.423	0.412	0.202
22	0.295	0.435	0.412	0.272	0.179
23	0.330	0.481	0.400	0.260	0.272
24	0.330	0.353	0.353	0.249	0.109
25	0.388	0.423	0.365	0.202	0.214
26	0.342	0.365	0.295	0.272	0.202
27	0.283	0.342	0.365	0.214	0.214
28	0.412	0.295	0.412	0.272	0.179
29	0.307	0.470	0.388	0.190	0.109
30	0.644	0.388	0.388	0.144	0.167
31	0.400	0.330	0.470	0.318	0.377
32	0.283	0.272	0.330	0.190	0.353
33	0.295	0.307	0.342	0.214	0.377
34	0.400	0.365	0.283	1.308	0.214
35	0.238	0.365	0.295	0.144	0.202
36	0.365	0.318	0.458	0.167	0.225

Cuadro A.3 Datos de la concentración foliar de Potasio (%) para los diferentes muestreos en Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	1.49	2.28	2.03	1.00	1.00
2	1.44	1.43	1.62	1.15	1.05
3	1.45	1.09	2.24	1.19	1.20
4	1.16	1.27	0.85	1.15	0.97
5	1.28	1.64	0.84	1.28	0.78
6	1.10	1.16	1.10	0.63	1.06
7	0.85	1.45	1.07	0.84	0.78
8	1.42	1.17	1.21	1.08	0.99
9	1.35	1.31	1.35	1.00	0.92
10	0.79	1.29	1.22	0.99	0.98
11	1.10	1.73	1.21	1.08	0.99
12	1.38	1.64	1.12	1.10	0.97
13	1.12	1.22	1.07	1.49	1.20
14	0.97	1.19	1.56	1.03	1.00
15	1.26	1.39	1.30	1.13	0.91
16	1.15	1.49	0.98	0.85	0.98
17	1.12	1.49	0.85	0.84	0.69
18	1.28	1.28	1.28	1.07	1.05
19	1.11	1.43	1.66	1.14	0.90
20	1.30	1.09	1.27	1.14	0.84
21	1.35	1.59	1.16	1.13	1.15
22	1.18	1.6	1.30	1.15	0.94
23	1.08	1.27	1.21	0.87	1.27
24	1.00	1.34	1.44	1.01	0.93
25	1.16	1.92	1.48	1.07	1.18
26	1.13	1.89	1.22	1.01	1.04
27	1.16	1.72	1.36	1.03	1.02
28	1.35	1.81	1.89	0.97	0.87
29	1.44	1.14	1.70	1.14	0.85
30	1.11	1.91	1.44	1.40	0.88
31	1.16	1.54	1.44	1.10	1.61
32	1.52	2.18	1.44	1.03	1.24
33	1.05	2.21	1.57	1.55	1.55
34	1.16	1.67	1.22	1.12	1.01
35	0.95	1.30	1.43	0.80	0.62
36	1.08	1.41	1.42	0.89	0.91

Cuadro A.4 Datos de la concentración foliar de Calcio (%) para todos los muestrec
Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	15.47	8.07	26.47	9.27	19.17
2	6.62	13.67	18.35	4.05	18.15
3	13.17	17.32	35.35	7.55	19.42
4	18.75	14.45	20.85	7.25	16.97
5	11.57	22.90	23.25	20.32	18.97
6	14.82	13.12	28.75	19.27	23.00
7	8.82	10.67	19.25	11.22	15.37
8	17.05	12.82	26.37	20.75	13.72
9	17.50	9.72	17.65	20.75	10.97
10	19.77	18.82	24.15	25.85	15.32
11	14.87	8.86	24.45	10.37	16.75
12	17.25	9.85	18.12	14.70	15.75
13	17.80	17.40	19.47	12.75	12.35
14	19.00	16.67	29.05	24.90	15.67
15	13.35	19.40	31.77	12.67	11.90
16	13.72	13.57	21.57	21.90	26.15
17	7.75	12.95	8.80	15.62	19.02
18	7.85	14.82	14.32	13.12	6.35
19	8.50	8.52	11.40	21.82	10.45
20	11.42	11.87	19.47	16.77	15.62
21	12.27	16.97	25.05	21.30	14.10
22	10.70	13.40	15.12	10.75	20.22
23	10.00	8.42	23.72	10.45	8.85
24	5.77	15.00	14.32	18.12	12.55
25	7.00	9.25	22.12	28.20	7.32
26	13.05	11.05	19.37	18.07	24.67
27	16.10	17.87	18.30	17.30	21.95
28	13.27	9.77	23.90	12.52	22.67
29	14.57	12.57	14.05	20.80	8.62
30	13.27	14.90	15.12	46.85	7.40
31	7.02	10.27	8.97	23.12	53.37
32	11.62	25.82	12.70	15.77	25.02
33	15.72	40.87	17.15	37.92	28.00
34	13.12	16.25	11.07	12.37	24.87
35	17.02	10.80	21.92	12.52	20.37
36	16.35	5.95	8.47	11.90	18.30

Cuadro A.5 Datos de la concentración foliar de Magnesio (%) para todos los muestreo en Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	0.519	0.509	0.734	0.890	0.832
2	0.541	0.677	0.797	0.619	0.644
3	0.216	0.594	0.765	0.685	0.546
4	0.535	0.602	0.654	0.499	0.472
5	0.546	0.695	0.798	0.763	0.771
6	0.581	0.655	0.798	0.738	0.813
7	0.374	0.504	0.545	0.699	0.675
8	0.537	0.500	0.568	0.671	0.531
9	0.521	0.452	0.521	0.705	1.030
10	0.532	0.659	0.836	0.806	0.701
11	0.457	0.470	0.804	0.622	0.709
12	0.621	0.643	0.679	0.724	0.745
13	0.424	0.490	0.664	0.731	0.609
14	0.406	0.551	0.684	0.626	0.792
15	0.366	0.493	0.640	0.721	0.507
16	0.424	0.463	0.638	2.214	0.724
17	0.421	0.563	0.577	0.503	0.600
18	0.452	0.575	0.624	0.738	0.495
19	0.439	0.557	0.710	0.364	0.514
20	0.389	0.607	0.695	0.661	0.585
21	0.430	0.613	0.742	0.543	0.555
22	0.385	0.546	0.698	0.575	0.522
23	0.396	0.578	0.767	0.558	0.500
24	0.367	0.631	0.676	0.523	0.497
25	0.456	0.535	0.836	0.532	2.103
26	0.512	0.519	0.551	0.584	0.582
27	0.584	0.584	0.673	0.686	0.632
28	0.461	0.528	0.805	0.681	0.748
29	0.446	0.757	0.804	0.705	0.779
30	0.523	0.521	0.682	2.017	0.751
31	0.465	0.469	0.758	0.582	1.998
32	0.528	1.904	0.661	0.839	0.881
33	0.461	1.684	0.514	2.307	1.268
34	0.491	0.542	0.561	0.553	0.603
35	0.473	0.522	0.737	0.661	0.647
36	0.483	0.409	0.631	0.626	0.719

Cuadro A.6 Datos de la concentración foliar de Hierro (ppm) para todos los muestr
en Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	102.5	173.5	141.0	189.0	104.0
2	97.0	127.5	127.5	163.5	113.0
3	87.5	149.0	127.5	172.5	118.5
4	110.5	150.5	135.0	171.5	103.0
5	100.0	135.5	128.5	183.5	98.5
6	102.5	139.5	145.0	166.5	94.5
7	80.5	154.0	103.5	159.0	94.0
8	109.5	154.0	119.0	178.0	83.0
9	99.0	320.0	180.5	201.0	96.0
10	140.0	201.0	139.0	235.0	102.0
11	98.0	324.0	165.0	210.0	105.0
12	110.0	205.5	130.5	219.5	97.0
13	101.5	182.0	151.5	216.0	130.5
14	104.5	164.5	145.5	189.5	124.5
15	236.5	155.5	119.5	222.0	125.0
16	155.5	166.5	125.5	214.0	96.5
17	124.0	155.0	101.0	163.5	116.5
18	138.0	169.0	124.5	238.0	108.5
19	126.5	178.0	113.5	164.0	156.0
20	106.0	162.5	98.5	209.0	122.5
21	131.5	183.0	99.0	189.0	188.0
22	120.0	173.5	148.0	147.5	96.0
23	107.0	183.0	113.0	156.0	91.5
24	119.0	175.0	131.0	154.0	96.5
25	193.5	214.5	246.0	216.5	242.5
26	189.5	239.5	145.5	181.0	145.5
27	182.0	223.0	220.5	196.0	180.5
28	170.0	182.0	132.0	141.5	114.0
29	121.5	201.5	133.0	148.5	119.5
30	124.0	170.5	102.0	152.5	111.0
31	128.5	181.0	69.0	135.0	110.0
32	126.5	191.0	98.5	223.0	98.0
33	118.5	96.0	83.5	143.0	161
34	174.0	161.0	173.0	273.5	271.5
35	148.0	110.0	129.5	255.5	213.0
36	148.0	104.5	115.5	209.5	189.0

Cuadro A.7 Datos de la concentración foliar de Zinc (ppm) para todos los muestre
Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	45.0	42.0	29.5	23.5	25.5
2	41.0	40.5	28.0	30.0	26.0
3	39.0	37.0	25.5	23.0	29.5
4	44.5	42.0	28.0	21.0	21.5
5	50.5	38.0	28.5	19.5	21.5
6	51.0	39.0	30.0	21.5	26.5
7	43.5	50.0	21.5	20.0	19.0
8	42.5	38.5	16.5	21.0	20.0
9	39.5	39.0	19.0	20.5	20.0
10	44.0	47.5	27.0	30.0	32.0
11	40.0	60.7	26.5	24.5	25.0
12	56.5	48.5	32.0	25.0	29.0
13	47.5	45.0	31.0	27.0	25.5
14	51.0	36.0	22.5	21.5	26.0
15	48.0	22.5	23.5	24.0	28.0
16	52.5	36.5	25.0	23.0	23.5
17	58.0	36.0	25.0	25.0	24.5
18	59.5	34.5	27.5	25.5	30.5
19	48.0	34.0	23.5	24.5	33.0
20	51.5	37.5	26.5	27.5	30.5
21	53.0	43.0	23.5	31.5	36.5
22	59.5	35.5	21.5	21.0	24.5
23	53.0	46.0	24.0	18.0	19.0
24	48.5	42.5	20.5	23.5	24.0
25	93.0	70.5	93.0	84.0	96.0
26	75.5	59.5	41.5	71.5	73.5
27	91.5	57.5	53.0	64.5	60.5
28	64.0	43.0	22.5	31.5	19.5
29	62.0	47.0	42.5	28.5	26.0
30	66.0	41.5	42.0	30.0	27.5
31	70.0	40.0	38.5	31.0	22.5
32	70.5	39.5	43.0	36.0	25.0
33	75.0	36.5	35.0	33.5	27.0
34	80.0	44.5	64.0	72.5	61.5
35	67.0	41.5	49.5	67.5	49.5
36	76.0	42.5	56.0	55.0	42.5

Cuadro A.8 Datos de la concentración foliar de Cobre (ppm) para todos los mue en Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	10.5	22.0	18.5	16.0	8.0
2	12.5	17.5	14.5	15.5	7.5
3	10.5	18.0	9.0	10.0	6.0
4	8.5	17.5	12.0	11.0	6.5
5	9.0	14.5	8.0	8.5	4.5
6	13.5	16.0	10.5	10.5	7.5
7	6.0	12.0	8.5	8.5	4.5
8	8.0	11.5	8.0	7.0	5.5
9	12.5	15.5	9.5	8.5	4.5
10	16.5	16.5	14.5	10.5	7.0
11	12.0	16.5	6.5	8.5	5.5
12	9.0	11.0	8.5	6.0	4.5
13	12.0	12.0	9.5	9.0	5.0
14	10.5	14.0	9.5	8.5	7.0
15	11.0	10.5	7.5	7.5	9.0
16	10.5	14.0	8.0	9.0	7.5
17	9.5	13.0	6.0	6.5	5.5
18	9.5	11.5	7.5	6.5	6.5
19	12.5	13.5	11.0	7.0	7.0
20	14.0	15.0	11.0	7.0	7.5
21	15.0	15.0	10.5	8.0	10.5
22	14.0	13.0	10.5	9.0	7.5
23	13.5	14.0	10.5	6.0	5.5
24	12.0	12.5	10.5	5.0	6.5
25	14.5	12.5	9.5	6.0	8.5
26	12.0	13.5	9.5	7.0	9.0
27	12.0	12.0	9.0	5.0	7.0
28	13.5	11.0	8.5	6.0	8.0
29	12.0	13.0	15.5	6.0	7.0
30	11.5	13.5	14.0	5.5	5.5
31	14.0	15.0	16.5	6.0	9.0
32	13.5	14.5	18.0	9.5	8.0
33	10.0	14.5	10.5	6.5	7.5
34	10.5	16.0	15.0	8.5	5.0
35	9.5	13.0	11.5	5.5	5.5
36	10.5	10.5	11.5	7.0	7.5

Cuadro A.9 Datos de la concentración foliar de Manganeso (ppm) para todos los muestreos en Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	160.5	149.5	168.0	130.5	133.0
2	113.5	136.5	143.5	134.0	110.0
3	135.5	149.5	128.5	109.5	121.0
4	184.0	142.0	157.5	115.0	121.5
5	181.0	148.0	179.0	134.0	129.0
6	128.0	138.0	110.0	131.5	122.5
7	147.0	162.0	149.0	143.0	147.0
8	178.0	131.0	133.5	131.5	119.0
9	165.5	148.5	136.0	137.5	147.5
10	185.5	162.0	136.0	112.5	107.0
11	152.5	188.6	169.0	121.5	113.5
12	197.5	156.5	110.5	120.5	127.5
13	165.0	182.5	163.5	157.5	130.5
14	159.0	160.0	168.0	114.0	121.0
15	156.0	151.5	171.5	152.0	130.5
16	167.5	156.0	182.5	140.0	152.0
17	164.0	170.0	166.0	141.0	168.0
18	172.0	183.0	159.0	164.51	143.0
19	164.0	153.5	137.0	135.5	145.5
20	144.5	133.5	132.5	122.5	122.5
21	162.5	173.5	150.5	148.5	123.5
22	184.0	150.5	166.5	133.5	127.5
23	179.5	155.0	185.5	170.0	130.5
24	163.5	166.0	170.0	152.0	134.0
25	158.5	125.0	159.0	132.0	145.0
26	161.5	137.0	115.5	117.5	140.5
27	195.0	143.0	159.0	134.5	134.5
28	181.5	142.5	174.0	131.5	131.0
29	162.0	191.0	149.0	124.0	119.0
30	209.0	175.0	174.5	149.0	179.5
31	186.5	151.5	141.5	135.5	135.5
32	186.0	145.5	171.5	160.5	141.5
33	199.5	166.0	151.0	150.5	127.0
34	186.0	153.5	139.0	131.0	140.5
35	187.5	140.0	166.0	144.5	138.5
36	184.0	139.5	137.5	117.5	102.5

Cuadro A.10 Datos de la concentración foliar de Sodio (%) para todos los mue
Tomate. UAAAN 1995.

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5
1	0.0525	0.0350	0.0650	0.1150	0.1300
2	0.0250	0.0325	0.0600	0.0725	0.1100
3	0.1100	0.0350	0.1375	0.0575	0.0775
4	0.0625	0.0300	0.0650	0.0800	0.1025
5	0.0325	0.0300	0.0625	0.0825	0.1200
6	0.0250	0.0275	0.0550	0.1125	0.1250
7	0.0200	0.0325	0.0425	0.0875	0.01125
8	0.0325	0.0550	0.0875	0.0800	0.0750
9	0.0325	0.0300	0.1125	0.0950	0.2350
10	0.0450	0.0250	0.0550	0.1000	0.1075
11	0.0275	0.0506	0.0525	0.0725	0.1125
12	0.0250	0.0225	0.0450	0.0775	0.0925
13	0.0200	0.0125	0.0450	0.0750	0.0950
14	0.0200	0.0325	0.0500	0.0725	0.1000
15	0.0150	0.0325	0.0525	0.0700	0.0650
16	0.0125	0.0225	0.0600	0.1500	0.1000
17	0.0200	0.0175	0.0600	0.0575	0.0950
18	0.0800	0.0325	0.0500	0.0875	0.1000
19	0.0225	0.0450	0.0650	0.1675	0.1075
20	0.0175	0.0300	0.0600	0.0825	0.0775
21	0.0150	0.0300	0.0450	0.0475	0.0650
22	0.0225	0.0375	0.0675	0.0900	0.1025
23	0.0275	0.0350	0.0550	0.0775	0.0950
24	0.0125	0.0325	0.0575	0.0650	0.0900
25	0.0150	0.0375	0.1150	0.0725	0.1750
26	0.0225	0.0325	0.0575	0.0750	0.0725
27	0.0250	0.0450	0.0850	0.0850	0.0775
28	0.0675	0.0325	0.0650	0.0925	0.1100
29	0.0275	0.0700	0.0750	0.0775	0.0925
30	0.0225	0.0575	0.0700	0.1421	0.0925
31	0.0275	0.0350	0.0600	0.0775	0.1750
32	0.0200	0.0700	0.0475	0.0800	0.1175
33	0.0225	0.0625	0.0600	0.1575	0.1450
34	0.0225	0.0350	0.0675	0.0825	0.1175
35	0.0300	0.0400	0.0850	0.0925	0.1525
36	0.0200	0.0175	0.0600	0.0850	0.1425

Cuadro A.11 Concentración de datos (%) y análisis de varianza para calidad de fruto extrachico, de los datos transformados con Arcoseno√%. UAAAN, 1995.

FACTORES		MEDIA
PRODUCTO	INTERVALO DE APLICACION	
1	1	2.64
	2	2.23
	3	4.06
2	1	0.60
	2	0.22
	3	1.08
3	1	1.14
	2	2.00
	3	0.59
4	1	0.55
	2	2.52
	3	0.90
5	1	0.31
	2	2.52
	3	3.34
6	1	4.83
	2	3.50
	3	3.10
7	1	0.37
	2	0
	3	0.69
8	1	2.56
	2	1.1
	3	1.48
9	1	2.38
	2	1.01
	3	6.97
10	1	4.34
	2	1.75
	3	2.27
11	1	1.54
	2	3.70
	3	0.26
12	1	1.96
	2	0.90
	3	4.86

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
REPETICIONES	3	2.9936	0.997	0.2763		
FACTOR A	11	810.0498	73.640	20.3912 **	2.09	2.85
ERROR A	3	119.1762	3.611			
FACTOR B	2	33.8613	16.930	5.6388 **	3.13	4.94
INTERACCION	22	781.3701	35.516	11.8289 **	1.72	2.26
ERROR	72	216.1826	3.002			
TOTAL	143	1963.6337		C.V = 23.39%		

Cuadro A.12 Concentración de datos (%) y análisis de varianza para calidad de chico, de los datos transformados con Arcoseno $\sqrt{}$ %. UAAAN, 1995.

FACTORES		MEDIA
PRODUCTOS	INTERVALOS DE APLICACIÓN	
1	1	2.8
	2	2.87
	3	5.12
2	1	5.02
	2	4.8
	3	2.31
3	1	3.66
	2	5.38
	3	2.97
4	1	4.83
	2	3.41
	3	6.07
5	1	5.23
	2	4.17
	3	2.69
6	1	2.33
	2	8.50
	3	4.93
7	1	6.22
	2	3.50
	3	3.39
8	1	3.49
	2	4.07
	3	3.26
9	1	4.84
	2	4.23
	3	2.81
10	1	4.61
	2	4.56
	3	3.89
11	1	4.02
	2	2.14
	3	6.04
12	1	4.83
	2	6.82
	3	4.55

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	0.01
REPETICIONES	3	3.72	1.24	0.51	0.05	0.01
FACTOR A	11	82.28	7.48	3.13**	2.09	2.84
ERROR A	3	78.85	2.38			
FACTOR B	2	14.83	7.41	2.86 Ns	3.12	4.94
INTERACCION	22	431.52	19.61	7.56**	1.71	2.24
ERROR	72	186.66	2.59			
TOTAL	143	797.89		C.V = 13.74%		

Cuadro A.12 Concentración de datos (%) y análisis de varianza para calidad de f
chico, de los datos transformados con Arcoseno√%. UAAAN, 1995.

FACTORES		MEDIA
PRODUCTOS	INTERVALOS DE APLICACIÓN	
1	1	2.8
	2	2.87
	3	5.12
2	1	5.02
	2	4.8
	3	2.31
3	1	3.66
	2	5.38
	3	2.97
4	1	4.83
	2	3.41
	3	6.07
5	1	5.23
	2	4.17
	3	2.69
6	1	2.33
	2	8.50
	3	4.93
7	1	6.22
	2	3.50
	3	3.39
8	1	3.49
	2	4.07
	3	3.26
9	1	4.84
	2	4.23
	3	2.81
10	1	4.61
	2	4.56
	3	3.89
11	1	4.02
	2	2.14
	3	6.04
12	1	4.83
	2	6.82
	3	4.55

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	0.01
REPETICIONES	3	3.72	1.24	0.51		
FACTOR A	11	82.28	7.48	3.13**	2.09	2.84
ERROR A	3	78.85	2.38			
FACTOR B	2	14.83	7.41	2.86 Ns	3.12	4.94
INTERACCION	22	431.52	19.61	7.56**	1.71	2.24
ERROR	72	186.66	2.59			
TOTAL	143	797.89		C.V = 13.74%		

Cuadro A.13 Concentración de datos (%) y análisis de varianza para calidad de fruto mediano, de los datos transformados con Arcoseno $\sqrt{\%}$. UAAAN, 1995.

FACTORES		MEDIA
PRODUCTOS	INTERVALO DE APLICACION	
1	1	11.29
	2	9.71
	3	7.32
2	1	9.50
	2	8.70
	3	11.06
3	1	8.78
	2	6.81
	3	11.47
4	1	9.3
	2	7.40
	3	6.3
5	1	10.43
	2	7.93
	3	6.98
6	1	7.65
	2	6.86
	3	9.75
7	1	11.45
	2	10.19
	3	10.20
8	1	7.85
	2	10.67
	3	12.31
9	1	7.53
	2	8.89
	3	7.80
10	1	10.06
	2	12.98
	3	10.38
11	1	6.4
	2	6.33
	3	8.06
12	1	10.04
	2	8.02
	3	6.77

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	0.05	0.01
REPETICIONES	3	2.58	0.86	0.10			
FACTOR A	11	217.57	19.77	2.42*	2.09	2.85	
ERROR A	3	269.68	8.17				
FACTOR B	2	6.58	3.29	0.39 Ns	3.13	4.94	
INTERACCION	22	244.46	11.11	1.35 Ns	1.72	2.15	
ERROR B	72	594.13	8.25				
TOTAL	143	1335.03		C.V = 16.70%			

Cuadro A.14 Concentración de datos (%) y análisis de varianza para calidad grande, de los datos transformados con Arcoseno $\sqrt{\%}$. UAAAN, 1995.

FACTORES		MEDIAS
PRODUCTOS	INTERVALO DE APLICACION	
1	1	7.16
	2	9.00
	3	9.80
2	1	9.1
	2	10.13
	3	8.86
3	1	12.38
	2	9.29
	3	8.5
4	1	8.43
	2	10.58
	3	9.90
5	1	7.94
	2	8.51
	3	7.58
6	1	8.70
	2	5.51
	3	6.97
7	1	7.68
	2	11.16
	3	9.85
8	1	10.06
	2	7.70
	3	7.06
9	1	9.41
	2	6.09
	3	6.03
10	1	4.78
	2	5.12
	3	7.91
11	1	10.43
	2	9.13
	3	10.34
12	1	7.23
	2	8.30
	3	8.40

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	0.01
REPETICIONES	3	21.51	7.17	0.45		
FACTOR A	11	257.94	23.44	1.47 Ns	2.09	2.85
ERROR A	3	523.11	15.85			
FACTOR B	2	0.18	0.09	0.006 Ns	3.13	4.94
INTERACCION	22	214.94	9.77	0.693 Ns	1.72	2.15
ERROR B	72	1014.25	14.08			
TOTAL	143	2031.97		C.V = 22.68%		

Cuadro A.15 Concentración de datos (%) y análisis de varianza para calidad de fr extragrande, de los datos transformados con Arcoseno $\sqrt{\%}$. UAAAN, 1995.

FACTORES		MEDIA
PRODUCTO	INTERVALO DE APLICACION	
1	1	1.08
	2	1.14
	3	1.05
2	1	0.74
	2	1.12
	3	1.63
3	1	1.29
	2	1.47
	3	1.44
4	1	1.98
	2	1.05
	3	2.02
5	1	2.48
	2	1.81
	3	3.63
6	1	1.44
	2	0.44
	3	0.21
7	1	1.30
	2	0.21
	3	0.81
8	1	1.53
	2	1.43
	3	0.85
9	1	0.78
	2	0.08
	3	1.14
10	1	1.21
	2	0.56
	3	0.43
11	1	2.44
	2	1.58
	3	0.26
12	1	0.82
	2	0.67
	3	0.52

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	0.01
REPETICIONES	3	47.71	15.90	3.54		
FACTOR A	11	328.94	29.90	6.67 **	2.09	2.85
ERROR A	3	147.91	4.48			
FACTOR B	2	53.91	26.95	5.40 NS	3.13	4.94
INTERACCION	22	317.69	14.44	2.89 *	1.75	2.53
ERROR B	72	359.14	4.98			
TOTAL	143	1255.33		C.V = 18.61 %		

Cuadro A.16. Concentración de datos y análisis de varianza para rendimiento de tomate. UAAAN. 1995.

TRATAMIENTO	MEDIA en t/ha
1	98.95
2	127.23
3	82.8
4	124.55
5	101.64
6	121.81
7	115.10
8	126.65
9	114.74
10	133.28
11	92.36
12	76.32
13	81.39
14	101.63
15	85.75
16	90.66
17	94.05
18	58.15
19	95.44
20	97.37
21	83.88
22	109.24
23	83.17
24	82.16
25	109.92
26	98.61
27	77.64
28	84.22
29	108.40
30	65.51
31	91.01
32	98.01
33	75.75
34	101.82
35	94.05
36	70.60

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.01 %
Repeticiones	3	13607.87	4535.95		
Factor A	11	18053.50	1641.22	1.1773 Ns	2.856
Error A	33	46003.00	1394.03		
Factor B	2	12222.50	6111.25	6.6204 **	4.942
Interaccion	22	15704.87	713.85	0.7733 Ns	2.126
Error B	72	66462.87	923.09		
Total	143	172054.62		C.V. (Error B) = 31.67 %	