

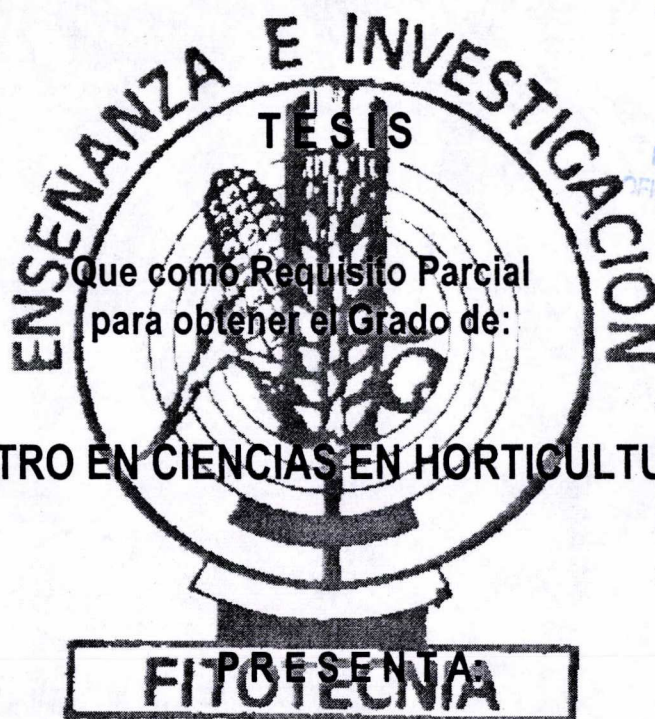
Universidad Autónoma Chapingo

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**DINAMICA DE LA EXTRACCION NUTRIMENTAL DEL
CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* R. y P.)**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Que como Requisito Parcial
para obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA

LILY XOCHILT ZELAYA MOLINA

Chapingo, México, enero 2002.



BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

Bib. 96894

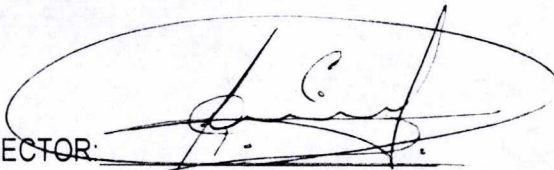
DINAMICA DE LA EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL CHILE MANZANO

(*Capsicum pubescens* R. y P.)

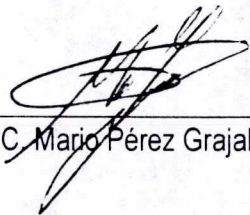
Tesis realizada por **Lily Xochilt Zelaya Molina** bajo la dirección del comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

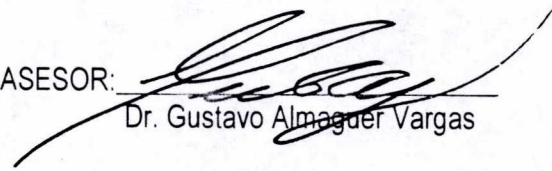
DIRECTOR:


M.C. Rogelio Castro Brindis

ASESOR:


M.C. Mario Pérez Grajales

ASESOR:


Dr. Gustavo Almaguer Vargas

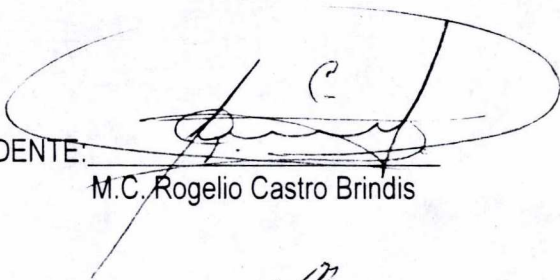
A.-39319

DINAMICA DE LA EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL CHILE MANZANO

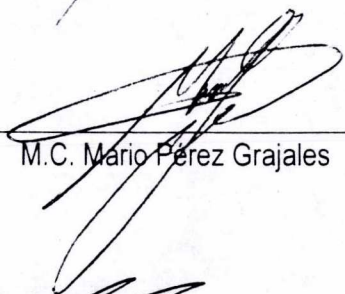
(*Capsicum pubescens* R. y P.)

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Lily Xochilt Zelaya Molina** autora de la presente tesis de Maestría en Horticultura estuvo constituido por:

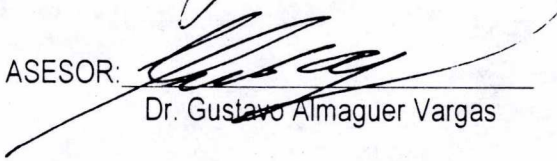
PRESIDENTE:


M.C. Rogelio Castro Brindis

ASESOR:


M.C. Mario Pérez Grajales

ASESOR:


Dr. Gustavo Almaguer Vargas

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido lograr una más de mis metas de vida y permitirme entrar al mundo de la agronomía.

Al M.C. Rogelio Castro Brindis por su inestimable dirección del presente trabajo, así como por la valiosa asesoría, tiempo, conocimientos, amistad y paciencia brindadas a lo largo de la realización de toda esta investigación.

Al M.C. Mario Pérez Grajales por todo el tiempo y entusiasmo dedicado a la revisión del presente trabajo así como por todos los conocimientos transmitidos a lo largo de la realización de esta investigación.

Al Dr. Gustavo Almaguer Vargas por su acertada asesoría y colaboración durante la realización del presente trabajo.

Al Dr. Leszek S. Jankiewicz por todos los conocimientos transmitidos a lo largo de cursos y excursiones que me han permitido ver lo que es la naturaleza.

A todos mis amigos de Chapingo, en especial a mis compañeros de generación Eulogia, Rosalinda, Carlos, Manuel y Tomás, por su valiosa amistad, mil gracias.

DEDICATORIA

**A las Glorias,
los Orlandos,
Rocio
y Camila**

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora de la presente tesis nació en San Salvador, El Salvador, el 4 de abril de 1973. Realizó sus estudios profesionales en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa (UAMI), en México D.F., obteniendo el título de Biólogo en 1996. Su experiencia profesional ha sido en las áreas de anatomía, taxonomía y palinología de helechos, principalmente en los géneros mexicanos de la familia Woodsiaceae y en especial varias especies tropicales del género *Diplazium*; colaboró desde sus estudios y posteriormente trabajó en el Laboratorio de Pteridofitas del Herbario Metropolitano UAMIZ, de la misma universidad, de 1993 a 1998.

DINÁMICA DE LA EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL CHILE MANZANO

(*Capsicum pubescens* R. y P.)

Lily Zelaya Molina¹, Rogelio Castro Brindis², Mario Pérez Grajales²
y Gustavo Almaguer Vargas²

RESUMEN

Se obtuvieron las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn, así como la acumulación de materia seca en plantas de chile manzano, cultivadas en hidroponía, durante las fases de crecimiento vegetativo, floración, fructificación y periodo de cosecha, en cuatro concentraciones (50, 75, 100 y 125%) de la solución nutritiva universal de Steiner (SNUS) y con ello se determinó la extracción de esos elementos en dichas fases. Las extracciones obtenidas en la concentración de 125% de la SNUS, que fue la de mayor rendimiento, en cada una de las fases mencionadas fueron: 0.004, 2.2, 4.0 y 8.0 g de N, 0.0007, 0.2, 0.33 y 0.7 g de P, 0.006, 1.4, 2.5 y 6.2 g de K, 0.003, 1.3, 2.4 y 2.7 g de Ca, 0.002, 0.8, 1.1 y 1.2 g de Mg, 8×10^{-5} , 0.006, 0.02 y 0.02 g de B, 5×10^{-6} , 4×10^{-4} , 8×10^{-4} y 0.001 g de Cu, 7×10^{-5} , 0.001, 0.03 y 0.04 g de Fe, 4×10^{-5} , 0.008, 0.02 y 0.02 g de Mn, 2×10^{-5} , 0.002, 0.006 y 0.008 g de Zn, respectivamente; y las cantidades totales requeridas para producir una tonelada de frutos son 6.0, 0.5, 4.7, 2.0 y 1.0 kg de N, P, K, Ca y Mg, así como 15, 1, 30, 16 y 6 g de B, Cu, Fe, Mn y Zn, respectivamente.

Palabras clave: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, zinc.

¹ Estudiante de la Maestría en Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

² Profesor investigador, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

NUTRIENT EXTRACTION DYNAMICS OF MANZANO PEPPER

(*Capsicum pubescens* R. y P.)

January, 2002

(Under the direction of Rogelio Castro Brindis)

ABSTRACT

The contents of N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn and Zn, and accumulation of dry matter in manzano pepper plants, grew in hydropony, were obtained in the phases of vegetative growing, flowering, fructification and harvest period in four (50, 75, 100 and 125%) Steiner universal nutrient solution concentrations (SUNS) to determinate the extraction of those nutrients in these phases. The extractions obtained in the 125% concentration of the SUNS, which had the greater yield than the other three ones, in each phase were: 0.004, 2.2, 4.0 and 8.0 g of N, 0.0007, 0.2, 0.33 and 0.7 g of P, 0.006, 1.4, 2.5 y 6.2 g of K, 0.003, 1.3, 2.4 and 2.7 g of Ca, 0.002, 0.8, 1.1 and 1.2 g of Mg, 8×10^{-5} , 0.006, 0.02 and 0.02 g of B, 5×10^{-6} , 4×10^{-4} , 8×10^{-4} and 0.001 g of Cu, 7×10^{-5} , 0.001, 0.03 and 0.04 g of Fe, 4×10^{-5} , 0.008, 0.02 and 0.02 g of Mn, 2×10^{-5} , 0.002, 0.006 and 0.008 g of Zn, respectively; and the total quantities required to produce one fruit ton are 6.0, 0.5, 4.7, 2.0 and 1.0 kg of N, P, K, Ca and Mg, and 15, 1, 30, 16 and 6 g of B, Cu, Fe, Mn and Zn, respectively.

Key words: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, boron, copper, iron, manganese and zinc.

CONTENIDO

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxxviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Hipótesis.....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. El cultivo del chile.....	4
3.1.1. Generalidades sobre el cultivo del chile.....	4
3.1.2. Importancia del cultivo de chile manzano.....	6
3.1.3. Situación actual del cultivo del chile manzano.....	7
3.1.4. Estadísticas de Producción.....	8
3.1.5. Consumo.....	9
3.1.6. Origen y distribución.....	13
3.1.7. Clasificación taxonómica y descripción botánica.....	14
3.1.8. Requerimientos ambientales.....	15
3.1.9. Fenología del cultivo.....	16
3.2. Nutrición mineral.....	17
3.2.1. Elementos minerales esenciales.....	17
3.2.2. Carbono, hidrógeno y oxígeno.....	19
3.2.3. Nitrógeno.....	20
3.2.4. Fósforo.....	22
3.2.5. Potasio.....	24
3.2.6. Azufre.....	26
3.2.7. Magnesio.....	28
3.2.8. Calcio.....	29
3.2.9. Hierro.....	31
3.2.10. Cloro.....	33

3.2.11. Boro.....	34
3.2.12. Zinc.....	35
3.2.13. Cobre.....	37
3.2.14. Manganeseo.....	39
3.2.15. Molibdeno.....	40
3.2.16. Níquel.....	41
3.3. Soluciones nutritivas.....	41
3.3.1. Solución nutritiva universal de Steiner.....	42
3.4. Fertilización.....	43
3.4.1. Extracción de nutrimentos por el cultivo del chile.....	44
3.4.2. Fertirrigación en el cultivo de chile.....	46
3.4.2.1. Fertirrigación del chile manzano en invernadero.....	48
3.4.3. Diagnostico nutrimental en el cultivo de chile.....	49
3.4.3.1. Análisis vegetal.....	50
3.4.3.2. Análisis de savia.....	53
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	56
4.1. Localización del experimento.....	56
4.2. Material vegetal.....	56
4.3. Diseño del experimento.....	56
4.3.1. Sistema hidropónico.....	56
4.3.2. Tratamientos.....	57
4.3.3. Diseño experimental.....	58
4.3.4. Variables de estudio y toma de datos	58
4.3.4.1. Variables morfológicas.....	58
4.3.4.2. Rendimiento.....	59
4.3.4.3. Dinámica nutrimental.....	60
4.4. Análisis de datos.....	61
4.5. Conducción del experimento.....	61
4.5.1. Producción de plántula.....	61
4.5.2. Suministro de los tratamientos.....	62
4.5.3. Control fitosanitario.....	63
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
5.1. Macronutrimentos.....	64
5.1.1. Nitrógeno.....	65

5.1.2. Fósforo.....	69
5.1.3. Potasio.....	72
5.1.4. Calcio.....	75
5.1.5. Magnesio.....	78
5.2. Micronutrientos.....	81
5.2.1. Boro.....	81
5.2.2. Cobre.....	84
5.2.3. Hierro.....	87
5.2.4. Manganeseo.....	89
5.2.5. Zinc.....	92
5.3. Demanda nutrimental del cultivo en cada etapa fenológica.....	94
5.4. Variables de crecimiento.....	98
5.4.1. Área foliar.....	99
5.4.2. Número de hojas.....	101
5.4.3. Altura de planta.....	102
5.4.4. Diámetro del tallo.....	103
5.4.5. distribución de materia seca.....	105
5.4.6. Rendimiento.....	109
6. CONCLUSIONES.....	112
7. RECOMENDACIONES.....	114
8. LITERATURA CITADA.....	115
9. ANEXO.....	122

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estadísticas de la SAGAR sobre la superficie sembrada, producción y rendimiento de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.), durante los años 1992-1999.....	6
Cuadro 2. Composición nutritiva de <i>Capsicum annuum</i> L. y <i>Capsicum pubescens</i> R. y P. en 100 g de peso.....	11
Cuadro 3. Fórmula de la solución nutritiva universal de Steiner.....	43
Cuadro 4. Solución nutritiva de Steiner modificada para propósitos de investigación en la que no se considerar las relaciones entre iones de la solución nutritiva universal de Steiner	43
Cuadro 5. Kilogramos de nutrimentos extraídos por las plantas de chile por tonelada de fruto fresco producido.....	45
Cuadro 6. Extracción periódica acumulativa de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Ca y Mg del chile Bell pepper de invernadero para la producción de 10 kg m ⁻²	46
Cuadro 7. Cantidad de fertilizantes para preparar 1,000 litros de solución nutritiva para irrigar plantas de chile manzano en maceta e invernadero.....	49
Cuadro 8. Valores críticos y óptimos de concentración de nutrimentos en hojas y peciolo para diferentes etapas fenológicas en el cultivo de chile Bell.....	51
Cuadro 9. Concentración de nutrimentos y coeficiente de variación de los mismos determinados en las hojas del tercio medio en plantas de chile.....	51
Cuadro 10. Niveles de macro y microelementos en follaje de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	52
Cuadro 11. Niveles críticos de N, P y K para chiles picosos (<i>Capsicum annuum</i> L.)	52
Cuadro 12. Intervalos de concentración de los nutrimentos en dos etapas de desarrollo de <i>Capsicum annuum</i> , grupo Grossum.....	53
Cuadro 13. Concentración nutrimental en algunos órganos de referencia en distintas etapas fenológicas del cultivo de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.)	54
Cuadro 14. Concentración de nutrimentos mediante el análisis de savia en el cultivo de chile Bell.....	55
Cuadro 15. Composición iónica y potencial osmótico de macronutrimentos de los cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner, utilizados en el estudio de la dinámica de extracción nutrimental del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.). Chapingo, México. 1999-2000.....	57
Cuadro 16. Cantidad de micronutrimentos disponibles en cada uno de los cuatro tratamiento con diferentes concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner, utilizados en el	

estudio de la dinámica de extracción nutrimental del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.). Chapingo, México. 1999-2000.....	57
Cuadro 17. Cantidad de macronutrientes y micronutrientes para preparar 200 L de cada concentración de la solución nutritiva universal de Steiner, utilizados en el estudio de la dinámica de extracción nutrimental del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.). Chapingo, México. 1999-2000.....	58
Cuadro 18. Fases fenológicas del cultivo de chile manzano correspondientes a las fechas en que se evaluaron las variables morfológicas y de concentración nutrimental. Chapingo, México. 1999-2000.....	61
Cuadro 19. Comparación de medias del contenido de N en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	65
Cuadro 20. Comparación de medias de la extracción de N en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	67
Cuadro 21. Comparación de medias del contenido de P en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	69
Cuadro 22. Comparación de medias de la extracción de P en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	71
Cuadro 23. Comparación de medias del contenido de K en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	73
Cuadro 24. Comparación de medias de la extracción de K en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	74
Cuadro 25. Comparación de medias del contenido de Ca en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	76
Cuadro 26. Comparación de medias de la extracción de Ca en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	77
Cuadro 27. Comparación de medias del contenido de Mg en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	78
Cuadro 28. Comparación de medias de la extracción de Mg en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	80

Cuadro 29. Comparación de medias del contenido de B en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	82
Cuadro 30. Comparación de medias de la extracción de B en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	83
Cuadro 31. Comparación de medias del contenido de Cu en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	85
Cuadro 32. Comparación de medias de la extracción de Cu en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	86
Cuadro 33. Comparación de medias del contenido de Fe en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	87
Cuadro 34. Comparación de medias de la extracción de Fe en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.	88
Cuadro 35. Comparación de medias del contenido de Mn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	90
Cuadro 36. Comparación de medias de la extracción de Mn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	91
Cuadro 37. Comparación de medias del contenido de Zn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	92
Cuadro 38. Comparación de medias de la extracción de Zn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	93
Cuadro 39. Grado de correlación entre las concentraciones de macronutrientes de la planta en las cinco fechas evaluadas y el rendimiento del cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.). Chapingo, México, 1999-2000.....	94
Cuadro 40. Grado de correlación entre las concentraciones de micronutrientes de la planta en las cinco fechas evaluadas y el rendimiento del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.). Chapingo, México, 1999-2000.....	95

Cuadro 41. Concentración de nutrimentos en la planta de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro etapas fenológicas evaluadas durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.....	96
Cuadro 42. Concentración de nutrimentos en la planta de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en las seis fechas evaluadas durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.....	96
Cuadro 43. Cantidad extraída de nutrimentos por la planta de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) al final de cada etapa fenológica evaluada, para tener un rendimiento de 1325 g planta ⁻¹ durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.....	97
Cuadro 44. Cantidad necesaria de nutrimentos para producir una tonelada de frutos de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.....	98
Cuadro 45. Comparación de medias del área foliar por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	99
Cuadro 46. Comparación de medias del número de hojas por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	101
Cuadro 47. Comparación de medias de la altura de planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	103
Cuadro 48. Comparación de medias del diámetro del tallo por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	104
Cuadro 49. Comparación de medias de la acumulación de materia seca por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	106
Cuadro 50. Comparación de medias de la producción de frutos en peso fresco por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	110
Cuadro 1a. Comparación de medias del peso seco de hojas por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	122
Cuadro 2a. Comparación de medias del peso seco de tallos por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	122
Cuadro 3a. Comparación de medias del peso seco de flores por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	123

Cuadro 4a. Comparación de medias del peso seco de frutos inmaduros por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	123
Cuadro 5a. Comparación de medias del peso seco de frutos por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	123
Cuadro 6a. Datos de las variables morfológicas a lo largo del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) de los 4 tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	124
Cuadro 7a. Datos de la concentración de macro y micronutrientes en las plantas, a lo largo del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) de los 4 tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	128
Cuadro 8a. Datos de rendimiento y extracción de nutrientes a lo largo del periodo de cosecha del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) de los 4 tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	130
Cuadro 9a. Acumulación de materia fresca y seca, y concentración de nutrientes de los frutos, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.). Chapingo, México, 1999-2000.....	135
Cuadro 10a. Análisis de varianza del contenido de N a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	135
Cuadro 11a. Análisis de varianza del contenido de N a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	135
Cuadro 12a. Análisis de varianza del contenido de N a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	136
Cuadro 13a. Análisis de varianza del contenido de N a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	136
Cuadro 14a. Análisis de varianza del contenido de N a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	136
Cuadro 15a. Análisis de varianza del contenido de N en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	136

Cuadro 16a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	137
Cuadro 17a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	137
Cuadro 18a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	137
Cuadro 19a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	137
Cuadro 20a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	138
Cuadro 21a. Análisis de varianza de la extracción total de N por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	138
Cuadro 22a. Análisis de varianza del contenido de P a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	138
Cuadro 23a. Análisis de varianza del contenido de P a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	138
Cuadro 24a. Análisis de varianza del contenido de P a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	139
Cuadro 25a. Análisis de varianza del contenido de P a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	139
Cuadro 26a. Análisis de varianza del contenido de P a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	139
Cuadro 27a. Análisis de varianza del contenido de P en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	139

Cuadro 28a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	140
Cuadro 29a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	140
Cuadro 30a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	140
Cuadro 31a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	140
Cuadro 32a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	141
Cuadro 33a. Análisis de varianza de la extracción total de P por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	141
Cuadro 34a. Análisis de varianza del contenido de K a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	141
Cuadro 35a. Análisis de varianza del contenido de K a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	141
Cuadro 36a. Análisis de varianza del contenido de K a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	142
Cuadro 37a. Análisis de varianza del contenido de K a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	142
Cuadro 38a. Análisis de varianza del contenido de K a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	142
Cuadro 39a. Análisis de varianza del contenido de K en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	142

Cuadro 40a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	143
Cuadro 41a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	143
Cuadro 42a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	143
Cuadro 43a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	143
Cuadro 44a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	144
Cuadro 45a. Análisis de varianza de la extracción total de K por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	144
Cuadro 46a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	144
Cuadro 47a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	144
Cuadro 48a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	145
Cuadro 49a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	145
Cuadro 50a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	145
Cuadro 51a. Análisis de varianza del contenido de Ca en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	145

Cuadro 52a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	146
Cuadro 53a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	146
Cuadro 54a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	146
Cuadro 55a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	146
Cuadro 56a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	147
Cuadro 57a. Análisis de varianza de la extracción total de Ca por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	147
Cuadro 58a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	147
Cuadro 59a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	147
Cuadro 60a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	148
Cuadro 61a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	148
Cuadro 62a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	148
Cuadro 63a. Análisis de varianza del contenido de Mg en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	148

Cuadro 64a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	149
Cuadro 65a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	149
Cuadro 66a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	149
Cuadro 67a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	149
Cuadro 68a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	150
Cuadro 69a. Análisis de varianza de la extracción total de Mg por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	150
Cuadro 70a. Análisis de varianza del contenido de B a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	150
Cuadro 71a. Análisis de varianza del contenido de B a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	150
Cuadro 72a. Análisis de varianza del contenido de B a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	151
Cuadro 73a. Análisis de varianza del contenido de B a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	151
Cuadro 74a. Análisis de varianza del contenido de B a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	151
Cuadro 75a. Análisis de varianza del contenido de B en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	151

Cuadro 76a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	152
Cuadro 77a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	152
Cuadro 78a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	152
Cuadro 79a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	152
Cuadro 80a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	153
Cuadro 81a. Análisis de varianza de la extracción total de B por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	153
Cuadro 82a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	153
Cuadro 83a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	153
Cuadro 84a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	154
Cuadro 85a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	154
Cuadro 86a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	154
Cuadro 87a. Análisis de varianza del contenido de Cu en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	154

Cuadro 88a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	155
Cuadro 89a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	155
Cuadro 90a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	155
Cuadro 91a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	155
Cuadro 92a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	156
Cuadro 93a. Análisis de varianza de la extracción total de Cu por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	156
Cuadro 94a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	156
Cuadro 95a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	156
Cuadro 96a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	157
Cuadro 97a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	157
Cuadro 98a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	157
Cuadro 99a. Análisis de varianza del contenido de Fe en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	157

Cuadro 100a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	158
Cuadro 101a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	158
Cuadro 102a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	158
Cuadro 103a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	158
Cuadro 104a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	159
Cuadro 105a. Análisis de varianza de la extracción total de Fe por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	159
Cuadro 106a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	159
Cuadro 107a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	159
Cuadro 108a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	160
Cuadro 109a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	160
Cuadro 110a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	160
Cuadro 111a. Análisis de varianza del contenido de Mn en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	160

Cuadro 112a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	161
Cuadro 113a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	161
Cuadro 114a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	161
Cuadro 115a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	161
Cuadro 116a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	162
Cuadro 117a. Análisis de varianza de la extracción total de Mn por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	162
Cuadro 118a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 161 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	162
Cuadro 119a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 203 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	162
Cuadro 120a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 245 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	163
Cuadro 121a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 287 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	163
Cuadro 122a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 329 dds en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	163
Cuadro 123a. Análisis de varianza del contenido de Zn en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	163

Cuadro 124a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	164
Cuadro 125a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	164
Cuadro 126a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	164
Cuadro 127a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	164
Cuadro 128a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	165
Cuadro 129a. Análisis de varianza de la extracción total de Zn por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	165
Cuadro 130a. Análisis de varianza del área foliar a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	165
Cuadro 131a. Análisis de varianza del área foliar a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	165
Cuadro 132a. Análisis de varianza del área foliar a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	166
Cuadro 133a. Análisis de varianza del área foliar a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	166
Cuadro 134a. Análisis de varianza del área foliar a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	166
Cuadro 135a. Análisis de varianza del área foliar a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	166

Cuadro 136a. Análisis de varianza del área foliar a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	167
Cuadro 137a. Análisis de varianza del área foliar a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	167
Cuadro 138a. Análisis de varianza del área foliar a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	167
Cuadro 139a. Análisis de varianza del área foliar a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	167
Cuadro 140a. Análisis de varianza del número de hojas a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	168
Cuadro 141a. Análisis de varianza del número de hojas a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	168
Cuadro 142a. Análisis de varianza del número de hojas a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	168
Cuadro 143a. Análisis de varianza del número de hojas a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	168
Cuadro 144a. Análisis de varianza del número de hojas a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	169
Cuadro 145a. Análisis de varianza del número de hojas a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	169
Cuadro 146a. Análisis de varianza del número de hojas a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	169
Cuadro 147a. Análisis de varianza del número de hojas a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	169
Cuadro 148a. Análisis de varianza del número de hojas a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	170

Cuadro 149a. Análisis de varianza del número de hojas a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	170
Cuadro 150a. Análisis de varianza de la altura a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	170
Cuadro 151a. Análisis de varianza de la altura a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	170
Cuadro 152a. Análisis de varianza de la altura a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	171
Cuadro 153a. Análisis de varianza de la altura a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	171
Cuadro 154a. Análisis de varianza de la altura a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	171
Cuadro 155a. Análisis de varianza de la altura a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	171
Cuadro 156a. Análisis de varianza de la altura a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	172
Cuadro 157a. Análisis de varianza de la altura a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	172
Cuadro 158a. Análisis de varianza de la altura a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	172
Cuadro 159a. Análisis de varianza de la altura a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	172
Cuadro 160a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	173

Cuadro 161a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	173
Cuadro 162a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	173
Cuadro 163a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	173
Cuadro 164a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	174
Cuadro 165a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	174
Cuadro 166a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	174
Cuadro 167a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	174
Cuadro 168a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	175
Cuadro 169a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	175
Cuadro 170a. Análisis de varianza de materia seca a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	175
Cuadro 171a. Análisis de varianza de materia seca a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	175
Cuadro 172a. Análisis de varianza de materia seca a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	176
Cuadro 173a. Análisis de varianza de materia seca a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	176

Cuadro 174a. Análisis de varianza de materia seca a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	176
Cuadro 175a. Análisis de varianza de materia seca a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	176
Cuadro 176a. Análisis de varianza de materia seca a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	177
Cuadro 177a. Análisis de varianza de materia seca a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	177
Cuadro 178a. Análisis de varianza de materia seca a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	177
Cuadro 179a. Análisis de varianza de materia seca a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	177
Cuadro 180a. Análisis de varianza del primer corte de frutos (256 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	178
Cuadro 181a. Análisis de varianza del segundo corte de frutos (263 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	178
Cuadro 182a. Análisis de varianza del tercer corte de frutos (275 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	178
Cuadro 183a. Análisis de varianza del cuarto corte de frutos (282 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	178
Cuadro 184a. Análisis de varianza del quinto corte de frutos (289 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	179
Cuadro 185a. Análisis de varianza del sexto corte de frutos (294 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	179

Cuadro 186a. Análisis de varianza del séptimo corte de frutos (301 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	179
Cuadro 187a. Análisis de varianza del octavo corte de frutos (308 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	179
Cuadro 188a. Análisis de varianza del noveno corte de frutos (316 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	180
Cuadro 189a. Análisis de varianza del décimo corte de frutos (337 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	180
Cuadro 190a. Análisis de varianza del onceavo corte de frutos (343 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	180
Cuadro 191a. Análisis de varianza del rendimiento total del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	180
Cuadro 192a. Análisis de varianza del peso seco total de los frutos del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	181
Cuadro 193a. Análisis de varianza de rendimiento total por unidad de superficie de los frutos del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	181
Cuadro 194a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	181
Cuadro 195a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	181
Cuadro 196a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	182
Cuadro 197a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	182

Cuadro 198a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	182
Cuadro 199a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	182
Cuadro 200a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	183
Cuadro 201a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	183
Cuadro 202a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	183
Cuadro 203a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	183
Cuadro 204a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 141 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	184
Cuadro 205a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	184
Cuadro 206a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	184
Cuadro 207a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	184
Cuadro 208a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	185
Cuadro 209a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	185
Cuadro 210a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	185

Cuadro 211a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	185
Cuadro 212a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	186
Cuadro 213a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	186
Cuadro 214a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 161 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	186
Cuadro 215a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	186
Cuadro 216a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	187
Cuadro 217a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	187
Cuadro 218a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	187
Cuadro 219a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	187
Cuadro 220a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	188
Cuadro 221a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	188
Cuadro 222a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	188

Cuadro 223a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 182 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	188
Cuadro 224a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 203 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	189
Cuadro 225a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 224 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	189
Cuadro 226a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 245 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	189
Cuadro 227a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 262 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	189
Cuadro 228a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 287 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	190
Cuadro 229a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 308 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	190
Cuadro 230a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 329 dds de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	190
Cuadro 231a. Comparación de medias del peso seco de la parte vegetativa de la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	191
Cuadro 232a. Temperaturas máximas y mínimas registradas de agosto 31 de 2000 a febrero 6 de 2001 en los invernadero de cristales del Departamento de Fitotecnia con un higrómetrografo, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner, Chapingo, México, 1999-2000.....	191
Cuadro 233a. Análisis de varianza de la extracción de N los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	193
Cuadro 234a. Análisis de varianza de la extracción de N los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	193

Cuadro 235a. Análisis de varianza de la extracción de P los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	194
Cuadro 236a. Análisis de varianza de la extracción de P los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	194
Cuadro 237a. Análisis de varianza de la extracción de K los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	194
Cuadro 238a. Análisis de varianza de la extracción de K los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	194
Cuadro 239a. Análisis de varianza de la extracción de Ca los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	195
Cuadro 240a. Análisis de varianza de la extracción de Ca los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	195
Cuadro 241a. Análisis de varianza de la extracción de Mg los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	195
Cuadro 242a. Análisis de varianza de la extracción de Mg los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	195
Cuadro 243a. Análisis de varianza de la extracción de B los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	196
Cuadro 244a. Análisis de varianza de la extracción de B los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	196
Cuadro 245a. Análisis de varianza de la extracción de Cu los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	196
Cuadro 246a. Análisis de varianza de la extracción de Cu los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	196
Cuadro 247a. Análisis de varianza de la extracción de Fe los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	197

Cuadro 248a. Análisis de varianza de la extracción de Fe los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	197
Cuadro 249a. Análisis de varianza de la extracción de Mn los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	197
Cuadro 250a. Análisis de varianza de la extracción de Mn los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	197
Cuadro 251a. Análisis de varianza de la extracción de Zn los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	198
Cuadro 252a. Análisis de varianza de la extracción de Zn los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	198
Cuadro 253a. Análisis de varianza de la extracción total de N en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	198
Cuadro 254a. Análisis de varianza de la extracción total de P en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	198
Cuadro 255a. Análisis de varianza de la extracción total de K en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	199
Cuadro 256a. Análisis de varianza de la extracción total de Ca en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	199
Cuadro 257a. Análisis de varianza de la extracción total de Mg en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	199
Cuadro 258a. Análisis de varianza de la extracción total de B en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	199
Cuadro 259a. Análisis de varianza de la extracción total de Cu en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	200

Cuadro 260a. Análisis de varianza de la extracción total de Fe en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	200
Cuadro 261a. Análisis de varianza de la extracción total de Mn en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	200
Cuadro 262a. Análisis de varianza de la extracción total de Zn en plantas de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.....	200

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación del contenido de N en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	68
Figura 2. Variación en la extracción de N durante el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	68
Figura 3. Variación del contenido de P en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	72
Figura 4. Variación en la extracción de P a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	72
Figura 5. Variación del contenido de K en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	75
Figura 6. Variación en la extracción de K a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	75
Figura 7. Variación en el contenido de Ca en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	78
Figura 8. Variación en la extracción de Ca a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	78
Figura 9. Variación del contenido de Mg en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	80
Figura 10. Variación en la extracción de Mg a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	80
Figura 11. Variación en el contenido de B en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	84

Figura 12. Variación en la extracción de B a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	84
Figura 13. Variación del contenido de Cu en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	86
Figura 14. Variación en la extracción de Cu a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	86
Figura 15. Variación del contenido de Fe en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	89
Figura 16. Variación en la extracción de Fe a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	89
Figura 17. Variación del contenido de Mn en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	91
Figura 18. Variación en la extracción de Mn a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	91
Figura 19. Variación del contenido de Zn en el cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	94
Figura 20. Variación en la extracción de Zn a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	94
Figura 21. Variación del área foliar en el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	100
Figura 22. Variación del número de hojas en el ciclo de cultivo del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	102
Figura 23. Variación de la altura de planta en el ciclo del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	103

Figura 24. Variación del diámetro del tallo en el ciclo del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	105
Figura 25. Variación de la acumulación de materia seca en el ciclo del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	107
Figura 26. Variación de la distribución relativa de la materia seca del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) a través del tiempo, con 50% de la concentración de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	108
Figura 27. Variación de la distribución relativa de la materia seca del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) a través del tiempo, con 75% de la concentración de la solución de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	108
Figura 28. Variación de la distribución relativa de la materia seca del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) a través del tiempo, con la concentración de 100% de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	108
Figura 29. Variación de la distribución de la materia seca del chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) a través del tiempo, con 125% de la concentración de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	108
Figura 30. Producción de frutos durante el periodo de cosecha del cultivo de chile manzano (<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.....	111
Figura 1a. Temperaturas máximas y mínimas registradas del 31 de agosto de 1999 al 6 de febrero de 2001 con un higrómetrografo, en los invernaderos de cristal del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, México.....	193

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile es de gran importancia socioeconómica y alimentaria en México (Laborde y Pozo, 1982), se llegan a cultivar 160 mil ha por año, por lo que es, después del jitomate, el cultivo hortícola más importante del país (SAGAR, 2000). El chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) es una de las cinco especies de chile que se siembran en el mundo (Martínez, 1999), aunque sólo se cultiva en América y es originario del sur de este continente (McLeod *et al.*, 1982; Rick, 1950). En general, recibe un manejo agronómico empírico, por lo que se obtienen rendimientos bajos y casi siempre es de autoconsumo. Se desarrolla en lugares fríos donde ningún otro chile prospera, característica que lo convierte en una especie hortícola de gran potencial.

En México las zonas de mayor producción se localizan en los estados de Michoacán, México, Morelos, Puebla y Veracruz que son áreas con altitudes de 1700 a 2400 msnm (Chávez, 1999; Rivera, 1996). El cultivo se realiza en pequeña escala, en huertos familiares y semicomerciales no mayores de cinco hectáreas. El chile manzano es cada vez más atractivo para los productores ya que su demanda en el mercado se ha incrementado en los últimos cinco años (Pérez y Castro, 1998).

Por otra parte, aunque en los últimos diez años se ha generado información referente a este cultivo, uno de los aspectos importantes por abordar, con la finalidad de aumentar los rendimientos por unidad de superficie, es el de la nutrición mineral. En esta ciencia se han efectuado experimentos para conocer la influencia de varias soluciones nutritivas sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas, así como para establecer sus extracciones nutrimentales. Las soluciones nutritivas que se empleen, deben contener los iones en una concentración suficiente para satisfacer a tiempo sus necesidades de agua y nutrimentos, y para ello es necesario el conocimiento de los periodos de mayor crecimiento y demanda de nutrimentos (Salisbury y Ross, 1994). Además, de que cada cultivo tiene requerimientos específicos y su demanda depende de la habilidad para absorber una cantidad de nutrimentos necesarios y así obtener una meta de producción determinada (Grageda, 1999).

Existen numerosos métodos para realizar diagnósticos nutrimentales con la finalidad de mantener al cultivo dentro de los niveles óptimos de concentración de nutrimentos. Entre los análisis que se pueden llevar a cabo durante el periodo de crecimiento esta el de análisis químico de la planta y el de diagnóstico visual, estos sirven para identificar desórdenes nutrimentales; además, de que al hacer un seguimiento de

las concentraciones a lo largo del cultivo se puede ajustar su disponibilidad en el suelo (Etchevers, 1997a y b). Para establecer si los datos obtenidos en los análisis realizados durante el ciclo del cultivo o en alguna fecha específica de éste se encuentran dentro de los intervalos de concentración óptima se debe contar con información previa que sirva como punto de referencia para determinar si el estado nutrimental es adecuado, si no se cuenta con ella, debe generarse a través de investigaciones sobre varios aspectos nutrimentales del cultivo.

De varios cultivares de *Capsicum annuum* L., se tiene conocimiento de las extracciones totales de macro y microelementos y se sabe que existen diferencias en las extracciones según variedades y formas de cultivo. También se ha registrado cual es el periodo de mayores requerimientos nutrimentales (Burgueño, 1995; Hedge, 1997; Núñez *et al.*, 1996; Rincón *et al.*, 1995). De los estudios realizados en esta especie por diversos investigadores, la fertirrigación nitrogenada es la que más se ha estudiado, en ellos se observan diferentes requerimientos de N del cultivo por diferencias en suelos, ambientes y prácticas de manejo que afectan el vigor de la planta, más específicamente por la variación en la disponibilidad del N en el suelo, en la eficiencia de absorción del fertilizante nitrogenado o en la demanda del nutrimento debido al factor genético (Carballo *et al.*, 1994; Harzt *et al.*, 1993; Olsen *et al.*, 1993; Payero *et al.*, 1990). En *C. annuum* también se cuenta con información sobre análisis de hojas y pecíolos en varias etapas fenológicas (Arcos *et al.*, 1994; Burgueño *et al.*, 1994; Grageda, 1999; Jones *et al.*, 1991; Martínez-Cañadas *et al.*, 1985; Piggott, 1988). pero no se cuenta con información de este tipo en chile manzano, por lo que es necesario evaluar la dinámica nutrimental en este cultivo a través del tiempo para conocer su demanda nutrimental en cada etapa fenológica y con ello establecer los periodos de mayor requerimiento nutrimental. Estos conocimientos pueden ser empleados, en el futuro, en las prácticas de fertilización para hacer más eficiente su uso e incrementar la productividad del cultivo.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

Generar información sobre la dinámica de absorción nutrimental del cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en condiciones de hidroponía, para conocer sus necesidades nutrimentales.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la extracción de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, B y Zn en la planta de chile manzano en condiciones de hidroponía, en cada etapa fenológica del cultivo.
- Establecer los intervalos de concentración de los nutrimentos en cada etapa fenológica de la planta.
- Evaluar el efecto de la disponibilidad de nutrimentos en cuatro concentraciones (50, 75, 100 y 125%) de la solución nutritiva universal de Steiner (SNUS) en el comportamiento de las variables morfológicas así como en el contenido y extracción de cada nutrimento a lo largo del ciclo de cultivo.

2.3. Hipótesis

- La dinámica de extracción de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, B y Zn así como las variables morfológicas (área foliar, altura de planta, diámetro del tallo principal, número de hojas, peso seco total) en el cultivo de chile manzano varían tanto por la etapa fenológica como por la concentración de los nutrimentos en la SNUS.
- Existe una concentración de SNUS óptima que proporciona mayor extracción de nutrimentos y se refleja en un incremento en el rendimiento.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El cultivo del chile

3.1.1. Generalidades sobre el cultivo del chile

En el pasado, las plantas del género *Capsicum* evolucionaron en el sur de Brasil y Bolivia, los pájaros fueron su principal medio de dispersión, lo que significó que hubieran aproximadamente 25 especies distribuidas en el continente en el tiempo en que los humanos llegaron al continente y empezaron a domesticar el cultivo. La domesticación de las principales especies ocurrió independientemente, *C. baccatum* y *C. pubescens* en los Andes, *C. annuum* en México, *C. frutescens* en América Central y *C. chinense* en la cuenca del Amazonas (González y Bosland, 1994).

El chile ha sido parte de la dieta humana desde aproximadamente 7500 años a.C. (MacNeish, 1964), era cultivado y utilizado como alimento en la dieta diaria de los pueblos americanos, conjuntamente con el maíz, frijol y calabaza constituía la base de su alimentación (García, 1983; Laborde y Pozo, 1982). En México, tiene una larga tradición cultural, existen restos arqueológicos de este cultivo en el valle de Tehuacan, Puebla, que datan de 7000 y 5000 a.C., por lo que se piensa que es uno de los primeros cultivos que se domesticaron en Mesoamérica (Laborde y Pozo, 1982).

Colón encontró en su primer viaje una planta cuyos frutos imitaban la pungencia de la pimienta negra, *Piper nigrum* L. y la llamó pimienta roja porque los frutos eran rojos. La planta no era pimienta negra, sino una planta desconocida que fue después clasificada como *Capsicum*, la cual se extendió a lo largo del siglo XVI por otros países de Europa y Asia, y poco después en África. La nueva especie, a diferencia de la mayoría de las solanáceas del hemisferio oeste se incorporó en las cocinas instantáneamente, constituyéndose en un cultivo de uso y distribución mundial (Bosland, 1996; Maroto, 1989). Es por esto que en la actualidad el chile domina el mundo de las especies picantes y crece en cualquier lugar del mundo, desde los trópicos hasta regiones templadas.

Existen más de 200 variedades de chiles, 100 de las cuales son originarias de México, Algunos son largos, estrechos y no más gruesos que un lápiz, mientras otros son rollizos y globulares, su color varía de amarillo a verde y de rojo a negro, varían en longitud desde los enormes de 30 centímetros hasta los

pequeños de 0.5 centímetros. Los chiles secos están disponibles todo el año y los chiles en fresco dependen de la variedad y época del año (Martínez, 1999).

Debido al alto valor de su producción y a la gran cantidad de mano de obra que se requiere en las labores de cultivo, la comercialización y el procesamiento, el chile es un cultivo de gran importancia económico-social para las regiones productoras de México. Después del jitomate esta hortaliza es la más importante en México. Anualmente se cosecha una superficie aproximada de 160 ha, misma que constituye aproximadamente el 30% del total de la superficie hortícola nacional (SAGAR, 2000), la principal explotación del cultivo se realiza en condiciones de riego, aunque existen áreas del país en las que se produce bajo temporal o humedad residual (Ramiro, 1992). Esta superficie tiene un volumen de producción de alrededor de un millón de toneladas de frutos frescos y 100 mil toneladas de productos deshidratados. Su amplio consumo es diversificado tanto en fresco como deshidratado, enteros o en polvo, también procesados en salsas o encurtidos en una infinidad de presentaciones. Es el producto agrícola en donde mayor número de empresas participan en su industrialización, desde las regiones con tecnología artesanal, hasta grandes empresas que elaboran productos de exportación (Pozo, s.a.).

Los chiles de mayor importancia por su área sembrada son el jalapeño (45,000 ha), guajillo o mirasol (33000 ha), ancho (30000 ha), serrano (16000 ha), pasilla (7000 ha) y habanero (1000 ha). Hay además un gran número de chiles regionales con una elevada demanda local (Skatic, chilpayas, pico de pájaro, serranito, de árbol, rayado, perón o manzano, coras, etc.) (Pozo, s.a.).

Entre los principales problemas que limitan la productividad del chile en todo el país se encuentran las enfermedades virales con daños que fluctúan del 20 al 50%, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales. También se tiene a las pudriciones de raíz que en algunas regiones causan la muerte del 40 al 50% de las plantaciones establecidas; siendo *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* los principales patógenos que se han encontrado asociados al problema (Pozo, s.a.). Otros factores que influyen en la rendimiento son una inadecuada nutrición del cultivo, deficiente uso del agua y presencia de heladas (Morales, 1999).

Los chiles cultivados en el mundo pertenecen a cinco especies: *Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. y *C. pubescens* Ruiz y Pavón. *Capsicum annuum*, cuyo nombre viene de anual, incluye a los comunes chiles dulces y chiles picantes como el jalapeño, el pasilla, el poblano, el serrano, etc. *C. baccatum*, que significa en forma de baya, incluye los ajies, como el ají amarillo, el ají verde y el inca, que se encuentran comúnmente en Sudamérica. *C. chinense*, cuyo nombre significa que

viene de China, incluye al famoso habanero o Scotch Bonnet, el cual se considera el más picante del mundo. *C. frutescens*, significa cerdoso o áspero, y aquí se incluyen los chiles tabasco (Martínez, 1999).

Capsicum pubescens, que quiere decir peludo, es la especie a la que pertenece el chile manzano o perón, y se caracteriza por presentar tallo pubescente, flores color violeta, frutos carnosos, picantes y aromáticos, de color rojo o amarillo y semillas de color negro (Laborde y Pozo, 1982). Otros nombres que recibe son: ciruelo y canario en México. Caballo, chamburato, perón, extranjero, chile bravo, siete caldos, bicha-jeta y mexicano en Guatemala. Peteñero en Honduras. Manzana, jalapeño y panameño en Costa Rica. Rocoto en Perú, Chile y Ecuador. Locoto en Bolivia. En Sudamérica también se le conoce como chile jutiapa, chile llata, levanta muertos y gringo huanuchi (Bederski, 2000).

3.1.2. Importancia del cultivo de chile manzano

El chile manzano se desarrolla en lugares fríos donde ningún otro chile prospera, ésta característica lo convierte en una especie con un alto potencial productivo para regiones que tienen altitudes de 1700 a 2400 msnm, sobre todo en los estados que se localizan en la parte central del país (Mosso, 1994; Pérez *et al.*, 1996); es por esto que la mayor zona de producción del cultivo se encuentra en los estados de Michoacán (zona de Pátzcuaro, Zitácuaro y Morelia), México (zona de Coatepec de Harinas y San Miguel Tlaixplan), Morelos, Puebla (sierra norte) y Veracruz (Jiménez, 1989). En estas zonas hay una demanda regional alta de chile manzano, su consumo cada día es mayor debido a la diversificación en sus formas de consumo, además su precio llega a ser el doble y en algunos casos el triple del que se paga por el chile serrano (Chávez, 1999), por estas razones se han incrementado las áreas y sistemas de producción de este cultivo (Pérez y Castro, 1998).

Para profundizar en el estudio de esta especie, en 1994 se creó en la Universidad Autónoma Chapingo el "Proyecto de producción y mejoramiento genético de chile manzano", el cual partió de una colecta de material criollo realizada en diversas partes del país, para su posterior clasificación y resguardo en el banco de germoplasma de especies nativas en la misma universidad (Juárez, 1998). Este proyecto de investigación ha abordado ya diversos puntos del cultivo del chile manzano como son sustratos, arreglo topológico, factores ambientales, aspectos de germinación y genéticos, entre otros.

3.1.3. Situación actual del cultivo del chile manzano

El chile manzano en la mayoría de los países donde se siembra recibe un manejo agronómico empírico y se obtienen rendimientos bajos. Se cultiva principalmente en huertos familiares, para autoconsumo. En las zonas subtropicales, las plantaciones se comportan como perennes y pueden permanecer productivas de cuatro a cinco años, aunque algunas plantas pueden desarrollarse de manera satisfactoria por 15 años (Werner, 2000). En Perú se realiza como cultivo anual debido a la fuerte incidencia de hongos que maltratan las plantas. Las zonas de producción son los valles andinos y se siembra todo el año. Con buena manipulación agrícola se llega a obtener un rendimiento de 200,000 frutos por hectárea (Ortiz y Delgado, 1990), si se considera que cada fruto pesa de 50 a 100 gramos, esto equivaldría a un rendimiento de 10 a 20 toneladas por hectárea.

En México, en la mayoría de los estados en donde se encuentra, generalmente se observa como cultivo de traspato, es decir, como plantas de huerto o jardín próximas a las casas. En los estados de México y Michoacán se presenta en pequeñas explotaciones comerciales; la producción se realiza en huertos semicomerciales, no mayores de cinco hectáreas, donde generalmente se le encuentra asociado con árboles frutales avejentados, como aguacates y duraznos, que le proporcionan sombra y sirven de tutores a las plantas. La producción dura aproximadamente dos años produciéndose por planta de tres a cinco kilogramos en promedio. El número de plantas en una hectárea es variable y depende del número de árboles frutales que existan en la parcela. Por lo mismo, este sistema de producción genera una producción que oscila entre cinco y siete toneladas por hectárea, dependiendo del manejo y de las condiciones del temporal (Pérez y Castro, 1998).

Con una producción intensiva de chile manzano con el uso de invernaderos, malla sombra, riego por goteo, solución nutritiva, entre otros componentes tecnológicos, a una densidad de 20,000 plantas por hectárea por año, se puede alcanzar un rendimiento de 80 toneladas por hectárea al año. En campo, la planta se puede asociar con maíz y manejarse bianualmente en caso de que no existan heladas severas; a una densidad de 8250 plantas por hectárea se puede obtener un rendimiento de cincuenta toneladas por año (Pérez y Castro, 1998)

Los principales problemas que presenta este cultivo y que no han permitido su expansión son sus requerimientos ambientales, el tiempo necesario para cosecha, y el hecho de que sólo se consumen frutos frescos y maduros, ya que por su carnosidad no pueden secarse o deshidratarse.

3.1.4. Estadísticas de Producción

En general la superficie de chile sembrada en los últimos años, 1990-1999, ha aumentado de aproximadamente 97 mil ha a 160 mil ha, pero para chile manzano los incrementos son menores, por ejemplo, en 1997 se sembraron 153716 ha de chile, de esta superficie sólo el 0.042% era de chile manzano, en 1998 fueron 162833 ha, y únicamente el 0.025% fue en chile manzano (SAGAR, 2000). Para 1999, se tienen 158253.12 hectáreas sembradas de chile, de ellas el 0.48% corresponden a chile manzano (SAGAR, 2000). En las estadísticas de la SAGAR (1993-2000), desde el anuario de 1992, hasta el más reciente de 1999, se observa que la superficie de siembra registrada de chile manzano es prácticamente la misma, con rendimientos casi iguales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estadísticas de la SAGAR sobre la superficie sembrada, producción y rendimiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.), durante los años 1992-1999.

Año	Estado	Superficie sembrada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton ha ⁻¹)
1992	México	51	357	7
	Michoacán	142	958	6.746
	Total	193	1315	6.873
1993	Michoacán	142	994	7
	Total	142	994	7
1994	México	51	408	8
	Michoacán	142	813	7
	Total	193	1221	6.5
1995	México	51	408	8
	Michoacán	38	229	6.026
	Total	89	637	7.013
1996	México	51	408	8
	Total	51	408	8
1997	México	40	320	8
	Michoacán	25	150	6
	Total	65	470	7
1998	México	40	320	8
	Total	40	320	8
	México	40	244	6.1
1999	Michoacán	36	160	4.44
	Total	76	404	5.27

Fuente: Tomado de SAGAR (1993-2000).

En estas estadísticas, sólo se toma en consideración las zonas de producción semicomercial de los estados de México y Michoacán, no se toma en cuenta a los demás estados en donde se encuentra, como

es el caso de Puebla, en donde se estiman 20 hectáreas en la sierra norte (Juárez, 1998). Además, únicamente se está considerando el área de cultivo bajo riego, quedando fuera la de temporal, que sería la de mayor superficie sembrada. Como se puede advertir, las estadísticas no reflejan un registro exacto de superficie y volumen de producción en el país, considerando que este chile se cultiva como planta de traspatio o en huertos frutales y son muy pocos los lugares donde se le maneja como un cultivo a mayor escala. Además, el rendimiento indica el manejo empírico que se le da al cultivo.

3.1.5. Consumo

El chile juega un importante papel en las cocinas de muchos lugares incluyendo África, China, India, Sudamérica, España y Tailandia (Epicurious Fodd, 2000). En México se estima que el consumo per cápita diario de chile es de 50 a 70 gramos y se ingiere en muy distintas formas (García, 1983).

Uno de los atributos más típicos de los chiles es su pungencia y debe ser considerada una de sus más importantes características. Algunos han argumentado que la pungencia debería ser uno de los cinco principales sabores sensoriales, junto con amargo, dulce, agrio y salado. La pungencia del chile es un atributo deseable en muchas comidas. En varias partes del mundo, la pungencia puede hacer que una comida nutritiva e insípida tenga buena aceptación (Bosland, 1996).

La pungencia es producida por los capsaicinoides, compuestos alcaloides que se encuentran sólo en plantas del género *Capsicum* (Hoffman *et al.*, 1983) y se producen en las glándulas de la placenta del fruto, las semillas no son la fuente de pungencia, ellas ocasionalmente absorben la capsaicina debido a su proximidad a la placenta (Bosland, 1996).

La pungencia del chile se expresa en Unidades Heat Scoville. La prueba organoléptica de Scoville fue la primera medición real de la pungencia de los chiles y data de 1912. Ahora, el método instrumental más común es la cromatografía líquida de alta resolución, esta prueba es un análisis preciso y eficiente del contenido y tipo de capsaicinoides presentes en una muestra de chile (Woodbury, 1980).

El contenido de capsaicinoides del fruto está influenciado por su edad, así como por la composición genética del cultivar, las condiciones ambientales y las de crecimiento. Los mejoradores pueden desarrollar cultivares con varios grados de pungencia. También, los productores pueden controlar la pungencia por la cantidad de estrés con la cual ellos someten sus plantas (Lindsay y Bosland, 1995),

debido a que cualquier tipo de estrés aplicado a la planta del chile incrementará la cantidad del nivel de capsaicinoides en los frutos (Bosland, 1996).

Para los frutos de chile manzano se han registrado 30,000 a 60,000 unidades Scoville (Bowers, 1997), valores que lo hacen uno de los chiles de mayor pungencia a nivel mundial. Los capsaicinoides que presenta en mayor proporción (76 a 86%) son la capsaicina y la hidrocapsaicina en una relación 1:1.5. La hidrocapsaicina se encuentra en una proporción más alta en esta especie en comparación con *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense*. Quizá sea esta una de las características que influye en su sabor característico. El aroma que desprende el fruto es producto de una combinación de esteres de cinco y seis carbonos, alcoholes, ácidos carboxílicos, prazina y terpenos, entre otros componentes. Los frutos de chile manzano proporcionan un alto potencial de estimulación cuando se agrega a los alimentos, a través de la salivación, calor, ardor en la boca y la sensación que permanece después de la ingestión, esta es una las razones principales de su demanda (Chávez, 1999).

Se consumen exclusivamente frutos frescos y maduros, ya que por su carnosidad no pueden secarse o deshidratarse (Laborde y Pozo, 1982), los frutos maduros solo se conserva por diez días; contrariamente a lo que ocurre con frutos de otras especies de chile cuya deshidratación es relativamente fácil (Chávez, 1999). Por esto, generalmente se usa comúnmente en salsas y como sazónador en platillos de vegetales y carnes. Aunque también se puede procesar en vinagre, en México la empresa JOSMAC en Coatepec de Harinas, Estado de México, produce chiles manzano en vinagre, los productos tienen presentaciones de 200, 300 y 400 gramos y pueden ser rajas y rodajas acompañadas de nopales, zanahorias o solos (Chávez, 1999).

En varios países sudamericanos y en Miami se vende una salsa envasada de varias marcas de chile manzano con agua y sal. En Perú, es el principal condimento de la comida de esas regiones, se le utiliza seco para utilizarse en salsas y pastas, también como estimulante digestivo, sazónador, antioxidante de carnes, etc. En este país se utiliza de forma deshidratada y es un recurso de gran aprovechamiento para su industrialización y menor pérdida con relación al fruto fresco (Werner, 2000)

En cuanto a su contenido nutrimental, el chile es rico en vitaminas y minerales, su contenido en vitamina C es el más alto de todas las especies hortícolas (Huerres y Caraballo, 1988). Contiene más vitamina C que un limón o naranja, aun cuando se cocine, no pierde más de un tercio del total de vitamina C, pero si además se seca, entonces pierde la vitamina completamente. El chile también contiene vitamina A, B1, E, P y K aunque en pequeñas cantidades, y es alto en antioxidantes, cuando se secan su contenido

de vitamina A aumenta 100 veces. Los chiles rojos son una buena fuente de beta caroteno. (Caselton, 2000). En el Cuadro 2, se presentan las diferencias en composición nutrimental entre *Capsicum pubescens* y *C. annuum*, se observa que el chile manzano es superior a los otros chiles en cuanto a contenido de fibra, Ca, P, Fe y riboflavina.

Cuadro 2. Composición nutritiva de *Capsicum annuum* L.* y *Capsicum pubescens* R. y P.** en 100 g de peso.

Componente	<i>C. annuum</i>				<i>C. pubescens</i>
	Chile dulce verde	Chile dulce maduro (rojo)	Chile picante verde	Chile picante maduro (rojo)	
Agua (%)	93.4	90.70	88.80	80.3	20.7 -93.1 g
Prótidos (g)	1.2	1.40	2.30	2.3	0.8 -6.7
Grasas	0.2	0.30	0.20	0.4	
Hidratos de carbono (g)	4.8	7.10	9.10	15.8	5.3 -63.8
Fibra (g)	1.4	1.70	1.80	2.3	1.4 -23.2
Cenizas (g)	0.4	0.50	0.60	1.2	0.6-7.1
Calcio (mg)	9.0	13.00	10.00	16.0	7 -116
Fósforo (mg)	22.0	30.00	25.00	49.0	31 -200
Hierro (mg)	0.7	0.60	0.70	1.4	1.3 -15.1
Sodio (mg)	13.0	---	---	25.0	---
Potasio (mg)	213.0	---	---	564.0	---
Vitamina A (UI)	420.0	4450.00	770.00	21600.0	---
Tiamina (mg)	0.08	0.08	0.09	0.1	0.03 -1.09
Riboflavina (mg)	0.08	0.08	0.06	0.2	0.07 -1.73
Niacina (mg)	0.5	0.50	1.70	2.9	0.75 -3.3
Ácido ascórbico (mg)	128.0	204.00	235.00	369.0	14.4 -157.5
Valor energético (cal)	22.0	31.00	37.00	65.0	23-233
Caroteno (mg)	---	---	---	---	0.03 -25.2
Capsicina (mg)	---	---	---	---	150 -335
en 10 g de peso					

Fuentes: Tomado de *Maroto, 1989; **Werner, 2000.

La sensación de calor creada por la capsicina de los chiles se debe a la irritación de las células trigeminales, que son receptoras del dolor localizadas en la boca, nariz y estómago. Las neuronas sensoriales liberan la sustancia P, un mensajero químico neuropéptido que le indica al cerebro acerca de dolor o inflamación en la piel. Un consumo repetido de chile picante reduce o agota a los nervios de la sustancia P, lo cual es la razón de por qué la gente eventualmente adquiere una tolerancia a la capsicina y puede comer comida cada vez más picante. Cuando se aplica localmente para tratar el dolor de piel, la capsicina "provoca una explosión del neuropéptido sustancia P" y esto es lo que causa la sensación inicial de quemado. El uso repetido de la capsicina también impide a las terminaciones nerviosas producir más sustancia P, así nuevas señales de la piel disminuyen mucho o se eliminan completamente mientras la

capsicina es aplicada; cuando se concluye el tratamiento con capsicina, la sustancia P almacenada vuelve a la normalidad (DeWitt, 1998a).

Una inquietud común es que los chiles picantes causan úlceras, pero no hay evidencia de que lo hagan. Investigaciones en áreas donde el chile se usa ampliamente en la cocina, como Brasil y Tailandia no han encontrado una incidencia alta de úlceras estomacales entre su población. En un estudio conducido en un hospital de la administración de veteranos, los investigadores molieron aproximadamente una onza de jalapeño y lo inyectaron directamente en el estomago de los voluntarios, las observaciones siguientes no mostraron daño en el recubrimiento de sus estómagos, los chiles picantes no agravan o causan hemorroides como se piensa, la sustancia "picante" se rompe antes de que alcance o llegue al intestino inferior (DeWitt, 1998a).

Las aplicaciones medicas de los capsaicinoides han creado ideas innovadoras para su uso. El empleo médico de *Capsicum* tiene una larga historia, data desde los mayas, quienes lo usaron para tratar asma, tos y dolor de garganta. La industria farmacéutica usa la capsicina como un bálsamo de aplicación externa para la irritación (Carmichael, 1991), para dolores musculares y para aliviar el dolor (Bosland, 1996). La capsicina es un anticoagulante que podría ayudar a prevenir ataques de corazón. Desde 1982 existen más de 2,000 estudios científicos publicados describiendo los beneficios médicos del chile. Estos incluyen tratamientos para asma, artritis, formación de coágulos de sangre, dolores de cabeza, erupciones de *Zoster* y quemaduras severas. Además ayuda en el movimiento peristáltico del intestino, en la circulación, reduce la presión arterial y ayuda al cuerpo a deshacerse del colesterol (DeWitt, 1998a).

En la actualidad se están encontrando nuevos usos del chile. Por ejemplo, la compañía Black Mountain Brewing en Arizona desarrollo una cerveza con chile. La idea fue producir una cerveza picante o condimentada para un restaurante mexicano local. La idea funcionó, ahora la compañía de cerveza es una de las 20 micro-cervecerías vendedoras en los Estados Unidos. Se ha probado como un repelente para ratones y como ingrediente activo en los aerosoles contra asaltos (Bosland, 1996).

La industria del chile tiene un mercado en expansión en la dieta de consumo, al mismo tiempo el chile también esta siendo muy importante para fabricar otras comodidades del hombre. El chile llegara a ser más importante como colorante de comida y este puede ser su principal uso en el futuro (Bosland, 1996).

3.1.6. Origen y distribución

El centro de origen de *Capsicum pubescens* esta en discusión, para algunos se encuentra en las elevaciones medias de Bolivia (McLeod *et al.*, 1982) y para otros es en los Andes (este y oeste de Perú) (Rick, 1950) y Bolivia y Ecuador son centros secundarios de diversidad a partir de donde se distribuyó al resto del continente (Pickergill, 1971).

Se desconoce su forma ancestral y poco se conoce sobre sus parientes silvestres. *Capsicum cardenasii* y *C. eximium* son morfológicamente y taxonómicamente las especies más cercanas a *C. pubescens* (Jensen *et al.*, 1979), con las cuales puede formar híbridos, estos presentan frutos pequeños muy semejantes a los de *C. pubescens*, los cuales se han observado con cierta frecuencia en Bolivia, y pueden considerarse como los progenitores silvestres de *C. pubescens* (Eshbaugh, 1974). Sin embargo, hay varias ideas sobre sus progenitores ya que para algunos *C. pubescens* se originó de *C. eximium*, para otros *C. pubescens* y *C. eximium* divergen de un ancestro común (McLeod *et al.*, 1982).

Probablemente se domesticó aproximadamente en el año 6000 a.C., y fue una de las primeras especies domesticadas en América, siendo el chile más común durante el imperio Inca, como lo es ahora en la ciudad de Cuzco (DeWitt, 1998b).

Se piensa que se introdujo a América Central y México en tiempos posteriores al descubrimiento de América, ya que no fue mencionado por los historiadores de la época de la conquista (Heiser, 1969), en México se introdujo en los inicios del siglo XX (Eshbaugh, 1975), hay reportes sobre la presencia de *C. pubescens* para 1938, como frutos que se reunieron en el Distrito Federal (Heiser y Smith, 1948); y frutos colectados en Tlatlauquitepec, Puebla, y comprados en el mercado de Xochimilco, D.F. (Heiser y Smith, 1953). En 1934 se indica como una de las solanáceas mexicanas del género *Capsicum* (Bravo, 1934).

La distribución geográfica de *C. pubescens* está determinada fundamentalmente por las condiciones ambientales en que crece, requiere condiciones semejantes a las de su lugar de origen, por esto se encuentra en zonas con climas templados a fríos (Chávez, 1999).

En Perú se localiza en la región este y oeste de los Andes en elevaciones de 1800 a 3000 msnm, en esas regiones se localizan plantas de hasta 15 años de edad (Rick, 1950). En Bolivia se localiza en lugares con altitud de 1500 a 3000 msnm. En Ecuador se localiza de 2800 a 3000 msnm, en la región central del país (McLeod *et al.*, 1982). En Costa Rica, estos frutos son conocidos ampliamente en el centro

del país (Heiser, 1969). En Guatemala, el chile manzano está ampliamente distribuido en altitudes de 1800 a 2500 msnm (Bravo, 1934).

En México se cree que la introducción ocurrió en el Altiplano central, en el estado de Veracruz y en el Distrito Federal (Bravo, 1934), y en tiempos recientes se supone fue introducido a Chiapas, aunque no se había registrado en esa región (Chávez, 1999). El cultivo tiene una amplia distribución, seguramente existen plantas de chile manzano en todas las regiones con altitudes entre 1600 y 2900 m, no obstante que se cultiven como planta de traspatio (Rivera, 1996). Se distribuye en los estados de Michoacán, Morelos, Estado de México, Puebla, Veracruz, Hidalgo, Querétaro, algunas zonas de Guanajuato y en Jalisco en algunas regiones vecinales a Michoacán, en áreas ubicadas más al norte no se cultiva y en algunos casos ni se conoce. En la Sierra Madre de Oaxaca o Alta Mixteca este cultivo también es muy familiar, en Chiapas es común encontrarlo en los municipios de la Meseta Central. En los estados de Guerrero, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, no se cultiva pues predominan altitudes menores a 1500 metros. En resumen, el chile manzano se distribuye en México regularmente desde Michoacán hasta Chiapas, excepto Guerrero, en zonas con elevaciones mayores a 1500 msnm y sobre todo en climas templados y semifríos (Chávez, 1999).

En Estados Unidos, aunque sólo las especies *Capsicum annuum* y *Capsicum frutescens* tienen importancia comercial (Monsour, 1998) y el chile manzano no crece comercialmente (Mohotta-Mo Betta, 1999), se tiene información sobre la introducción de este cultivo en Texas y en San Francisco, en el norte de California (Edwards, 1997). También se tienen reportes de cultivarse en Australia en huertos.

3.1.7. Clasificación taxonómica y descripción botánica

El género *Capsicum* es un miembro de la familia Solanácea que incluye al tomate, la papa, el tabaco y la petunia. Su clasificación taxonómica es la siguiente (INBIO, 1997):

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>Capsicum pubescens</i> R. y P.

El género *Capsicum* es endémico del hemisferio oeste y consiste de aproximadamente 22 especies silvestres y cinco domesticadas (Bosland, 1994).

Capsicum pubescens presenta un tallo leñoso, con hábito de crecimiento compacto y/o erecto, de color verde y en los primeros nudos presenta una coloración purpúrea, la ramificación es pseudodicotómica, tiene abundante velloso o pubescencia. La hoja es simple, oblonga, de borde liso y excesivamente vellosa. La flor es hermafrodita, de color violeta y raramente blanca, de centro blanco, con cáliz y corola fusionados. El fruto en estado inmaduro es verde y maduro puede ser amarillo, rojo o naranja, la placentación es axilar, su forma varía dependiendo del número de lóculos, cuando son dos tiene forma de perón y cuando tiene tres o cuatro son acampanado o en forma de manzana (Rivera, 1996). En Sudamérica se presenta la mayor variación en coloración de frutos en estado maduro: blanco, rojo, amarillo con dos intensidades, rojo-naranja, naranja y café-chocolate, entre otros (Bravo, 1934; McLeod *et al.*, 1982; Rick, 1950). Las semillas son de color negro, con el borde ligeramente ondulado, con 5 mm de diámetro, 430 semillas pesan un gramo y aproximadamente 50 semillas se encuentran en un lóculo (Rivera, 1996). Su número cromosómico es $2n = 24$. No hay polinización cruzada con otras especies, así se reduce la diversidad genética de esta especie (Caselton, 2000).

3.1.8. Requerimientos ambientales

La temperatura óptima del chile manzano es de 16.5 a 21.5°C, con un umbral mínimo de -4.2°C y un umbral máximo de 38.5°C. (Mosso, 1994). Se adapta a lugares fríos, florece y fructifica a temperaturas de 5 a 15°C, puede tolerar heladas, siempre y cuando no se forme escarcha (Laborde y Pozo, 1982). A temperaturas menores de 5°C se detiene el crecimiento y a mayores de 35°C se provoca el aborto de las flores; en zonas de baja altitud y altas temperaturas las plantas difícilmente sobreviven o bien producen pocos frutos, con un número de semillas escaso o nulo (Chávez, 1999). A temperaturas de 5 a 12°C su germinación es lenta. Un desarrollo vegetativo ideal se da entre 5 a 12°C en el día y 16 a 18°C de noche (Mosso, 1994).

El chile manzano se sabe que es poco exigente en intensidad luminosa, porque está adaptado a bajos niveles de luminosidad (Juárez, 1999). Se ha determinado que con 30% de sombra tiene buen crecimiento de tallos y ramificaciones (Rojas, 1997). Para obtener una mayor producción de frutos, la mejor combinación de los factores ambientales es una temperatura de 20°C, 30% de sombra y 80% de

humedad. La mejor combinación para obtener mayor número de frutos es de 20°C, 0% de sombra y 80% de humedad (Juárez, 1999).

Los requerimientos ambientales del chile manzano varían al compararlos con los indicados para *Capsicum annuum*, porque estas plantas demandan más calor para su desarrollo. En general, en el cultivo de *C. annuum* se obtiene un crecimiento vegetativo óptimo a temperaturas que varían de 20 a 26°C (Huerres y Caraballo, 1988), su desarrollo óptimo se produce a temperaturas diurnas de 20 a 25°C y a temperaturas nocturnas de 16 a 18°C, por debajo de los 15°C su desarrollo se ve afectado y deja de crecer a partir de los 10°C (Maroto, 1989).

3.1.9. Fenología del cultivo

La fenología se refiere al conjunto de fenómenos biológicos como floración, fructificación, letargo, etc., que ocurren en diferentes etapas del desarrollo (ciclo biológico) de las plantas y que están ajustados a cierto ritmo biológico (Escalante y Kohashi, 1993).

La importancia de las etapas fenológicas radica en que se pueden establecer los periodos de mayor crecimiento, mayor producción de biomasa y mayor demanda de nutrientes. Las tasas de absorción de nutrientes serán más fácilmente delimitadas de acuerdo a una escala biológica visible, y darán una relativa facilidad para su aplicabilidad con fines de nutrición de cultivos, independientemente del enfoque de fertilización (Morales, 1999).

En el cultivo de chile pueden delimitarse claramente las siguientes fases fenológicas: germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y madurez fisiológica (Morales, 1999).

En el chile manzano, Domínguez y García (1997) establecieron que el ciclo biológico dura aproximadamente 295 días, y las fases fenológicas que se presentan son: germinación-emergencia (12 días- 12 días después de siembra), tercera hoja verdadera (27 días, 39 dds), bifurcación (105 días, 144 dds), aparición de brotes laterales (37 días, 181 dds), floración (24 días, 205 dds). Hasta aquí consideran que se presentó el periodo de incrementos crecientes, hasta los 199 dds. De aquí en adelante se presenta el periodo de incrementos máximos, que incluye a las fases de fructificación (18 días, 223 dds) y madurez fisiológica del fruto (72 días, 295 dds).

3.2. Nutrición mineral

Los avances científicos en nutrición vegetal y fertilización han revolucionado la producción de los cultivos. Casi el 50% de la gran producción de maíz y otros cereales, así como el mejoramiento en la calidad del cultivo y valor nutrimental, puede atribuirse a los fertilizantes comerciales. La ciencia de la nutrición comenzó aproximadamente hace 150 años con los experimentos clásicos de Liebig, Lawes y Gilbert, de Saussure entre otros, y es una de las grandes esperanzas para solucionar la crisis mundial de alimentos (Gardner *et al.*, 1985). La nutrición mineral incluye el suministro, absorción y utilización de los nutrimentos esenciales para el crecimiento y producción de los cultivos (Fageria *et al.*, 1997).

Las plantas superiores al ser autótrofas, son los únicos organismos que pueden sintetizar todas las sustancias que requieren, incluyendo aminoácidos, hormonas y vitaminas, si se les proporcionan los elementos minerales esenciales junto con dióxido de carbono y agua (Gardner *et al.*, 1985; Salisbury y Ross, 1994).

3.2.1. Elementos minerales esenciales

De los elementos naturales que se conocen, 90 de ellos se han encontrado en diversas plantas, incluyendo oro, plomo, mercurio, arsénico y uranio; muchos de éstos no se consideran esenciales para su crecimiento y su existencia probablemente se debe a que las raíces absorben algunos elementos que existen en forma soluble. Las plantas tienen la habilidad de poder seleccionar la cantidad de los diversos iones que absorben, normalmente esta absorción no es directamente proporcional a la cantidad de nutrimentos que existe, ellas pueden variar la habilidad de seleccionar cada uno de los iones en particular (Fageria *et al.*, 1997; Resh, 1992; Salisbury y Ross, 1994.).

Un elemento debe cumplir cada uno de los tres criterios de Arnon para ser considerado esencial en el crecimiento de las plantas: 1) la planta no podrá completar su ciclo de vida en la ausencia del elemento, 2) la acción del elemento debe ser específica y ningún otro elemento puede sustituirlo completamente, 3) el elemento deberá estar directamente implicado en la nutrición de la planta, esto es, ser un constituyente de un metabolito o ser necesaria su presencia para la acción de una enzima esencial y no ser simplemente la causa de que otros elementos sean más fácilmente asimilables, o ser un antagonista de un efecto tóxico de otros elementos (Resh, 1992).

Solamente 17 elementos están considerados como esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas. Estos están divididos en macronutrientes (macroelementos), aquellos requeridos en gran cantidad por las plantas y micronutrientes (elementos menores, traza u oligoelementos), aquellos que son requeridos en menor cantidad (Salisbury y Ross, 1994).

Los macronutrientes incluyen al carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) azufre(S) y magnesio (Mg); los micronutrientes son hierro (Fe), cloro (Cl), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y níquel (Ni) (Salisbury y Ross, 1994). Todos los nutrientes son igualmente importantes para el crecimiento vegetal (Fageria *et al.*, 1997).

Las variaciones en la cantidad de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento normal de una planta son grandes. Los requerimientos cuantitativos dependen del cultivo, el nivel de producción y el nutriente en particular. Por ejemplo en base a átomos se requieren aproximadamente 60 millones de veces más de H que de Mo, en moles 60 miles más. C, H y O se requieren en toneladas por hectárea por los cultivos vegetales; N, P, K, S, Ca y Mg en decenas y cientos de kilogramos por hectárea y los micronutrientes en gramos por hectárea (Gardner *et al.*, 1985).

Tres elementos, C, H y O se obtienen del aire o agua y componen aproximadamente el 95% de la planta. Mientras que los otros nutrientes se encuentran en forma iónica en la solución del suelo, con carga positiva (catión) o negativa (anión) y son normalmente absorbidos por medio de las raíces ya sea de la solución del suelo o por intercambio de contacto. La absorción de los minerales puede ser un proceso activo o pasivo (Alpi y Tognoni, 1991; Fageria *et al.*, 1997; Grageda, 1999).

Los elementos esenciales en ocasiones se han clasificado funcionalmente en dos grupos: los que participan en la estructura de un compuesto importante y los que tienen una función activadora de enzimas. No existe una distinción clara entre estas funciones, ya que varios elementos forman parte estructural de enzimas esenciales y ayudan a catalizar las reacciones químicas en las que participan. C, O y H son los ejemplos más claros de elementos que realizan ambas funciones. La mayoría de los micronutrientes son esenciales en especial debido a que activan enzimas (Salisbury y Ross, 1994).

Todos los elementos en su forma soluble, ya sea libres o unidos de manera estructural a compuestos esenciales, realizan otra función al contribuir a los potenciales osmóticos y por consiguiente ayudan a desarrollar la presión de turgencia que se necesita para mantener la forma y la velocidad de crecimiento, así como para mantener determinados movimientos dependientes de la presión (la apertura de los

estomas y los movimientos circadianos de las hojas). A este respecto son dominantes y abundantes los iones potasio libres (Salisbury y Ross, 1994).

Aunque la mayoría de las plantas requieren solamente estos 17 elementos esenciales (Salisbury y Ross, 1994), algunas especies pueden necesitar otros para su crecimiento normal, algunos de estos elementos son silicio, aluminio, cobalto, vanadio, sodio y selenio (Gardner *et al.*, 1985).

3.2.2. Carbono, hidrógeno y oxígeno

Carbono, hidrógeno y oxígeno, son los elementos que se encuentran en todos los compuestos orgánicos de las plantas. Los carbohidratos (CH_2O) constituyen la estructura básica o esqueleto de las plantas y son la fuente de energía metabólica, dentro de ellos se incluyen a numerosos ácidos orgánicos (precursores de los aminoácidos), azúcares simples y complejos, polímeros de azúcares, como almidón, celulosa y hemicelulosa. En peso, aproximadamente el 45, 6 y 43% de una planta está compuesta de C, H y O, respectivamente. Por ello, más del 90% del peso seco o rendimiento del cultivo se deriva del aire y del agua (Fageria *et al.*, 1997; Gardner *et al.*, 1985; Resh, 1992).

El carbono es absorbido en la forma de CO_2 de la atmósfera y posiblemente en la forma de HCO_3^- de la solución del suelo. Estos compuestos son asimilados por carboxilación, con la formación de grupos carboxílicos, donde el CO_2 se fija mediante la fotosíntesis. El proceso inverso donde se libera CO_2 es también muy común y se conoce como descarboxilación (Mengel y Kirkby, 1982).

La incorporación de C esta acompañada por la asimilación simultánea de O, porque no sólo C sino CO_2 y HCO_3^- son metabolizados (Mengel y Kirkby, 1982). El oxígeno forma parte de la mayoría de los compuestos orgánicos, solamente unos pocos compuestos orgánicos, como el caroteno, no lo contienen. También da lugar al intercambio de aniones entre las raíces y el medio exterior. Es receptor terminal del H^+ en la respiración aerobia (Resh, 1992).

El H se absorbe en la forma de agua de la solución del suelo o en condiciones de humedad de la atmósfera. En el curso de la fotosíntesis el H_2O se reduce y el H es transferido a través de una serie de pasos hasta reducir a la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP^+) a NADPH. Esta es una enzima de importancia universal en los procesos de oxido-reducción ya que el H del NADPH puede ser transferido a una gran cantidad de compuestos diferentes y es clave en las relaciones de energía de las células

(Mengel y Kirkby, 1982). El hidrógeno juega un papel central en el metabolismo de la planta, es muy importante en el intercambio de cationes en las relaciones planta-suelo y en los balances iónicos (Fageria *et al.*, 1997; Resh, 1992).

3.2.3. Nitrógeno

El nitrógeno es el elemento mineral absorbido por las plantas en mayor cantidad y es el nutrimento más limitante en la producción de la mayoría de los cultivos. Es constituyente de aminoácidos, enzimas, proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas, amidas, fosfolípidos, bases púricas, algunas vitaminas, la clorofila, etc. Los aminoácidos tienen N unido al carbono α de su molécula y se pueden unir en miles de combinaciones por enlaces peptídicos, resultando en moléculas de alto peso molecular, las proteínas. Las enzimas contienen largas cadenas de moléculas proteicas más un grupo no proteico reactivo que generalmente es un micronutrimento. El N es esencial en la división y expansión celular, por tanto en el crecimiento. La adenina es una base púrica con N en el anillo y es parte de muchos nucleótidos y nucleoproteínas, como ADN y ARN. El N también es constituyente de una multitud de compuestos llamados alcaloides, que no son metabolitos esenciales y se cree sirven como compuestos que almacenan N (Fageria *et al.*, 1997; Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991).

Aunque el N inorgánico puede acumularse en forma de nitrato, el N orgánico predomina en las plantas como proteínas de alto peso molecular. En el tejido verde, las proteínas representan aproximadamente el 80 a 85%, los ácidos nucleicos el 10% y el N amino soluble el 5% del N total (Mengel y Kirkby, 1986). En los cloroplastos de las células foliares, el 75% del N-orgánico se encuentra como proteínas enzimáticas (Marschner, 1986). En relación a las funciones proteicas es necesario distinguir entre proteínas enzimáticas, proteínas de almacenamiento y proteínas estructurales (Mengel y Kirkby, 1982).

El nitrógeno consiste del 1.5 a 6% del peso seco de muchos cultivos con valores de suficiencia de 2.5 a 3.5% en tejido foliar. Los valores críticos varían considerablemente dependiendo de la especie del cultivo, etapa de crecimiento y parte de la planta. Las concentraciones más altas se encuentran en las hojas nuevas, el N-total de la planta normalmente disminuye con la edad de la planta o cualquiera de sus partes. El nitrógeno, como el nitrato, se puede acumular en concentraciones considerables (más de 1000 mg kg⁻¹) en el tejido conductivo (pecíolos y tallos) durante el periodo vegetativo de crecimiento. Los cultivos con altos rendimientos contienen de 56 a 560 kg de N ha⁻¹ (Jones *et al.*, 1991).

Una deficiencia de N limita la división y expansión celular, el desarrollo de los cloroplastos, la concentración de clorofila y la actividad enzimática. Las células foliares son más pequeñas como resultado de una disminución en la conductividad hidráulica, que causa un déficit de agua en la expansión de las láminas foliares. Se producen plantas débiles y enanas, con crecimiento lento, que maduran precozmente, con rendimientos y calidad significativamente bajos. Los síntomas iniciales y más severos se ven en las hojas más antiguas, donde las proteínas se hidrolizan y el N es translocado como aminoácidos de los tejidos viejos a las porciones en crecimiento activo de la planta. La proteólisis resulta en un colapso del cloroplasto, con una disminución en el contenido de clorofila y el amarillamiento de las hojas, por eso las plantas presentan un follaje de color verde claro a amarillo. La reducción en el crecimiento de la planta puede causar la acumulación de azúcares y en algunas especies, el tallo, los peciolo y la superficie de las hojas se tornan de color púrpura debido a la formación de antocianinas (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Marschner, 1986; Mengel y Kirkby, 1982).

Las plantas con exceso de N tienen un follaje más abundante de color verde oscuro, que es susceptible a enfermedades y a la invasión de insectos. Las plantas tienen un sistema muy reducido de raíces y por consiguiente una elevada proporción parte aérea-raíz, son susceptibles a estrés por sequía y los cultivos de frutos pueden fracasar en producción. Los frutos producidos son de calidad pobre. En varios cultivos la floración y formación de semillas se retrasa (Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994).

El nitrógeno existe en el suelo como el anión nitrato (NO_3^-) o el catión amonio (NH_4^+). La absorción de ambas formas está influenciada por el pH del suelo, la temperatura y la presencia de otros iones en la solución del suelo, debido a estos factores, el NO_3^- es el ión predominantemente absorbido por los cultivos vegetales (Gardner *et al.*, 1985). La absorción ocurre contra un gradiente electroquímico, lo que indica que el NO_3^- es absorbido activamente (Mengel y Kirkby, 1982). La asimilación de N dentro de las moléculas orgánicas depende de la reducción de NO_3^- por la enzima nitrato reductasa en los tejidos vegetales (Gardner *et al.*, 1985).

El N se transloca de la raíz a las partes superiores de la planta en el xilema. La forma en que se transloca depende de la fuente de absorción de la raíz. Casi todo el NH_4^+ absorbido es asimilado en el tejido de la raíz y redistribuido como aminoácidos, principalmente glutamato y glutamina. El nitrato puede translocarse sin alteraciones a los brotes y hojas pero esto depende del potencial de reducción del nitrato de las raíces. Generalmente en la savia del xilema el 70 a 80% de aminoácidos presentes son ricos en nitrógeno (glutamina, asparagina), estos transportan el N con una mínima cantidad de C (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.4. Fósforo

El fósforo es un constituyente de los compuestos que transfieren energía (forma enlaces ricos en energía en metabolitos importantes como ATP, ADP, AMP y PPi), del sistema de información genética (ADN y ARN), de las membranas celulares (fosfolípidos), fosfoproteínas, aminoácidos y ciertas coenzimas (Alpi y Tognoni, 1991; Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994).

El fósforo nunca es reducido en las plantas, en las que permanece como fosfato, ya sea libre o unido a formas orgánicas como ésteres (Salisbury y Ross, 1994). Las formas orgánicas son compuestos en los que el ortofosfato está esterificado con grupos hidroxilo y alcoholes o unidos por un enlace pirofosfato a otro grupo fosfato, los fosfatos orgánicos son principalmente compuestos intermediarios del metabolismo. El fosfato se une también a compuestos lipofílicos particularmente en derivados fosfatidil (fosfolípidos), como lecitina y colina, compuestos esenciales en las membranas biológicas. El fosfato inorgánico aparece como ortofosfato en los tallos principales y pecíolos de hojas de las partes que están activamente en crecimiento y en menor medida como pirofosfato. La mayor parte del fosfato presente en las raíces, tallos y hojas está en forma inorgánica. La proporción de P inorgánico del total de P es mayor en las hojas viejas. Las hojas jóvenes contienen relativamente altas cantidades de P orgánico en la forma de ácidos nucleicos y fosfolípidos (Mengel y Kirkby, 1982).

La principal función del fosfato en el metabolismo es la formación de enlaces pirofosfato que permiten la transferencia de energía. El compuesto más importante en el que el fosfato está unido por enlaces pirofosfato es el ATP, adenosintrifosfato, en esta forma la energía puede ser transportada a varios procesos endergónicos como la absorción de iones y la síntesis de varios compuestos orgánicos. El uridil trifosfato (UTP), citidil trifosfato (CTP) y guanil trifosfato (GTP) son compuestos análogos al ATP. El UTP se requiere para la síntesis de sacarosa y calosa, CTP para la síntesis de fosfolípidos y GTP para la formación de celulosa. Todos estos nucleótidos trifosfato también están involucrados en la síntesis de ARN y ADN (Mengel y Kirkby, 1982).

El fósforo consiste del 0.15 a 1.0% del peso seco de muchos cultivos con valores de suficiencia entre 0.2 a 0.4% en hojas recientemente maduras. Los valores críticos son normalmente menores a 0.2% (cuando es deficiencia) y mayores a 1.0% (cuando está en exceso). Los cultivos con alta producción contienen de 17 a 84 kg de P/ha (Jones *et al.*, 1991).

Como el P es un elemento móvil en la planta, los síntomas de deficiencia ocurren inicialmente en los tejidos más viejos. Se desarrollan plantas débiles, enanas, con crecimiento lento, que pueden tener un color verde oscuro y las hojas más viejas con una pigmentación púrpura por una acumulación de antocianinas. El tamaño pequeño y el color verde oscuro de las laminas de las hojas son el resultado de una insuficiente expansión celular y un correspondiente gran número de células por unidad de superficie. La deficiencia de fósforo inhibe la tasa de crecimiento foliar durante el día y tiene poco efecto en la noche, esta diferencia día/noche es una respuesta de la disponibilidad limitada de agua para la expansión celular durante el día, causada por una baja conductancia del sistema radical debido a la deficiencia, quizá por una disminución en la elasticidad de la pared celular de la raíz. A menudo se atrasa la madurez de las plantas (Jones *et al.*, 1991; Marschner, 1986; Salisbury y Ross, 1994).

Si se proporciona fósforo en exceso, el crecimiento de la raíz con frecuencia se incrementa en relación con el crecimiento de la parte aérea (Salisbury y Ross, 1994). Un exceso aparece principalmente en la forma de una deficiencia de un micronutriente, siendo Zn o Fe los primeros elementos en ser afectados (Jones *et al.*, 1991).

El fósforo se libera en la solución del suelo con la descomposición de los residuos de cultivos y microorganismos. El fosfato dihidrogenado (H_2PO_4^-) y el fosfato monohidrogenado (HPO_4^{2-}) son dos de las formas aniónicas, dependiendo del pH del suelo (Jones *et al.*, 1991). Usualmente el fosfato se presenta en concentraciones bajas en la solución del suelo, las raíces lo absorben de forma activa y en la planta se presenta en una concentración mucho mayor (Gardner *et al.*, 1985), esto es se absorbe por las células contra un gradiente de concentración. Los incrementos en la tasa de absorción del fosfato están asociados con una alta actividad metabólica. Se supone que esta absorción es mediada por acarreadores, puede que haya uno o más sistemas acarreadores. La tasa de absorción del fosfato es dependiente del pH, esta disminuye rápidamente con incrementos de pH (Mengel y Kirkby, 1982).

El fosfato absorbido por las células vegetales rápidamente llega a estar involucrado en los procesos metabólicos. El fosfato es rápidamente movilizado en la planta y puede ser translocado en dirección hacia arriba o abajo. Las hojas jóvenes son suministradas no sólo por el fosfato tomado por las raíces, sino también del fosfato que se encuentra en las hojas viejas. A veces, el fosfato puede ser parcialmente retranslocado a las hojas viejas, a través del floema. También el P inorgánico está presente en la savia del floema en concentraciones substanciales indicando que juega un papel importante en el transporte del floema (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.5. Potasio

El potasio está presente en forma soluble en las vacuolas de las células y en todos los tejidos donde son más activas las divisiones celulares. No tiene funciones estructurales, ya que no es constituyente de moléculas importantes. Su principal función bioquímica es la activación de varios enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además de algunas necesarias para la formación de almidón y proteínas. En la mayoría de los casos el K es el catión más eficiente en efectuar esta activación. Para que se de la activación enzimática se requieren concentraciones de aproximadamente 2 mM, eso significa que aún bajo condiciones de deficiencia de K⁺ hay suficiente para la activación máxima. El K⁺ tiene un efecto benéfico en la síntesis de ATP, como éste se requiere para numerosas reacciones de síntesis, el K⁺ puede indirectamente promover la síntesis de varios compuestos orgánicos como proteínas, azúcares y polisacáridos (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Mengel y Kirkby, 1982).

El K está involucrado en mantener el estado de agua de la planta y la presión de turgencia de sus células e interviene en la apertura y cierre de los estomas, por lo que las plantas bien alimentadas con potasio pierden poca agua, incrementan el potencial osmótico y en ellas se influye favorablemente el cierre estomático. La poca pérdida de agua es debido a la reducción en la tasa de transpiración, que depende del potencial osmótico de las células del mesófilo y de la apertura y cierre de los estomas, mecanismo que dependen completamente del flujo de K⁺. En los tejidos jóvenes el K⁺ es indispensable para obtener una turgencia celular óptima que se requiere para la expansión celular (Mengel y Kirkby, 1982).

Hay un efecto claro del K⁺ en la tasa de asimilación de CO₂, promueve la síntesis de novo de la enzima ribulosa bifosfato carboxilasa y disminuye la resistencia difusiva del CO₂ en el mesófilo. La asimilación del CO₂ es paralela a un incremento en la fotorespiración y una disminución en la respiración (Mengel y Kirkby, 1982).

El K⁺ también sirve para balancear las cargas de los aniones y tiene influencia en su absorción y transporte. Participa en la fotosíntesis por aumentar directamente el crecimiento, el índice de área foliar y la apertura estomática (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994). Aumenta la translocación de fotosintatos recientemente sintetizados y tiene un efecto benéfico en la movilización del material almacenado, parece que el K⁺ está involucrado en el proceso de carga del floema, donde despolariza parcialmente a la membrana, aumentando la actividad de la ATPasa (Mengel y Kirkby, 1982).

El potasio consiste del 1.0 a 5.0% del peso seco del tejido foliar recientemente maduro con valores de suficiencia de 1.5 a 3.0%. El contenido de potasio se considera deficiente o en exceso cuando los valores críticos son menores a 1.5% o mayores a 3.0%, respectivamente. Cuando es un exceso se pueden exceder los niveles de suficiencia 2 o 3 veces. A veces la suficiencia puede llegar a ser de 6 a 8% en el tejido de tallos de algunos cultivos vegetales. Las concentraciones más altas se encuentran en las hojas más jóvenes, sus peciolo y los tallos de la planta. Los cultivos con altos rendimientos contienen de 56 a 560 kg de K/ ha (Jones *et al.*, 1991).

Las deficiencias de K se presentan fácilmente. Las plantas son sensibles a la infestación de enfermedades, las hojas más antiguas, donde aparecen primero los síntomas de deficiencia, se miran como si se hubieran quemado a lo largo de los márgenes y puntas; además, se produce la caída prematura de hojas y frutos o malformación de éstos, según el cultivo. La producción y calidad de los frutos se reduce (Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994).

Las plantas con un exceso de K tendrán una deficiencia en Mg y posiblemente de Ca, Mn, Zn o Fe debido a un desequilibrio nutrimental. Es más probable que ocurra primero una deficiencia en Mg (Jones *et al.*, 1991).

El K se absorbe en la forma del catión monovalente K^+ (Gardner *et al.*, 1985), es un proceso activo y sucede principalmente durante el crecimiento vegetativo de la planta y si esta disponible, hasta en cantidades de lujo (Fageria *et al.*, 1997). La alta tasa de absorción infiere que es un fuerte competidor en la absorción de otras especies de cationes como H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+ . El transporte de K^+ es principalmente acropétalo, en dirección a los meristemos de la planta. La razón por la cual es preferentemente transportado a los tejidos meristemáticos jóvenes no se conoce, pero se han postulado relaciones de síntesis de proteínas, tasa de crecimiento y suministro de auxinas (Mengel y Kirkby, 1982).

La redistribución del K de los órganos viejos a los jóvenes es la regla, éste es el nutrimento más móvil de la planta, constituye el 80% de los cationes encontrados en el floema (Gardner *et al.*, 1985). Los órganos vegetales principalmente suministrados con savia del floema, como hojas jóvenes, tejido meristemático y frutos carnosos son por lo tanto altos en K^+ . En las células viejas el K^+ importado es sólo ligeramente superior al exportado, el cual se redistribuye a las hojas secundarias y más jóvenes. Es obvio que las hojas jóvenes son suministradas con K^+ originario de las hojas más viejas. A veces la translocación puede ser en contra de fuertes gradientes eléctricos y químicos (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.6. Azufre

La mayor parte del azufre en las plantas se encuentra en las proteínas, específicamente en los aminoácidos cisteína y metionina (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994), la cisteína es el primer compuesto orgánico estable de S que se forma en las células. La cistina se forma por la oxidación de dos moléculas de cisteína, la reacción sirve como un sistema redox que puede liberar átomos de H dependiendo de las condiciones metabólicas prevalecientes, bajo condiciones de reducción el equilibrio se alcanza a favor de la cisteína mientras en condiciones de oxidación se forma cistina, este sistema funciona como donador o aceptor de H (Mengel y Kirkby, 1982).

El S está presente en todos los centros activos de las enzimas SH; forma parte de las vitaminas tiamina (B₁) y biotina, la coenzima A, el péptido glutatión, la ferredoxina y en los glucósidos, como el aceite de mostaza que contribuyen al olor y sabor característico de plantas de las familias Cruciferae y Liliaceae (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994). La biotina esta asociada con la fijación de CO₂ y las reacciones de descarboxilación, aunque no parece ser un grupo prostético de las enzimas que fijen el CO₂. El S es un elemento del anillo tiazol que es componente de la tiamina, ésta puede presentarse como vitamina libre o pirofosfatada, las plantas contienen principalmente la forma libre. La tiamina pirofosfatada actúa como una coenzima en la descarboxilación del piruvato a acetaldehído, la base de estas reacciones es la disponibilidad del anillo tiazol para unir y activar los grupos aldehído (Mengel y Kirkby, 1982).

El sistema redox del glutatión es análogo al sistema cisteína/cistina. Debido a su gran solubilidad en el agua el sistema redox del glutatión es más importante en el metabolismo que el sistema redox cisteína/cistina. El glutatión reducido sirve como un buffer sulfidrilo que mantiene los residuos de cisteína de las proteínas en forma reducida. La forma oxidada del glutatión puede ser reducida por NAPH (así forma un enlace S-S de SH:SH) (Mengel y Kirkby, 1982).

Las ferredoxinas son un grupo de proteínas no hemo de S y Fe con un potencial redox altamente negativo. La forma oxidada se reduce al aceptar un electrón expulsado de la clorofila en las reacciones de luz de la fotosíntesis. La forma reducida es la última fuente del poder reductor para la reducción del CO₂ en las reacciones oscuras de la fotosíntesis. También sirven como donadores de electrones en la reducción del S, reducción de N₂ y síntesis de glutamato (Mengel y Kirkby, 1982).

Una de las principales funciones del S en las proteínas polipeptídicas y enzimas es la formación de enlaces disulfuro (enlace S-S) de dos grupos SH, la formación de un enlace disulfuro puede servir como un enlace covalente entre dos cadenas polipeptídicas o entre dos puntos de una sola cadena, estabilizando la estructura del polipéptido. Otra función de los grupos SH en el metabolismo es su participación directa en las reacciones enzimáticas, aunque no todos los grupos SH de las enzimas son activos (Mengel y Kirkby, 1982).

El contenido de azufre en el tejido foliar varía de 0.15 a 0.5% del peso seco. Los valores del contenido de S-total varían en cada cultivo y etapa de crecimiento. Las plantas con altos rendimientos pueden contener de 11 a 90 kg de S ha⁻¹ (Jones *et al.*, 1991).

En algunas especies el azufre no se redistribuye con facilidad a partir de tejidos maduros, por lo que la deficiencia casi siempre se nota primero en las hojas más recientes. Sin embargo, en otras especies la mayor parte de las hojas se vuelven cloróticas casi al mismo tiempo, incluso las hojas más antiguas primero. Los frutos son de color verde-claro y no son suculentos. Las raíces son más largas que las normales y los tallos se vuelven más gruesos. Los síntomas de deficiencia de S pueden confundirse con síntomas de deficiencia de N, porque ambas se expresan como achaparramiento y amarillamiento general de la planta y tallos delgados; aunque el S es móvil en la planta, la redistribución de las hojas viejas a las jóvenes no es tan pronunciado en S como en N y el quemado de las hojas inferiores no ocurre comúnmente (Gardner *et al.*, 1985 Jones *et al.*, 1991; Salsibury y Ross, 1994).

Como síntomas de un exceso de S puede ocurrir una senescencia prematura de hojas y una reducción en el crecimiento y tamaño de las hojas. Algunas veces, las zonas entre los nervios amarillean o se presenta una clorosis general en todas las hojas y acaban por secarse (Jones *et al.*, 1991).

Más del 90% del azufre disponible existe en la materia orgánica del suelo. El anión sulfato (SO_4^{2-}) es la principal forma disponible que se encuentra en la solución del suelo. A pH alto del suelo (>7.0) el S puede precipitarse como sulfato de calcio (CaSO_4), mientras a pH bajo (<4.0) el anión sulfato puede ser adsorbido por aluminio y óxidos de hierro (Jones *et al.*, 1991). El azufre se absorbe por las raíces como ión sulfato y en pequeñas cantidades por las hojas como SO_2 (Alpi y Tognoni, 1991). Como el N, todas las formas oxidadas deben ser primero reducidas enzimáticamente antes de ser asimiladas por la planta (Mengel y Kirkby, 1982). La reducción del sulfato en la raíz es muy pequeña, por lo que casi todo el sulfato absorbido es exportado, vía xilema, a las hojas donde es reducido. Las hojas importan la mayor parte del azufre requerido durante las primeras etapas de su desarrollo, una vez que alcanzan su madurez, el

sulfato que llega por la corriente de transpiración es exportado a otras regiones, previa transferencia al floema. Pequeñas cantidades de azufre orgánico, fundamentalmente glutatión, son también transportados por el floema, el glutatión constituye la forma principal de transporte de azufre orgánico desde las hojas hasta la raíz y zonas de crecimiento activo, donde es catabolizado para suministrar azufre reducido a dichos órganos (Maldonado, 1993).

3.2.7. Magnesio

El magnesio es el centro de la molécula de clorofila, específicamente se encuentra en el centro del anillo tetrapirrol y es necesario para la formación de otros pigmentos. Forma quelatos con ADP, ATP y varios ácidos orgánicos, por lo que es esencial en cientos de reacciones enzimáticas, durante la formación de DNA y RNA funciona como un puente entre las estructuras pirofosfatadas del ATP o ADP y la molécula de la enzima; la activación de la ATPasa por Mg^{2+} se produce por esta función de puente. El Mg activa a las enzimas de la fosforilación de la fotosíntesis y de la fosforilación oxidativa de la respiración, además de las fosfoquinasas y algunas deshidrogenasas y enolasas. Una reacción clave del Mg^{2+} es la activación de la ribulosa bifosfato carboxilasa, como consecuencia de esta activación el Mg^{2+} tiene un efecto favorable en la asimilación de CO_2 y procesos relacionados como producción de azúcar y almidón (Mengel y Kirkby, 1982). También interviene en el metabolismo de las grasas y de los compuestos fosforados (Alpi y Tognoni, 1991; Gardner *et al.*, 1985; Jones, 1991; Resh, 1992; Salisbury y Ross, 1994). Parece estabilizar las partículas ribosómicas en la configuración necesaria para la síntesis de proteínas y tiene un efecto estabilizante similar en la matriz del núcleo. La transferencia de amino del ARNt-aminoacil a la cadena polipeptídica probablemente también es activado por Mg^{2+} (Mengel y Kirkby, 1982). La fracción total del Mg de la planta asociada con la clorofila es relativamente pequeña, del 15 a 20%, aún en plantas deficientes en Mg la cantidad no excede el 30% (Mengel y Kirkby, 1982).

El contenido de magnesio de una planta varía entre 0.15 a 1.0% del peso seco del tejido foliar, con un valor de suficiencia de 0.25% en la mayoría de los cultivos. Los valores críticos de Mg varían entre cultivos, siendo menores para los cultivos de granos y más altos para legumbres y algunos cultivos vegetales y frutales. Los cultivos con altos rendimientos contienen de 11 a 196 kg de $Mg\ ha^{-1}$ (Jones *et al.*, 1991).

Las plantas deficientes en Mg exhiben un amarillamiento en las hojas o clorosis intervenal, que empieza en las hojas más viejas. Con una deficiencia mayor, los síntomas aparecen en las hojas más jóvenes, con el desarrollo de una necrosis cuando la deficiencia es severa (Jones *et al.*, 1991). En las

plantas la proporción de N proteico disminuye y aumenta la de N no proteico. También se inhibe la síntesis de proteínas por la disociación de los ribosomas en sus subunidades en la ausencia de Mg^{2+} (Mengel y Kirkby, 1982).

No hay síntomas específicos de toxicidad cuando el contenido es alto en el tejido vegetal ($>1.0\%$), pero se induce una deficiencia de Ca o K, un desequilibrio entre estos tres elementos puede reducir el crecimiento (Jones *et al.*, 1991).

Por lo general, este elemento existe como el catión Mg^{+2} en la solución del suelo y como Mg intercambiable en los coloides del suelo. Casi nunca es un factor limitante para el crecimiento vegetal, por lo general es el segundo catión en mayor concentración en el suelo en las formas soluble e intercambiable cuando el suelo tiene un pH ligeramente ácido a neutro. La absorción de Mg^{2+} es activa y pasiva, se ve favorecida por el ión NO_3 , pero es inhibida por los cationes NH_4 , K y Ca. El magnesio generalmente se absorbe en cantidades menores a las de Ca^{2+} o K^+ (Jones *et al.*, 1991; Mengel y Kirkby, 1982; Salisbury y Ross, 1994).

El transporte de Mg^{2+} es principalmente en la corriente de transpiración (Gardner *et al.*, 1985), es muy móvil en el floema y puede translocarse de los tejidos viejos a los jóvenes o al ápice. Como los frutos y tejidos de almacenamiento son dependientes del floema para su suministro mineral, estos son más altos en K y Mg que en Ca (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.8. Calcio

A menudo el calcio se encuentra precipitado como cristales de oxalato de calcio en las vacuolas y en algunas especies como carbonatos, fosfatos o sulfatos; éstas sales de calcio estabilizan a los ácidos orgánicos a niveles no tóxicos. El Ca en la pared celular está asociado con los grupos carboxilo libres de las pectinas, satura la mayoría de estos sitios y forma pectatos de calcio, que unen a las paredes primarias de las células adyacentes. El Ca se necesita para mantener la integridad de las membranas y para su permeabilidad, enlaza a los fosfolípidos entre sí o a proteínas de membrana. También se cree es esencial para la estructura de la matriz del núcleo de la célula. Activa a las enzimas unidas a la membrana y a algunas que participan en la mitosis, división y alargamiento celular. Las concentraciones bajas, casi micromolares, de Ca^{2+} en el citosol impiden la formación de sales de calcio insolubles a partir de ATP y otros fosfatos orgánicos. Gran parte de calcio en el citosol se une de manera reversible a una pequeña

proteína denominada calmodulina, esta unión cambia la estructura de la calmodulina de tal forma que activa a varias enzimas (Alpi y Tognoni, 1991; Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994; Mengel y Kirkby, 1982).

El contenido de Ca en las plantas varía entre 0.2 a 3.0% del peso seco en el tejido foliar, con valores de suficiencia de 0.30% a 1.0% en la mayoría de cultivos. Los valores críticos de Ca varían considerablemente entre cultivos, siendo los menores para los cultivos de grano y los mayores para algunos vegetales y la mayoría de los cultivos de frutales. Los cultivos con altos rendimientos contienen de 11 a 196 kg de Ca/ ha (Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994).

El calcio no es redistribuido a los tejidos jóvenes, no puede ser cargado en las células translocadoras del floema, por lo que los síntomas de deficiencia siempre son más pronunciados en ellos. Las zonas meristemáticas de raíces, tallos y hojas, en donde hay divisiones celulares, son los más susceptibles debido a que requieren de calcio para formar una nueva lámina media en la placa celular que surge entre las células hijas. El desarrollo de los tallos suele quedar inhibido y los extremos de la raíz pueden morir. Las hojas se rizan y sus márgenes se tornan oscuros, las hojas jóvenes se vuelven irregulares y pequeñas, con márgenes del mismo tipo y moteado de zonas necróticas, las hojas recién emergidas están pegadas en los márgenes. La calidad de los frutos se reduce, con una alta incidencia de pudrición apical y pudrición interna. El tejido conductor de la base de la planta se pudre, por lo que se reduce la absorción de agua y de los elementos esenciales (Alpi y Tognoni, 1991; Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994). La alteración en la permeabilidad de la membrana por una deficiencia de Ca influye en la retención de los compuestos celulares difusibles. La membrana se agujera y si la deficiencia progresa hay una desintegración general de la estructura de la membrana. Un contenido bajo de Ca en los órganos de almacenamiento induce una alta permeabilidad de la membrana que permite la difusión de solutos en estos tejidos. Esto es importante en frutos y órganos de almacenamiento que acumulan grandes cantidades de azúcares del floema (Mengel y Kirkby, 1982).

Un contenido excesivo de Ca produce una deficiencia en Mg o K, dependiendo de la concentración de estos dos elementos en la planta. No existen síntomas visibles. Normalmente suele estar asociado con un exceso de carbonato (Jones *et al.*, 1991).

El Ca existe como el catión Ca^{+2} en la solución del suelo y como Ca intercambiable en los coloides del suelo. Por lo general, es el catión con la concentración más alta en el suelo en las formas soluble e

intercambiable para suelos con pH alto (>8.0) (Jones *et al.*, 1991). Es absorbido como el catión bivalente Ca^{2+} y es un proceso pasivo (Gardner *et al.*, 1985).

Las plantas a menudo contienen un alto contenido de Ca, esto resulta de los altos niveles de Ca en la solución del suelo más que a la eficiencia del mecanismo de absorción del elemento de las células de la raíz. La absorción del ión puede ser deprimida por la presencia de otros cationes como K^+ y NH_4^+ que son rápidamente absorbidos por las raíces. El contenido de Ca de las plantas es en gran parte controlado genéticamente y es poco afectada por el suministro de Ca en el medio de la raíz, dado que la disponibilidad de Ca es adecuada para el crecimiento vegetal normal. Es el más inmóvil de los elementos esenciales y su transporte está restringido a un área justo detrás de la punta de las raíces, esto se ha explicado en términos de la estructura de la raíz y del desarrollo de la banda de Caspari, con la edad de la raíz la endodermis se suberiza e impide el movimiento radial del Ca. El movimiento del Ca de la corteza a la estela está restringido a la vía apoplástica que sólo es accesible en las raíces jóvenes no suberizadas. La translocación dentro de la planta es en la savia del xilema en dirección hacia arriba con la corriente de transpiración. En hojas el influjo de Ca claramente disminuye después de la madurez de la hoja, aún cuando se mantenga una transpiración constante. En plantas en crecimiento el Ca es translocado preferentemente hacia los ápices de los brotes aunque la tasa de transpiración aquí es mucho menor que en las hojas viejas. Es probable que este movimiento preferencial es inducido por la auxina AIA, que se sintetiza en el ápice del brote. El transporte basipétalo del AIA hace que el Ca^{2+} se transporte acropetalamente. La tasa de translocación de Ca^{2+} es muy baja debido al hecho de que es transportado en muy baja concentración en el floema. Como resultado de la baja concentración de Ca en el floema, todos los órganos vegetales que son proveídos con nutrientes por la savia del floema, como frutos y órganos de almacenamiento, son también bajos en Ca (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.9 Hierro

La función mejor conocida del Fe es en los sistemas enzimáticos en donde el grupo haem funciona como grupo prostético, en ellos el hierro tiene un papel similar al del Mg en la estructura de la clorofila. Estos sistemas enzimáticos incluyen a la catalasa, peroxidasa, la citocromo oxidasa y varios citocromos; la catalasa y la peroxidasa previenen la toxicidad del H_2O_2 , el citocromo participa en el transporte de electrones y la citocromo oxidasa en el paso terminal en la cadena respiratoria. Cuando el Fe es deficiente hay una reducción en la actividad de todas estas enzimas (Mengel y Kirkby, 1982).

Los cloroplastos contienen el 80% del Fe total de la planta. Una forma presente de Fe en los cloroplastos es la ferredoxina, una proteína de hierro no haem que participa en los procesos de oxidoreducción para la transferencia de electrones en la fotosíntesis. Además, el Fe se requiere para la reducción del nitrato (es parte de la nitrito y nitrato reductasa) y el sulfato, para la fijación de N_2 (es parte de la nitrogenasa) y la producción de energía (NADP) (Mengel y Kirkby, 1982).

En las plantas verdes hay una buena correlación entre el nivel de suministro de Fe y el contenido de clorofila, las plantas bien suministradas con Fe son altas en clorofila, no es parte de la clorofila, pero afecta sus niveles, debido a que es necesario en un paso en la síntesis de dicha molécula. La vía metabólica involucrada en la formación de clorofila es también operativa en la biosíntesis de haem, que origina haemoglobina, catalasa y peroxidasa. La posibilidad de que el Fe este involucrado en el metabolismo proteico se sospecha de los hallazgos de varios autores que han observado que con una deficiencia la fracción proteica disminuye simultáneamente con un incremento en el nivel de compuestos orgánicos solubles de N (Mengel y Kirkby, 1982). Se piensa que está involucrado en el crecimiento de los meristemas de la punta de las raíces. También actúa como portador de electrones en las proteínas y experimenta oxidación y reducción alternas, entre los estados Fe^{2+} y Fe^{3+} (Gardner *et al.*, 1985; Salisbury y Ross, 1994).

El contenido de Fe varía de 10 a 1000 $mg\ kg^{-1}$ de la materia seca, con valores de suficiencia variando entre 50 a 75 $mg\ kg^{-1}$. La mayor parte del Fe de la planta esta en la forma férrica (Fe^{+3}) como fósforoproteínas férricas, aunque el ión ferroso (Fe^{+2}) se cree es la forma metabólica activa (Jones, *et al.*, 1991).

La deficiencia de hierro reduce el número y tamaño de los cloroplastos y el síntoma típico es una clorosis intervenal de las hojas más jóvenes, parecida a la causada por deficiencia de magnesio, con la diferencia de estar situada en las hojas más antiguas. El hierro es altamente inmóvil en la planta y no se redistribuye, cuando la severidad de la deficiencia aumenta, la clorosis se extiende a las hojas más viejas, aunque la clorosis parece ser un problema más de metabolismo que de absorción (Gardner *et al.*, 1985; Jones, *et al.*, 1991).

El hierro se puede acumular en varios cientos de $mg\ kg^{-1}$ sin síntomas de toxicidad. La toxicidad produce un bronceado de las hojas con pequeños puntos cafés en las hojas (Jones *et al.*, 1991).

El hierro existe en el suelo como el catión férrico (Fe^{+3}) y el ferroso (Fe^{+2}). La forma ferrosa, cuya disponibilidad esta afectada por el grado de aireación del suelo, es la forma activa absorbida por las plantas. La disponibilidad del Fe inorgánico para las raíces depende de la capacidad de las raíces a bajar el pH y reducir Fe^{3+} a Fe^{2+} en la rizósfera. Las plantas con suficiente Fe pueden acidificar la rizósfera y liberar sustancias complejas de Fe, que aumentan su disponibilidad y absorción (Mengel y Kirkby, 1982; Gardner *et al.*, 1985; Jones, *et al.*, 1991).

La absorción de Fe esta muy influenciada por otros cationes. Hay efectos competitivos en la absorción de hierro con Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} y Zn^{2+} (Mengel y Kirkby, 1982). Se ha reconocido que los genotipos varían ampliamente en la eficiencia de absorber Fe. Las especies y cultivares que son grandes secretores de iones OH^{-} son ineficientes en absorber Fe (Gardner *et al.*, 1985; Jones, *et al.*, 1991). Después de absorberse el Fe no es en seguida movilizado entre los diferentes órganos vegetales, los tejidos jóvenes son dependientes de un suministro continuo de Fe del xilema y por aplicación foliar (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.10. Cloro

El descubrimiento del cloro como elemento esencial para la vida de las plantas es relativamente reciente y su papel está ligado al proceso de fotosíntesis, donde está involucrado en la evolución del oxígeno en el fotosistema II, también estimula la ruptura de la molécula de H_2O durante la fotosíntesis y es esencial para la división celular en las hojas. Como soluto osmóticamente activo, aumenta la presión osmótica celular, lleva a cabo la regulación estomática y aumenta la hidratación del tejido vegetal. Se le suponen otras funciones adicionales ya que se ven claros los efectos de su deficiencia en las raíces. En la planta en su mayor parte permanece en la forma de Cl^{-} , sin embargo, se han detectado más de 130 compuestos orgánicos en el reino vegetal que contienen cloro en cantidades traza. Uno de los más interesantes es el ácido 4-cloroindolacético, el cual parece ser una hormona natural tipo auxina (Alpi y Tognoni, 1991; Resh, 1992; Salisbury y Ross, 1994).

El contenido foliar de Cl varía de concentraciones bajas de 20 mg kg^{-1} en la materia seca a concentraciones en porcentajes. Casi todas las especies absorben de 10 a 100 veces más Cl del que necesitan (Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994).

Una planta deficiente de Cl exhibe marchitamiento, el desarrollo de la raíz es pobre y ésta se engruesa cerca de sus extremos. En las hojas los síntomas consisten en crecimiento reducido y desarrollo de manchones cloróticos y necróticos, a veces aparece un color bronceado (Jones *et al.*, 1991).

Un exceso de Cl causa en las hojas un amarillamiento prematuro, quemaduras en las puntas y márgenes y abscisión. Algunas veces las hojas pueden dividirse o se reducen en tamaño, el desarrollo de la planta es muy pobre (Jones *et al.*, 1991).

El cloro se presenta en el suelo como el anión Cl^- (Jones *et al.*, 1991), muy rara vez está ausente en la naturaleza, debido a su elevada solubilidad y disponibilidad en los suelos y también es transportado en el polvo o en pequeñas gotitas por el viento o la lluvia a las hojas en donde ocurre la absorción (Salisbury y Ross, 1994).

3.2.11. Boro

El boro es importante en el desarrollo y el metabolismo celular, al controlar el transporte de los carbohidratos en el floema y la formación de polisacáridos. También está implicado en la síntesis del uracilo, por esto participa en el metabolismo de los ácidos nucleicos (ARN) y en la síntesis de proteínas, por lo que se requiere de un suministro continuo de B para mantener la actividad meristemática en planta. El B está muy asociado con la germinación y crecimiento del polen y mejora la estabilidad del tubo polínico. Los requerimientos de B y Ca a menudo van de la mano, esto ha sugerido que el B puede necesitarse para la formación de la pared y para el metabolismo de los compuestos pécticos (Mengel y Kirkby, 1982; Gardner *et al.*, 1985).

En base a las especies vegetales, los requerimientos de boro pueden separarse en 3 grupos, contenido foliar de monocotiledóneas, 1 a 6 mg kg^{-1} ; dicotiledóneas 20 a 70 mg kg^{-1} y dicotiledóneas con sistema látex, 80 a 100 mg kg^{-1} . Tiende a acumularse en los márgenes foliares a concentraciones cinco o diez veces más altas que las encontradas en la lámina de las hojas (Jones *et al.*, 1991).

Las plantas deficientes en boro exhiben un crecimiento anormal en los tejidos meristemáticos, estos se pueden romper y degenerar formando grietas o ser enanos y pueden morir. Los tallos se vuelven quebradizos y a menudo mueren. Los vértices de las raíces se toman descoloridos y se hinchan. Los tejidos internos se desintegran o decoloran. Las hojas muestran síntomas variados, como engrosamiento,

brillantez, rizado, marchites y moteado clorótico, las hojas nuevas se amarillean, cesan de crecer y mueren, las venas principales se agrietan y decoloran (Jones *et al.*, 1991). Como el uracilo es un componente esencial del ARN, cuando el B está ausente, los ribosomas no se pueden formar, afectando la síntesis de proteínas. Si la síntesis de ácidos ribonucleicos, ribosa y proteínas son interrumpidos por la carencia de boro el proceso entero del crecimiento meristemático es perjudicado. El uracilo es precursor del uridin difosfato glucosa (UDG), una coenzima esencial en la formación de sacarosa que es la principal forma de azúcar de transporte, si su síntesis es inhibida la translocación de los asimilados formados en las hojas a otras partes de la planta también es afectada. Además, una deficiencia de B resulta en un aumento en la producción de calosa, que forma tapones que bloquean los poros de las placas cribosas que afectan el transporte del floema; también se reduce en gran parte la tasa de incorporación de P en los nucleótidos (Mengel y Kirkby, 1982).

En plantas pobremente suministradas con B, se acumula NO_3^- en las raíces, lo que ocasiona que las hojas y tallos muestren una inhibición en la síntesis de aminoácidos y en la reducción de NO_3^- . También se deprime la síntesis de citocininas y las auxinas se acumulan en los tejidos deficientes y quizá son responsables de necrosis en los puntos de crecimiento (Mengel y Kirkby, 1982). Un exceso de B causa que las puntas de las hojas se vuelvan amarillas, seguida por necrosis. Las hojas con el tiempo asumen una apariencia de quemadas y caen prematuramente (Jones *et al.*, 1991).

La mayor parte del B en el suelo existe en la materia orgánica del suelo, en la solución del suelo existe como el anión borato (BO_3^{3-}) (Jones *et al.*, 1991). La absorción de boro se cree es como ácido bórico no disociado y aunque se ha demostrado una pequeña cantidad de transporte activo, el transporte es pasivo vía la corriente de transpiración. Este movimiento explica el hecho de que las deficiencias siempre empiezan en los puntos de crecimiento. Es un elemento relativamente inmóvil en las plantas y frecuentemente su contenido aumenta de las partes inferiores a las superiores y se transporta con lentitud hacia fuera de los órganos floemáticos después de que llega a ellos por el xilema (Gardner *et al.*, 1985; Salisbury y Ross, 1994).

3.2.12. Zinc

El Zinc es un constituyente esencial de algunas enzimas, como la alcohol deshidrogenasa, ácido láctico deshidrogenasa, ácido glutámico deshidrogenasa y carbopeptidasa. El zinc y el cobre son constituyentes de la superóxido dismutasa, que produce la descomposición de los radicales de O_2^- que se

pueden producir del O_2 molecular (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994; Resh, 1992).

En algunos sistemas enzimáticos, el Zn^{2+} se parece al Mn^{2+} y Mg^{2+} en que produce la unión y conformación entre la enzima y el sustrato. Varias enzimas como la enolasa, son activadas en una forma más o menos similar por Mn^{2+} , Mg^{2+} y Zn^{2+} . El Zn activa específicamente a la anhidrasa carbónica, ésta enzima cataliza la reacción $H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$ y viceversa, está localizada en los cloroplastos y mejora la difusión de carbono orgánico en ellos; por su alta concentración en el estroma la enzima es capaz de proteger a las proteínas de la desnaturalización por cambios locales de pH asociados con la bomba de H^+ y la incorporación de CO_2 en la ribulosa 1,5 bifosfato (Mengel y Kirkby, 1982; Sharkey, 1993).

El Zn está muy involucrado en el metabolismo del N y en la formación de almidón. Se necesita para la síntesis de triptófano o del AIA a partir del triptófano. Hay una relación causal entre Zn, triptófano y AIA que puede influir en los procesos de crecimiento (Mengel y Kirkby, 1982).

El contenido de suficiencia de Zn varía de 15 a 50 $mg\ kg^{-1}$ en la materia seca de hojas maduras, en algunas especies la deficiencia no ocurre hasta que el contenido es alrededor de 12 $mg\ kg^{-1}$. Una cantidad de Zn de 1 a 2 $mg\ kg^{-1}$, puede ser suficiente para distinguir entre deficiencia y suficiencia. Algunas plantas pueden acumular varios cientos de $mg\ kg^{-1}$ de Zn sin daño alguno (Jones *et al.*, 1991). Un alto contenido de zinc puede inducir una deficiencia de Fe en muchas plantas, particularmente en aquellas sensibles al Fe (Jones *et al.*, 1991).

Las plantas deficientes en zinc son bajas en triptófano y ácido indolacético, presentando hojas pequeñas, abscisión temprana y en cierta forma se influye en el retraso en el crecimiento del tallo. Las hojas presentan bordes distorsionados y las nuevas una clorosis en las áreas intervenales, produciendo una apariencia de bandeado, lo que sugiere que el zinc participa en la formación de la clorofila o impide su destrucción (Salisbury y Ross, 1994). Con una mayor severidad de la deficiencia, las plantas se vuelven enanas y las hojas mueren y caen de la planta. En las ramas terminales ocurre un arrojamiento, por una reducción de la longitud de los entrenudos y del tamaño de las hojas (Jones *et al.*, 1991). Es posible que la deficiencia de Zn cause una disminución aguda en los niveles de ARN y del contenido de ribosomas de las células. Esta reducción en la síntesis de ARN conduce a la inhibición en la formación de proteínas mientras que la glucosa, N no proteínico y ADN aumentan relativamente, quizá los ribosomas que usualmente contienen cantidades substanciales de Zn lleguen a ser extremadamente inestables con una deficiencia de Zn (Mengel y Kirkby, 1982).

El zinc se absorbe como Zn^{2+} , a menudo a partir de quelatos de zinc, pero probablemente algo es de $ZnCl^+$ y $ZnOH^+$. La disponibilidad esta afectada por el pH del suelo (Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994). Fe, Mn y Cu son antagonistas a la absorción de Zn (Gardner *et al.*, 1985).

Hay un considerable desacuerdo en la literatura de si la absorción de Zn es activa o pasiva, aunque se sugiere que su absorción esta metabólicamente controlada. En las raíces el 90% del total de zinc puede ocurrir en los sitios de intercambio, adsorbido a las superficies de las paredes celulares en la corteza (Mengel y Kirkby, 1982).

La forma en que el Zinc es translocado de las raíces a las partes superiores no se conoce, pero se han detectado concentraciones mucho más altas en los exudados de xilema de plantas decapitadas de tomate y soya que en la solución de las raíces; aunque se acumula Zn en el tejido de la raíz, especialmente cuando el suministro es alto. El Zn no esta unido a ligandos estables como es el caso de Cu^{2+} , Ni^{2+} y Fe^{3+} . La movilidad del Zn en las plantas no es grande, en las hojas viejas puede llegar a ser muy inmóvil. La tasa de movilidad del Zn a los tejidos jóvenes es deprimida particularmente en las plantas deficientes de Zn (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.13. Cobre

El cobre está presente en diversas enzimas implicadas en los procesos de oxidación y reducción. Interviene en las reacciones de oxidación por sufrir una oxidación cíclica asociada en la transferencia de electrones ($Cu^{2+} \leftrightarrow Cu^+ + e^-$). En la oxidación de proteínas se supone que los átomos de Cu están presentes como una pareja $Cu^{2+}-Cu^{2+}$ que permite la transferencia de dos electrones a una molécula de oxígeno (Mengel y Kirkby, 1982).

La mayor parte del cobre se encuentra en los organelos, en los cloroplastos se presenta el 70 % del total de Cu de las hojas ya que es un constituyente de la proteína plastocianina (igual que Fe), que forma parte de la cadena de transporte electrónico uniendo los dos sistemas fotoquímicos de la fotosíntesis. También participa en la síntesis y estabilidad de la clorofila y otros pigmentos vegetales. Muchas enzimas que contienen Cu catalizan la reacción que reduce ambos átomos del oxígeno molecular, como la citocromo oxidasa, ácido ascórbico oxidasa, polifenol oxidasa y lacasa (Mengel y Kirkby, 1982).

Junto con el Zn se encuentra en la superóxido dismutasa, que cataliza la dismutación de los radicales superóxido: $O_2^- + O_2^- + 2H^+ \rightarrow O_2 + H_2O_2$, los radicales superóxido pueden producirse fácilmente del O_2 molecular, es una forma radical libre altamente reactivo del O_2 y extremadamente perjudicial a la célula. La presencia de esta enzima hace capaces a los organismos de sobrevivir en la presencia de O_2 molecular (Mengel y Kirkby, 1982; Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994). La desaturación e hidroxilación de los ácidos grasos también es catalizada por enzimas que contienen Cu. El cobre participa en el metabolismo de proteínas y carbohidratos, en plantas deficientes de Cu se interrumpe la síntesis de proteínas y hay una acumulación de compuestos amino solubles (Mengel y Kirkby, 1982).

El intervalo de suficiencia de Cu en las hojas esta entre 3 y 7 mg kg⁻¹ de la materia seca, mientras el intervalo de toxicidad empieza de 20 a 30 mg kg⁻¹. Pueden tolerarse valores mucho más altos, 20 a 200 mg kg⁻¹, si el Cu se aplica como funguicida (Jones *et al.*, 1991).

Los síntomas de deficiencia de Cu son un crecimiento reducido con una distorsión de las hojas jóvenes y necrosis de los meristemos apicales. Las hojas se vuelven de color verde-oscuro, arrugadas, deformes y se enrollan, frecuentemente aparece un moteado necrótico y las más jóvenes pueden tener puntas blancas (Jones *et al.*, 1991).

Un exceso de Cu puede inducir una deficiencia de Fe y clorosis. Se puede suprimir el crecimiento de la raíz, con inhibición en el alargamiento y formación de raíces laterales, junto con un desarrollo reducido (Jones *et al.*, 1991).

El cobre existe en el suelo principalmente en forma compleja como compuestos orgánicos de bajo peso molecular tales como ácido húmico y ácido fúlvico. El Cu⁺² catiónico esta presente en cantidades muy pequeñas en la solución del suelo (Jones *et al.*, 1991). Se absorbe como ión cúprico (Cu²⁺) divalente en suelos aireados o como ión cuproso monovalente en suelos húmedos con poco oxígeno. El Cu²⁺ es quelado en varios compuestos del suelo (por lo general no identificados); es probable que éstos proporcionen la mayor parte del cobre a las superficies radicales, debido a las cantidades tan pequeñas que necesitan las plantas (Salisbury y Ross, 1994).

La absorción del cobre parece ser un proceso metabólicamente mediado que es independiente de los efectos de competencia y es capaz de desplazar a la mayoría de los iones del sitio de intercambio de la raíz y se une fuertemente al espacio libre de ésta, por lo que su contenido es frecuentemente alto en las raíces en relación a otros tejidos. El Cu no es fácilmente móvil en la planta, aunque puede ser translocado

de las hojas viejas a las jóvenes su movimiento depende del estado de Cu de la planta. Se presenta en los exudados del xilema en la forma de complejos de Cu. Tiene una fuerte afinidad por el átomo de N de los aminoácidos y es probable que estos compuestos actúen como acarreadores (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.14. Manganese

En la fotosíntesis el Mn^{+2} es oxidado a Mn^{+3} con la transferencia de un electrón del agua a la molécula de clorofila, está asociado con la evolución del O_2 en el fotosistema II y tiene una función estructural en el sistema de membranas del cloroplasto. Es activador de varias enzimas, especialmente las involucradas en la síntesis de ácidos grasos y nucleótidos. Activa a las IAA-oxidasas, lo que resulta en una concentración baja de AIA en los tejidos, probablemente el cambio de valencia de Mn^{3+} a Mn^{2+} esta involucrado en estos procesos (Gardner *et al.*, 1985; Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994). Las descarboxilasas y deshidrogenasas del ciclo TCA también son activadas por Mn^{2+} , aunque parece que en la mayoría de los casos el Mn^{2+} no es específico para estas enzimas y puede ser sustituido por Mg^{2+} . En sus funciones bioquímicas el Mn^{2+} se parece al Mg^{2+} , ambos iones forman un puente entre el ATP y el complejo enzimático, como en el caso de las fosfoquinasas y fosfotransferasas pero el puente formado por Mn^{2+} difiere ligeramente del formado por Mg^{2+} , en algunas reacciones hay un requerimiento específico de Mn^{2+} (Mengel y Kirkby, 1982).

El contenido de suficiencia de Mn varía de 10 a 50 mg kg^{-1} en la materia seca de hojas maduras. El tejido foliar puede alcanzar 200 mg kg^{-1} o más (600 a 1380 mg kg^{-1}) antes de que se desarrollen severos síntomas de toxicidad (Jones *et al.*, 1991).

La ausencia de manganeso provoca una desorganización de las membranas tilacoidales, alterándose la estructura de la clorofila (Mengel y Kirkby, 1982; Salisbury y Ross, 1994). Como el Fe, el Mn es relativamente inmóvil y los tejidos jóvenes o meristemáticos son los primeros en mostrar deficiencias (Gardner *et al.*, 1985). También se presenta un crecimiento reducido y en las dicotiledóneas una clorosis intervenal en las hojas jóvenes. Las legumbres desarrollan áreas necróticas en sus cotiledones (Jones *et al.*, 1991).

Un exceso de manganeso causa que las hojas viejas presenten una mancha café rodeada por una zona o círculo clorótico (Jones *et al.*, 1991).

El manganeso se absorbe sobre todo como el catión manganeso (Mn^{2+}) después de que ha sido liberado de algún quelato o de una reducción de óxidos de valencia superior en la superficie de la raíz (Salisbury y Ross, 1994). La disponibilidad está significativamente afectada por el pH del suelo, ésta disminuye cuando el pH aumenta (Jones *et al.*, 1991). La absorción de Mn^{2+} es activa y puede competir con otros cationes, particularmente con NH_4^+ y Fe^{2+} (Gardner *et al.*, 1985). La tasa de absorción de Mn difiere considerablemente entre las especies vegetales, generalmente es menor que la de otros cationes divalentes como Ca^{2+} y Mg^{2+} . La absorción de Mn es mediada metabólicamente. Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} y Fe^{2+} son iones que afectan la absorción y translocación de Mn (Mengel y Kirkby, 1982).

El Mn es transportado pasivamente, pero no se sabe si puede ser translocado en el floema a cualquier extensión. Parece que es principalmente transportado como Mn^{2+} y no como complejo orgánico, principalmente hacia los tejidos meristemáticos, por lo que los órganos jóvenes generalmente son ricos en Mn (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.15. Molibdeno

El molibdeno actúa como portador de electrones en la conversión del nitrato a amonio y también es esencial en la fijación del nitrógeno (Alpi y Tognoni, 1991 y Resh, 1992) ya que es componente de las enzimas nitrogenasa y nitrato reductasa. El Mo también participa en la degradación de purinas como adenina y guanina, debido a su esencialidad como parte de la enzima xantina deshidrogenasa. Es parte estructural de una oxidasa que convierte al aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA (Mengel y Kirkby, 1982; Salisbury y Ross, 1994).

El contenido foliar de Mo es por lo general menor a 1 mg kg^{-1} en la materia seca, debido en parte al bajo nivel de molibdeno en la solución del suelo. El molibdeno puede absorberse en grandes cantidades sin resultar en efectos tóxicos a la planta. El intervalo normal de la planta varía de 0.34 a 1.5 mg kg^{-1} . El requerimiento de Mo se reduce mucho por la disponibilidad y utilización del amonio (Jones *et al.*, 1991).

Los síntomas de deficiencia de molibdeno frecuentemente se parecen a los síntomas de deficiencia de N, pero la necrosis aparece en los márgenes de las hojas (Mengel y Kirkby, 1982). Las hojas viejas y medias primero se vuelven cloróticas y después, de forma progresiva, las más jóvenes. En algunos casos, los márgenes de las hojas se enrollan y el crecimiento y la formación de flores se restringe (Jones *et al.*, 1991). Disminuye la actividad de la nitrato reductasa y en las plantas suministradas con NO_3^- , éste se

acumula en el tejido vegetal con una consecuente disminución en los niveles de los compuestos amino solubles (Mengel y Kirkby, 1982). En las plantas superiores el Mo normalmente no afecta a la planta, pero puede plantear un problema para los animales rumiantes que consumen plantas que contengan 5 mg kg^{-1} de Mo o más (Resh, 1992).

En el suelo, la principal forma soluble es el anión molibdato (MoO_4^{2-}) cuya movilidad aumenta 10 veces por cada unidad que se incrementa el pH del suelo, también se absorbe como MoS_2 (Jones *et al.*, 1991). Aunque hay evidencia directa que el Mo es absorbido activamente, las interacciones iónicas sugieren que su absorción es controlada metabólicamente. No se sabe como es translocado, pero es posible que se mueva en el xilema como MoO_4^{2-} , complejos ácido amido, complejos de molibdato con azúcares u otros compuestos polihidroxi. El Mo se localiza en el floema y parénquima vascular por lo que es moderadamente móvil en la planta (Mengel y Kirkby, 1982).

3.2.16. Níquel

Existen evidencias que indican que el níquel (Ni^{2+}) es un elemento esencial para las plantas. Desde hace muchos años se sabe que el níquel es parte fundamental de una enzima denominada ureasa, que cataliza la hidrólisis de urea en CO_2 y NH_4^+ . La degradación de las bases púricas (adenina y guanina) ocurre vía ureidos en todas las plantas, por lo que parece probable que todas requieran ureasa y níquel. Es probable que el níquel sea esencial para todos los vegetales, y es el primer elemento en ser agregado a la lista de elementos esenciales desde que lo fue el cloro en 1954. El níquel es esencial principalmente por su presencia en la ureasa, pero aún se pueden descubrir otras funciones (Salisbury y Ross, 1994).

3.3. Soluciones nutritivas

Numerosas formulaciones útiles de soluciones nutritivas se han diseñado a partir de estudios sobre la composición de las plantas y de otros estudios en los que se administraron diversas concentraciones de elementos a plantas en crecimiento. Casi todas las soluciones nutritivas están más concentradas que las soluciones del suelo. Aunque las plantas son capaces de crecer bien en soluciones con concentraciones de elementos esenciales tan bajas como las que se encuentran en la solución del suelo en que normalmente crecen, siempre que las soluciones sean repuestas con la frecuencia suficiente para mantener tales concentraciones, o que las soluciones diluidas en volúmenes grandes fluyan entre sus

raíces desde un tanque de recirculación. Las concentraciones mayores que se utilizan típicamente en las soluciones sin circulación evitan la necesidad de cambiar la solución más de una vez al día o una vez cada varios días, dependiendo de las velocidades de crecimiento. Por supuesto, la concentración debe ser lo bastante baja para evitar que haya plasmólisis en las células de la raíz (Salisbury y Ross, 1994).

Todos los investigadores han reconocido que no existe ninguna composición dada de una solución nutritiva que sea siempre superior a otra con determinada composición, sino que, dentro de ciertos límites de composición y concentración total, existe un margen bastante amplio para las soluciones nutritivas adecuadas al desarrollo de las plantas (López y López, 1985). Una solución ideal para una especie es rara vez ideal para otra (Salisbury y Ross, 1994).

3.3.1. Solución nutritiva universal de Steiner

Los experimentos fisiológicos sobre nutrición se han realizados para investigar, entre otras cosas, la influencia de una amplia gama de composiciones de soluciones nutritivas sobre el desarrollo y comportamiento de las plantas (Steiner, 1961).

La solución nutritiva universal de Steiner es una fórmula ampliamente usada para incrementar la magnitud del crecimiento de las plantas cultivadas con métodos en agua, para experimentos de investigaciones en fisiología vegetal y para la producción comercial de plantas con diversos métodos de cultivo sin suelo (Steiner, 1984).

En la fórmula, sólo las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes se conciben como universales, permitiendo diferentes preparaciones a distintas presiones osmóticas deseadas y valores de pH. La fórmula expresa las relaciones mutuas entre los cationes potasio, calcio y magnesio y entre los aniones nitrato, fosfato y sulfato. En ella están presentes los macroelementos y los microelementos indispensables como Fe, Mn, Zn, B, Cu y Mo. En la solución todo el nitrógeno está presente como NO_3^- , no como NH_4^+ , los iones NH_4^+ en una solución nutritiva son tóxicos en mayor o menor grado para muchas plantas (Steiner, 1984).

La fórmula satisface las siguientes condiciones: 1) las relaciones mutuas deseadas entre aniones, 2) las relaciones mutuas deseadas entre cationes, 3) la concentración total de iones deseada y 4) el valor deseado de pH con una tolerancia de ± 0.1 (Cuadro 3) (Steiner, 1984).

Cuadro 3. Fórmula de la solución nutritiva universal de Steiner.

	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻²	Total
iones (mg·L ⁻¹)	7.080	4.552	2.023	11.888	0.991	3.467	30.01
meq·L ⁻¹	7.080	9.103	4.046	11.888	0.991	6.934	

Fuente: Tomado de Steiner (1984).

Para ciertos propósitos de investigación puede ser deseable no considerar las relaciones entre iones conseguidas en la solución nutritiva universal, sino mezclas muy especiales; por ejemplo para que la planta consuma ciertas cantidades que le permitan soportar el ataque de algunos insectos o de hongos, o para formar paredes celulares o algunas otras estructuras, como la que se muestra en el Cuadro 4. Esta fórmula calculada para una solución nutritiva a pH 6.0 ± 0.1 , que contiene 20 mg de iones por litro no es la solución nutritiva universal (Steiner, 1984).

Cuadro 4. Solución nutritiva de Steiner modificada para propósitos de investigación en la que no se consideran las relaciones entre iones de la solución nutritiva universal de Steiner.

	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻²	Total
iones (mg·L ⁻¹)	6.554	1.966	1.311	6.477	0.907	2.785	20.000
meq·L ⁻¹	6.554	1.996	2.622	6.477	0.907	5.570	

Fuente: Tomado de Steiner (1984).

3.4. Fertilización

La decisión sobre la cantidad de nutrimentos para fertilizar un cultivo se basa generalmente en tres parámetros: 1) demanda del cultivo del nutrimento dado; 2) la capacidad de suministro del suelo donde se va a establecer el cultivo; 3) la eficiencia del fertilizante que lo contiene y que se va a utilizar. Por lo anterior se considera que la dosis de fertilización = (demanda del cultivo del nutrimento – menos capacidad de suministro del suelo)/ eficiencia del fertilizante (Grageda, 1999).

La demanda de cada cultivo se basa principalmente en la habilidad para absorber una cantidad de nutrimentos necesarios para obtener una meta de producción, los cuales se contabilizan por la concentración en la materia seca de los productos cosechados, es decir frutos y follaje. En las hortalizas, las exigencias de calidad (tamaño, color, textura, firmeza, sabor, etc.) son mayores, por lo que generalmente tienen una demanda intensiva de la mayoría de nutrimentos. En las especies de flor y fruto, la extracción de N, P y K es muy lenta en el primer mes de desarrollo de los cultivos, pero a partir del segundo mes se incrementa drásticamente, es decir en los periodos de floración, amarre y desarrollo del

fruto (40 a 70 días después del trasplante). En tomates y chiles, los elementos extraídos se localizan principalmente en los frutos para el caso de nitrógeno y fósforo, mientras que el potasio, por el contrario se localiza en su mayor parte en tallos y hojas (Grageda, 1999).

3.4.1. Extracción de nutrimentos por el cultivo del chile

Los vegetales solanáceos generalmente absorben grandes cantidades de nutrimentos, las cantidades dependen de la cantidad de frutos y materia seca que produzcan, que a la vez están influenciadas por variables genéticas y ambientales. Las plantas de chile necesitan absorber en promedio 3 a 3.5 kg de N, 0.8 a 1 kg de P y 5 a 6 kg de K para producir una tonelada de frutos, éstos y las partes en fructificación contienen el 45 a 60% del N total absorbido por la planta, así como el 50 a 60% de P y 55 a 70% de K (Hedge, 1997).

En el cultivo de bell pepper Burgueño (1995) monitoreo las plantas de 5 lotes comerciales manejados con fertirrigación para determinar las extracciones de nutrimentos del cultivo. Las plantas fueron establecidas a una densidad de plantación de 37,037 por hectárea y se obtuvieron 71 toneladas de fruto. Las extracciones totales de elementos por el cultivo de bell pepper cosechado en rojo, en kg ha⁻¹ fueron: 319 de N-total, 35 de N-NO₃, 82 de P₂O₅, 507 de K₂O, 192 CaO, 81 de MgO, 7 de Na, 3 de Fe, 3 de Cu, 0.33 de Zn y 1.2 de Mn. Además señala que el crecimiento del bell pepper es lento, le son necesarios aproximadamente 111 días para sintetizar el 50% de su materia seca y 52 días solamente para sintetizar el 50% restante, el crecimiento comienza a acelerarse al inicio del engorde de frutos; en este cultivo la demanda de fósforo tiene un repunte durante la aparición de las primeras flores y es necesario que la planta pueda encontrarlo y absorberlo en esta fase importante de su vida. También indica que durante el amarre de los primeros frutos comienza un periodo de fuerte demanda de nutrientes que se continua durante todo el ciclo; al inicio de la cosecha las exportaciones de calcio disminuyen, la extracción de potasio aumenta hasta la floración y después se mantiene.

Por su parte, Hedge (1997) señala que en bell pepper el periodo de mayores requerimientos nutrimentales de N, P y K inicia aproximadamente 10 días después de la floración hasta que comienza la maduración de los frutos. Se presenta una variación diurna en la absorción de los nutrimentos, una mayor proporción de P tiende a absorberse durante la noche que de N o K. La mayor proporción de los nutrimentos en los frutos se absorbe durante el tiempo de floración. Este cultivo prefiere al NO₃-N como fuente de N, ya que concentraciones altas de NH₄-N en el medio de crecimiento reducen mucho el

crecimiento y la productividad. Una pequeña proporción del N, P y K que se encuentran en los frutos se translocan de las partes vegetativas.

Asimismo, Rincón *et al.* (1995) mencionan que en plantas de *Capsicum annuum* cv. Lamuyo, a una densidad de 2.5 plantas m⁻², las cantidades totales de macronutrientes absorbidos por el cultivo en g m⁻² fue de 29.3 de N, 3.3 de P, 38.33 de K, 12.07 de Ca y 6.31 de Mg, con una producción total de materia seca de 1.17 kg m⁻², de la cual los frutos contribuyeron con el 66.7%. De igual forma menciona que las mayores cantidades de N y P se acumulan en los frutos, las de Ca y Mg en las hojas y de las K igualmente en los frutos y en el resto de las partes aéreas de la planta. Además, las tasas de absorción de N, P y K fueron mayores en el periodo de la mayor producción de frutos y las de Ca y Mg durante el periodo de mayor crecimiento foliar.

Por su parte, Núñez *et al.* (1996) indican que las cantidades totales de macronutrientes extraídos para producir una tonelada de fruto fresco por los cultivares de *Capsicum annuum* que se muestran en el Cuadro 5 varían según la variedad y manejo de cultivo; además, las extracciones por los cultivos en invernadero son mayores en potasio y menores en fósforo que las de campo abierto.

Cuadro 5. Kilogramos de nutrientes extraídos por plantas de varios cultivares de *Capsicum annuum* por tonelada de fruto fresco producido.

Condiciones	Variedad	(kg t ⁻¹)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Aire libre	Doux des Landes	3.72	1.03	4.98	2.96	0.60
Aire libre	Bola y Negral	3.30	0.93	5.75	-	-
	Belrubi y Datler	2.30	0.74	4.50	-	-
Aire libre	Morrón de Conserva	2.33	0.77	3.56	-	-
Invernadero	Yolo Wonder	4.10	0.52	5.12	3.78	0.46
	Heldor F ₁	5.25	0.67	6.69	4.81	0.64
Invernadero	Lamuyo F ₁	2.93	0.76	4.60	1.69	1.07

Fuente: Tomado de Núñez *et al.* (1996).

También Núñez *et al.* (1996) indican las extracciones periódicas acumulativas de macronutrientes del cultivo de chile tipo Lamuyo F₁ en invernadero con una producción de 10 kg·m⁻² y se pueden observar en el Cuadro 6. Se aprecia que de las cantidades totales extraídas, los frutos exportan la mayor parte de nitrógeno (64%) y fósforo (75%), siendo el resto de órganos vegetativos (hojas, tallos y pecíolos) los que acumulan la mayor cantidad de calcio (95%) y magnesio (75%). El potasio es acumulado prácticamente en partes iguales por frutos y resto de órganos vegetativos. Las mayores cantidades de nutrientes extraídos por el cultivo, se consumen desde la primera recolección hasta el final del periodo del cultivo,

siendo las proporciones medias extraídas en esta etapa (100 a 165 días después del trasplante) del 70% de N, 79% de P_2O_5 , 62% de K_2O , 54% de Ca y 65% de Mg.

Cuadro 6. Extracción periódica acumulativa de N, P_2O_5 , K_2O , Ca y Mg del bell pepper de invernadero para la producción de 10 kg m⁻².

Tiempo medio después del trasplante (días)	(kg·ha ⁻¹)				
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg
35	1.80	0.30	3.00	1.20	0.50
55	8.80	1.60	18.50	5.70	2.30
70	26.25	5.20	52.00	16.00	6.50
85	46.00	8.50	91.00	26.00	10.00
100	85.50	20.00	163.00	55.00	22.50
120	140.00	32.00	273.00	71.00	32.50
140	215.00	54.00	370.00	91.00	45.00
165	293.00	76.00	460.00	121.00	63.00

Fuente: Tomado de Nuez *et al.* (1996).

3.4.2. Fertirrigación en el cultivo de chile

La fertirrigación es la aplicación de los elementos nutritivos que precisan los cultivos, junto con el agua de riego (Dominguez, 1993). En la actualidad la aplicación de tecnologías debe estar unida con aspectos económicos, sociales y ecológicos. Por lo que la fertirrigación debe constituirse viable desde el punto de vista técnico y ser económicamente factible, socialmente aceptable y ecológicamente sustentable. Esto obliga a pensar que la fertirrigación debe ser una técnica de aplicación racional de fertilizantes a través de un sistema de riego eficiente, considerando la demanda nutrimental del cultivo, las características del clima, suelo y agua y orientada hacia la productividad de los cultivos. Por otra parte, la fertirrigación puede ser muy similar a la técnica de hidroponía, una diferencias es que en esta última se utilizan sustratos inertes como sostén y como materiales auxiliares para que se de el acceso nutrimental (Morales, 1999).

El riego por goteo es aquel sistema por medio del cual el agua es aplicada a los cultivos directamente en el volumen de suelo ocupado por las raíces de las plantas o en una parte de él (Martínez, 1991). Este simple concepto conlleva una alta eficiencia en la utilización y ahorro del agua. El riego por goteo, constituye un método altamente eficiente de aplicación del agua e idóneo para la regulación de las dosis suministradas de fertilizantes solubles en agua (Morales, 1999). Por otro lado, la eficiencia con la que las plantas absorben los nutrimentos aumenta en forma considerable con el riego localizado y se llegan a presentarse incrementos del orden del 100% en la eficiencia del N aplicado (Dominguez, 1993).

En casi todos los cultivos intensivos de Chile, el sistema de riego empleado es localizado. La mayor ventaja de este sistema radica en la posibilidad de hacer una fertilización día a día, en función del proceso fotosintético y exactamente a la medida del cultivo, del sustrato, del agua de riego y para unas condiciones ambientales definidas (Núñez *et al.*, 1996). Evidentemente las soluciones nutritivas deberán contener los iones en una concentración suficiente para satisfacer a tiempo las necesidades de agua y iones de la planta (Gariglio y Marano, 1997).

Es importante tomar en consideración el aspecto de la etapa fenológica del cultivo para la aplicación de la fertilización; ya que la tasa de absorción de nutrimentos por el cultivo, e incluso para cada órgano en particular, varía en función del tiempo. La importancia práctica de la fenología del cultivo radica en que el conocimiento de la tasa de absorción de nutrimentos y la dinámica de éstos en el suelo, así como la producción de materia seca por la planta, son de gran utilidad para la realización de los aportes de agua y nutrimentos de acuerdo a las exigencias nutrimentales del cultivo durante sus etapas fenológicas (Burgueño *et al.*, 1994).

De los estudios realizados en el cultivo de Chile por diversos investigadores, la fertirrigación nitrogenada es la que más se ha estudiado. Payero *et al.* (1990) señalaron que el N influenciaba el crecimiento y desarrollo del cultivo de Chile para la producción de frutos y este efecto depende de la disponibilidad de N en el suelo y de la cantidad de N aplicado. Por otra parte, Stroehlein y Oebker (1979) indicaron que un suministro óptimo de N en el cultivo de Chile es esencial para alcanzar una alta producción de frutos de gran calidad. Además, Hartz *et al.* (1993) compararon cinco dosis de aplicación de N: 0, 84, 168, 252 y 336 kg ha⁻¹ y obtuvieron mayores rendimientos y tamaño de frutos con dosis de 168 y 252 kg ha⁻¹, con una mayor dosis disminuyó la productividad del cultivo.

En otro estudio realizado en Australia, Olsen *et al.* (1993) confirmaron que el cultivo de Chile es muy exigente en N; estos autores encontraron que el rendimiento máximo del peso seco de frutos, hojas, raíces y tallos correspondió a las dosis de fertirrigación nitrogenada de 210 a 280 kg ha⁻¹. Por su parte, Carballo *et al.* (1994) evaluaron el efecto de dosis bajas (70 a 81 kg ha⁻¹ de N) y altas (266 a 309 kg ha⁻¹ de N) en el cultivo de Chile bell sobre la calidad del fruto, señalan que una alta dosis de fertirrigación nitrogenada incrementó el porcentaje de N y materia seca en los frutos con calidad de exportación, esto último puede ser porque el requerimiento de N es alto y ambos factores contribuyen a modificar la demanda del cultivo; además encontraron que una aplicación alta de N en la fase vegetativa de crecimiento incrementó la concentración de N en el fruto, mientras que una aplicación baja en la etapa de fructificación incrementó la concentración de Ca en el fruto.

También, Jonson y Decoteau (1996), estudiaron la influencia de la proporción de N y K en la solución nutritiva de Hoagland en el crecimiento vegetal y producción de frutos de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) cv. Jalapa en plantas en invernadero, encontraron que la variación en las proporciones de N (1 a 30 mM) y K (1 a 12 mM) en la solución identificó las concentraciones óptimas para el crecimiento vegetal y producción de frutos, la proporción óptima de N para la producción de frutos fue de 15 mM y de K de 6 mM; además, la biomasa y el peso de los frutos por planta aumentó al aumentar las proporciones de K. Con respecto al uso eficiente del N con fertirrigación, Olsen *et al.* (1993) para el cultivo de chile Bell, encontraron diferentes valores de recuperación aparente del N por este cultivo, aplicaron cinco cantidades de N (70, 140, 210, y 280 kg ha⁻¹) y obtuvieron índices de recuperación aparente (71.3, 68.3, 60.3 y 53.3%, respectivamente) para los tratamientos ya señalados, lo que indica que la eficiencia en el uso de los fertilizantes nitrogenados disminuye conforme se aumenta la cantidad de fertilizante aplicado.

Todos estos resultados concuerdan con los encontrados por Thompson y Doerge (1996) en el sentido de que la absorción de N por el cultivo se incrementa en forma positiva con la cantidad de N aplicado, pero el uso eficiente del N disminuye con el incremento de la cantidad de N aplicado. También encontraron que la absorción de N tiende a disminuir con una irrigación excesiva, reflejando una baja disponibilidad de N, ésta tendencia es más notable cuando son mayores las cantidades de N aplicado (Morales, 1999).

En las investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo en relación a la fertirrigación nitrogenada, se observan diferencias en los requerimientos de N por el cultivo, por diferentes razones como: diferencias entre suelos, ambientes y prácticas de cultivo que afectan el vigor de la planta y la disponibilidad del N en el suelo, variación en la eficiencia de absorción de fertilizante nitrogenado o diferencias en la demanda del nutrimento debido al factor genético (Morales, 1999).

3.4.2.1. Fertirrigación del chile manzano en invernadero

Para el caso de la producción de chile manzano en maceta y en invernadero, debe aplicarse una solución nutritiva a través del sistema de riego por goteo. La solución nutritiva se prepara disolviendo en 1,000 litros de agua los fertilizantes que se señalan en el Cuadro 7 y se sigue el mismo orden para disolverlos. El pH de la solución nutritiva debe ser de 5.0 a 5.5. Durante los primeros 20 días después del trasplante de las plántulas a la maceta definitiva es recomendable aplicar la solución nutritiva diluida a una

concentración de 25%; durante los siguientes 30 días a 50%; a 50 días incrementarla a 75%; y en el resto del ciclo al 100% (Pérez y Castro, 1998).

Cuadro 7. Cantidad de fertilizantes para preparar 1,000 litros de solución nutritiva para irrigar plantas de chile manzano en maceta e invernadero.

Fuente	Cantidad (g·1000 litro ⁻¹)
Ácido fosfórico*	100
Sulfato de potasio	870
Sulfato de magnesio	1,230
Nitrato de potasio	750
Nitrato de calcio	2,600
Sulfato ferroso	50
Sulfato de manganeso	5
Sulfato de zinc	2
Sulfato de cobre	2
Bórax	10

Fuente: Tomado de Pérez y Castro (1998). *Fuente expresada en ml.

A pesar de que esta solución nutritiva se utiliza de forma comercial en la producción intensiva de chile manzano, es necesario generar información más precisa que permita obtener mayores rendimientos con el mejor aprovechamiento de los fertilizantes empleados y a la vez obtener datos que puedan utilizarse como marco de referencia para el diagnóstico nutrimental del cultivo.

3.4.3. Diagnóstico nutrimental en el cultivo de chile

Existen numerosos métodos para realizar diagnósticos nutrimentales con la finalidad de mantener una nutrición no restrictiva a un cultivo de interés; estos análisis pueden realizarse a priori o a posteriori al establecimiento del cultivo (Etchevers, 1997a). Los primeros podemos referirlos a los análisis químicos de suelos, que son de dos tipos, los que miden una característica asociada con la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo (por ejemplo: pH, CE, materia orgánica, CIC, entre otros) y los que miden un índice de disponibilidad de un nutrimento en el suelo, referidos a las fracciones específicas del total de un nutrimento presente, como la fracción soluble, la fracción intercambiable, la fracción extraíble, la fracción fijada y la fracción mineralizable. A los análisis realizados a priori hay que incluir el análisis de agua de riego, para conocer su pH, conductividad eléctrica, salinidad y cationes y aniones presentes (Morales, 1999).

Entre los análisis que se pueden hacer durante el periodo de crecimiento se encuentran: análisis de la solución del suelo, análisis químico de planta y diagnóstico visual. El análisis de la solución del suelo permite medir la concentración de las formas solubles de un nutrimento en cualquier momento de la etapa de desarrollo de un cultivo, proporcionando una idea del suministro presente de los nutrimentos y facilitando el manejo de la nutrición del cultivo a partir de relaciones pre-establecidas para cultivos y tipos de suelos (Etchevers, 1997a y 1997b).

Del análisis químico de planta, existen tres variantes: 1) Parte aérea de la planta; con dos modalidades: a) análisis secuencial, que se practica periódicamente en la planta entera desde el comienzo del crecimiento hasta la madurez del cultivo y tiene como finalidad conocer la dinámica de absorción de la planta, b) análisis único final; se realiza al final del ciclo de crecimiento, sirve para conocer la cantidad total de elementos absorbida por el cultivo. 2) Análisis de hojas u otros órganos de referencia durante el periodo de crecimiento. 3) Análisis de savia durante el periodo de crecimiento (Etchevers, 1997a).

El diagnóstico visual consiste en una apreciación directa de la planta o cultivo y se basa en que la carencia de un elemento nutritivo se manifiesta en un síntoma característico (Morales, 1999).

3.4.3.1. Análisis vegetal

El análisis de tejido vegetal se ha constituido en una herramienta útil para identificar y/o confirmar desórdenes nutrimentales en la producción de hortalizas. Es una técnica que correlaciona el contenido de un nutrimento dado, con la apariencia de la planta, rendimiento y/o calidad del producto cosechado. El objetivo principal de este análisis es detectar el estado de algún elemento para hacer las correcciones pertinentes al programa inicial de fertilización (Grageda, 1999).

La parte más utilizada de la planta para realizar los análisis químicos es la hoja, porque es el principal órgano donde se elaboran las sustancias nutritivas y refleja el estado nutrimental de la planta, varias investigaciones han demostrado que existe una alta correlación entre el contenido de nutrimentos y el desarrollo y producción del cultivo. Generalmente, se utilizan hojas completamente desarrolladas, recién llegadas a la madurez (Rojas, 1989). Este tipo de análisis puede mostrar con mayor precisión y rapidez la situación real del balance entre elementos, ya que indica el contenido de los mismos en el follaje de la planta al momento de obtener la muestra. Permite conocer si algún microelemento está en bajas o altas

cantidades, antes de que se manifiesten sus síntomas y por lo tanto afecten severamente a la planta (Arcos *et al.*, 1998).

En el cultivo de chile se tiene los trabajos de Burgueño *et al.* (1994) para bell pepper, y como se puede apreciar en el Cuadro 8 se presentan los valores de algunos nutrimentos en términos de concentración, obtenidos mediante el análisis de hojas y peciolo (en seco) tres etapas fenológicas, además se observa que los valores de la concentración de cada nutrimento disminuyen al presentarse una nueva etapa del cultivo, excepto para Mg, sus valores son casi constantes.

Cuadro 8. Valores críticos y óptimos de concentración de nutrimentos en hojas y peciolo para diferentes etapas fenológicas en el cultivo de chile Bell.

Etapa fenológica	N-NO ₃	P-PO ₄	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
Floración	----(mg kg ⁻¹)----			-----(%)-----			----- (mg kg ⁻¹)-----		
Óptimo	16,000	4,000	7.0	1.8	0.85	130	30	45	90
Crítico	12,000	3,500	6.0	1.2	0.75	110	15	35	70
Formación de frutos									
Óptimo	14,000	3,000	6.5	2.0	0.8	120	25	40	80
Crítico	11,000	2,500	5.5	1.5	0.7	100	10	30	60
Producción									
Óptimo	12,000	2,800	6.0	2.5	0.8	110	25	30	80
Crítico	9,000	2,000	5.0	1.8	0.7	90	10	25	50

Fuente: Tomado de Burgueño *et al.* (1994).

Desafortunadamente, los autores mencionados anteriormente no indican la posición que ocupa el órgano de referencia dentro de la arquitectura de la planta; pero para el cultivo del pimiento morrón Martínez-Cañadas *et al.* (1985) en un trabajo para determinar la influencia de la posición de la hoja en la planta sobre los parámetros de control nutricional, y para proponer el tipo de hoja más adecuado para su muestreo, dividieron la planta en tres partes (tercio basal, tercio medio y tercio apical); dentro de lo más sobresaliente encontraron que en el tercio medio se presentó la menor variabilidad en la concentración nutricional y los datos obtenidos se presentan en el Cuadro 9, los datos de concentración no son muy similares a los mencionados por Burgueño *et al.* (1994) en el Cuadro 8.

Cuadro 9. Concentración de nutrimentos y coeficiente de variación de los mismos determinados en las hojas del tercio medio en plantas de chile.

Medición	N	P	K	Ca	Mg
Concentración (%)	3.78	3.33	3.22	4.55	1.38
Coeficiente de variación (%)	5.73	7.66	8.22	6.73	9.49

Fuente: Tomado de Martínez-Cañadas *et al.* (1985).

Por su parte, Arcos *et al.* (1998) presentan información de los valores de cada uno de los nutrimentos para los niveles bajo, adecuado y alto en el follaje del chile (Cuadro 10), trabajo muy completo si se considera que es más importante considerar un intervalo más que un valor de concentración para establecer la situación nutrimental del cultivo.

Cuadro 10. Niveles de macro y microelementos en follaje de chile (*Capsicum annuum* L.).

Nutrimento	Alto	Adecuado	Bajo
Nitrógeno (%)	+5.1	3.15-5.0	0-3.0
Fósforo (%)	+1.01	0.36-1.0	0-0.35
Potasio (%)	+6.01	4.01-6.0	0-4.0
Calcio (%)	+4.01	2.01-4.0	0-2.0
Magnesio (%)	+1.01	0.31-1.0	0-0.3
Azufre (%)	+0.71	0.31-0.7	0-0.3
Manganeso ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	+101	31-100	0-30
Hierro ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	+301	81-300	0-80
Cobre ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	+31	9-30	0-8
Boro ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	+81	26-80	0-25
Zinc ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	+151	31-150	0-30

Fuente: Tomado de Arcos *et al.* (1998).

En el trabajo de Grageda (1999), se muestran los valores críticos de N, P y K para chiles picosos en diferentes etapas del cultivo (Cuadro 11), para establecerlos se analizó el peciolo de las hojas maduras más recientes. En estos datos se puede apreciar que la cantidad presente de P al inicio de la floración es mayor que las otras dos fases, que presentan valores de suficiencia similares, lo que no sucede en N y K.

Cuadro 11. Niveles críticos de N, P y K para chiles picosos (*Capsicum annuum* L.).

Etapas fenológicas	Nutrimento	Deficiente	Intermedio	Suficiente
Inicio de floración	N-NO ₃ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	5,000	6,000	7,000
	P-PO ₄ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	2,000	2,250	2,500
	K (%)	3.0	4.0	5.0
Inicio de amarre de frutos	N-NO ₃ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	1,000	1,250	1,500
	P-PO ₄ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	1,500	1,750	2,000
	K (%)	2.0	3.0	4.0
Primeros frutos grandes	N-NO ₃ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	750	875	1,000
	P-PO ₄ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	1,500	1,750	2,000
	K (%)	1.5	2.25	3.0

Fuente: Tomado de Grageda (1999).

Jones *et al.* (1991) señalan para bell pepper (*Capsicum annuum*, grupo Grossum) los intervalos en las hojas más recientes completamente desarrolladas, durante la primera floración a un 1/3 final del

desarrollo, y en 1/3 del final del desarrollo (Cuadro 12), y como se puede apreciar aunque se analiza el mismo tejido, pero con una pequeña diferencia en el tiempo del ciclo del cultivo, los datos obtenidos de N, P, K y Ca son también diferentes.

Cuadro 12. Intervalos de concentración de los nutrimentos en dos etapas de desarrollo de *Capsicum annuum*, grupo Grossum.

Elemento	Hojas más recientes completamente desarrolladas, primera floración a 1/3 final			Hojas superiores completamente desarrolladas a 1/3 del final		
	Bajo	Suficiente	Alto	Bajo	Suficiente	Alto
------(%)-----						
N	3.50-3.99	4.00-6.0	>6.0	3.00-3.49	3.50-5.0	>5.0
P	0.23-0.34	0.35-1.0	>1.0	0.16-0.21	0.22-0.7	>0.7
K	3.60-3.99	4.00-6.0	>6.0	3.00-3.49	3.50-4.5	>4.5
Ca	0.80-0.99	1.00-2.5	>2.5	1.00-1.29	1.30-2.8	>2.8
Mg	0.26-0.29	0.30-1.0	>1.0	0.26-0.29	0.30-1.0	>1.0
------(mg kg ⁻¹)-----						
B	23-24	25-75	>75	23-24	25-75	>75
Cu	4-6	6-25	>25	4-6	6-25	>25
Fe	50-59	60-300	<300	50-59	60-300	<300
Mn	40-49	50-250	>250	40-49	50-250	>250
Zn	18-19	20-200	>200	18-19	20-200	>200

Fuente: Tomado de Jones *et al.* (1991).

Por su parte Piggott (1988) hace una recopilación de trabajos publicados por diversos autores (Cuadro 13), sobre el intervalo de concentración de varios nutrimentos, dando información del tipo de órgano muestreado y estado de crecimiento del cultivo de chile al momento del muestreo. Es importante señalar que cuando se presenta una variación en el intervalo de concentración adecuada de los macroelementos, el intervalo tiene muy poca variación.

Todo esto evidencia la necesidad de evaluar la dinámica nutrimental del cultivo a través del tiempo para establecer periodos de mayor demanda nutrimental, y así poder satisfacer estas exigencias mediante prácticas de fertilización (tradicional o fertirrigación) (Hernández, 1988).

3.4.3.2. Análisis de savia

El análisis de savia consiste en extraer este líquido de toda la planta o de algún órgano de referencia y determinar en él los elementos minerales y sustancias orgánicas de interés para la nutrición de la planta (Etchevers, 1997a). Burgueño *et al.* (1994) mencionan que el análisis de la savia en los tejidos conductores de los vegetales tiene las siguientes ventajas: es rápido y simple, debido a que

analíticamente son efectuados en forma directa sin preparación de los extractos de los tejidos conductores y el método utiliza los brotes axilares o los peciolo en expansión durante todo el ciclo del cultivo.

Cuadro 13. Concentración nutrimental en algunos órganos de referencia en distintas etapas fenológicas del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.).

Nutrimento	Etapa fenológica	Parte de la planta muestreada	Intervalo de concentración	
			Deficiente	Adecuado
N (%)	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	3.00-4.50
	Inicio de fructificación	HRM+P	--	2.90-4.60
N-NO ₃ (%)	Vegetativa inicial	PHRM	0-80	1.20
	Inicio de fructificación	PHRM	0.30	0.50
P (%)	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	0.30-0.70
	Inicio de fructificación	HRM+P	--	0.30-0.50
PO ₄ -P (%)	Vegetativa inicial	PHRM	0.20	0.40
	Inicio de fructificación	PHRM	0.15	0.25
K (%)	Vegetativa inicial	PHRM	4.00	6.00
	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	4.00-5.40
	Inicio de fructificación	PHRM	3.00	5.00
Ca (%)	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	0.40-0.60
	Inicio de fructificación	HRM+P	--	1.30-3.70
Mg (%)	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	1.00-1.70
	Inicio de fructificación	HRM+P	--	0.25-1.20
Cu (mg·kg ⁻¹)	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	10-20
	Inicio de fructificación	HRM+P	--	10-200
Zn (mg·kg ⁻¹)	Inicio de fructificación	HRM+P	--	35-260
Mn (mg·kg ⁻¹)	Inicio de fructificación	HRM+P	--	26-300
B (mg·kg ⁻¹)	Vegetativa intermedia	HRM+P	--	40-100
	Inicio de fructificación	HRM+P	--	30-100
Co (mg·kg ⁻¹)	Madurez fisiológica	PAP	--	0.31
	Madurez fisiológica	Fruto	--	0.12

Fuente: Tomado de Piggott (1988). HRM+P = Hojas de reciente maduración más el peciolo, PHRM = Peciolo de las hojas de reciente maduración, PAP = Parte aérea de la planta.

Este tipo de análisis se relaciona con las principales especies químicas presentes en los jugos de los tejidos conductores que son: NO₃, NH₄⁺, H₂PO₄, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺. Además de Na, Fe, Zn, Cu, Mn, el pH y la CE (Burgueño *et al.*, 1994).

Hartz *et al.* (1993) en su estudio mencionan que en el peciolo fue la medición del estado del N la que reflejó las diferencias entre sus tratamientos (dosis de 0, 84, 168, 252, y 336 kg ha⁻¹ de N). Encontraron una estrecha relación entre la concentración de nitratos en extractos de peciolo fresco, medidos con un electrodo selectivo a los nitratos y el N-NO₃ en el peciolo seco, obteniendo un coeficiente de determinación de 0.89.

En referencia al análisis de savia ya se cuenta con información para el cultivo del bell pepper, Burgueño *et al.* (1994) propusieron dividir la concentración de los elementos minerales en la savia en tres niveles, como marco de referencia que pudiera ayudar a corregir rápidamente una deficiencia o exceso del elemento (Cuadro 14): Nivel 1. Concentración de los elementos minerales en donde las plantas presentan niveles de crecimiento óptimo, habiendo tendencia a concentraciones superiores que indiquen un exceso de aplicación de fertilizantes. Nivel 2. Concentración de elementos minerales en donde las plantas se desarrollan normalmente. Nivel 3. Concentraciones cercanas a niveles de carencia de nutrientes, siendo necesaria una intervención oportuna.

Cuadro 14. Concentración de nutrimentos mediante el análisis de savia en el cultivo de chile Bell.

Nivel	Concentración de elementos minerales										pH	CE
	N-NO ₃	H ₂ PO ₄	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn		
	(mg kg ⁻¹)											(dS·m ⁻¹)
1	1,700	280	7,660	80	700	70	3	5	2	6	5.6	21
2	1,200	220	7,000	40	550	30	2.5	3	1.5	5	5.4	20.5
3	900	160	6,500	30	400	18	1	1	0.5	2.5	5.3	19

Fuente: Tomado de Burgueño *et al.* (1994).

Por su parte, Hartz *et al.*, (1993) mencionaron que el rendimiento máximo de frutos y del peso seco total de la planta fue obtenido en aquellas plantas que mantuvieron concentraciones de N-NO₃⁻ en el peciolo seco mayores a 5,000 mg kg⁻¹ cerca del periodo de llenado de fruto. Estos valores son muchos más bajos que los mostrados por Burgueño *et al.* (1994) que presenta valores de 9,000 a 14,000 mg kg⁻¹, para los periodos señalados. Sin embargo, la concentración de nitratos en el peciolo, es un reflejo de la cantidad de N realmente disponible para el metabolismo de la planta. Por lo anterior, un buen seguimiento de estas concentraciones permitirá conocer el estatus del N en cultivos que reciben fertirrigación, donde la disponibilidad del N del suelo puede ser modificado y/o ajustado a futuro.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en los invernaderos del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), a partir de abril de 1999, hasta marzo de 2000. La medición de las variables morfológicas se realizó en los laboratorios de Fenología de cultivos y Fisiología de Frutales del mismo Departamento y la determinación de la concentración de los nutrimentos de las muestras vegetales se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Vegetal de Edafología, del Instituto de Recursos Naturales, Colegio de postgraduados, Montecillo, Estado de México.

4.2. Material vegetal

Se emplearon semillas de frutos obtenidos por autofecundación de flores de una planta que pertenece a una colecta de Huatusco, Veracruz, del programa de producción y mejoramiento genético del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) del Departamento de Fitotecnia de la UACH. Esta colecta se caracteriza por presentar frutos de color amarillo, tamaño mediano (3 a 4 cm de largo por 3 cm de diámetro) y de dos o tres lóculos.

4.3. Diseño del experimento

4.3.1. Sistema hidropónico

Para la realización del experimento se establecieron cuatro módulos hidropónicos con sistema abierto, cada uno de ellos correspondió a uno de los tratamientos empleados que consistieron de 52 plantas arregladas en 4 hileras con una separación de 1 m entre ellas y 0.5 m entre plantas, además de un tanque de 200 L de capacidad para la solución nutritiva. La separación entre módulos fue de 1 m. La aplicación de la solución nutritiva fue manual con un recipiente de 500 ml. Cada planta se colocó en una maceta de polietileno negro, de 0.40 x 0.45 cm, de calibre 700 con capacidad de 10 kg de sustrato. Este consistió de tezontle fino y grueso con un diámetro de partícula de 0.5 a 0.7 y 0.7 a 1 cm, respectivamente, además de peat-moss; en los tres quintos inferiores de la maceta se usó tezontle grueso como sistema de drenaje y

en los dos quintos superiores una mezcla de 25% de peat-moss y 75% de tezontle fino; en total se emplearon 208 macetas.

4.3.2. Tratamientos

Se simularon cuatro condiciones nutrimentales y para ello se emplearon las concentraciones de 50, 75, 100 y 125% de la solución nutritiva universal de Steiner (SNUS) (1984), Cuadros 15 y 16. Como fuentes de los nutrimentos se emplearon a los fertilizantes comerciales indicados en el Cuadro 17, también se presentan las cantidades necesarias de cada uno de ellos en cada tratamiento de la SNUS.

Cuadro 15. Composición iónica y potencial osmótico de macronutrimentos de los cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner, utilizados en el estudio de la dinámica de extracción nutrimental del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Chapingo, México. 1999-2000.

Trat.	Conc. (%)	Especies iónicas (meq·L ⁻¹)						P.O. (Mpa)
		NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
1	50	6.00	0.50	3.50	3.50	4.50	2	-0.036
2	75	9.00	0.75	5.25	5.25	6.75	3	-0.054
3	100	12.00	1.00	7.00	7.00	9.00	4	-0.072
4	125	15.00	1.25	8.75	8.75	11.25	5	-0.090

Fuente: Tomado de Castro (1998). Trat.= Tratamiento, Conc.= Nivel de concentración, P.O.= Potencial osmótico.

Cuadro 16. Cantidad de micronutrimentos disponibles en cada uno de los cuatro tratamiento con diferentes concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner, utilizados en el estudio de la dinámica de extracción nutrimental del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Chapingo, México. 1999-2000.

Trat.	Conc. (%)	Micronutrimentos (mg kg ⁻¹)				
		B ³⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Zn ²⁺
1	50	0.03	0.13	0.13	0.10	0.12
2	75	0.09	0.19	0.19	0.15	0.18
3	100	0.12	0.25	0.25	0.20	0.23
4	125	0.14	0.31	0.31	0.25	0.29

Trat.= Tratamiento, Conc.= Nivel de concentración.

Cuadro 17. Cantidad de macronutrientes y micronutrientes empleados para preparar 200 L de cada concentración de la solución nutritiva universal de Steiner, utilizados en el estudio de la dinámica de extracción nutrimental del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Chapingo, México. 1999-2000.

Fuente Comercial	Concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner			
	50%	75%	100%	125%
	------(g)-----			
Ca(NO ₃) ₂	94.736	142.104	189.474	236.842
KNO ₃	9.552	14.328	19.106	23.882
K ₂ SO ₄	43.4	65.1	86.8	108.5
MgSO ₄	24	36	48	60
H ₃ PO ₄ (mL)	13	19.4	26	32
FeSO ₄ 7H ₂ O	0.5	0.75	1	1.25
MnSO ₄ 4H ₂ O	0.5	0.75	1	1.25
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.5
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.2	0.3	0.4	0.5
Na ₂ B ₄ O ₇ 10H ₂ O	1	1.5	2	2.5

4.3.3. Diseño experimental

Para llevar a cabo el experimento se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental y de muestro consistió de una planta

4.3.4. Variables de estudio y toma de datos

Para obtener las concentraciones y extracciones de nutrientes por las plantas a lo largo de su ciclo de cultivo se obtuvieron los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn en la parte aérea de la planta. Para evaluar el efecto de la disponibilidad nutrimental de cada uno de los tratamientos en el crecimiento y desarrollo de las plantas se midieron las siguientes variables morfológicas: altura de la planta, diámetro del tallo principal, número de hojas completamente desarrolladas, área foliar, peso seco total y por órgano de la planta, así como el rendimiento total de frutos por unidad de superficie.

4.3.4.1. Variables morfológicas

Las variables morfológicas fueron medidas cada 21 días a partir del transplante, por lo que fue necesario disecar 16 plantas en cada ocasión.

Altura de planta. La altura de la planta se tomó con una cinta métrica desde el punto donde inicia el tallo principal hasta donde termina.

Diámetro del tallo principal. El diámetro del tallo principal se midió en la base de la planta con un vernier.

Número de hojas. Para obtener el número de hojas se contaron las que estaban completamente desarrolladas en el momento que se hicieron todas las mediciones.

Área foliar. El área foliar se midió en un integrador fotométrico de área foliar Delta-T MK2 en cm^2 .

Peso seco. Para obtener el peso seco de los órganos, estos se separaron y se secaron en una estufa de secado a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas, posteriormente se pesaron en una balanza digital Sartorius 1205 MP; y para conocer el peso seco total se sumó el peso de todos los órganos que se presentaron en la planta al momento de cada evaluación.

4.3.4.2. Rendimiento

El rendimiento se midió cada semana durante el periodo de cosecha que fue del 7 de diciembre de 1999 al 4 de marzo de 2000. Los frutos frescos de las plantas en cada repetición de cada tratamiento se pesaron en la balanza digital y después se calculó el número promedio de frutos por planta y se dividió el peso de estos entre el número de plantas que los produjo, al final se sumaron todos los datos de producción para obtener el rendimiento total por planta. El rendimiento por unidad de superficie se obtuvo multiplicando el peso de los frutos por el número de plantas en un metro cuadrado de invernadero y después por 10000 m^2 , que corresponde a una hectárea de cultivo, este resultado se multiplicó por un factor de 0.75 con la finalidad de eliminar el 25% de espacio de invernadero que es empleado como calles. Los frutos del último corte se secaron en la estufa y se determinó su contenido nutrimental.

4.3.4.3. Dinámica nutrimental

La concentración de los macro y micronutrientes se determinó cada 42 días, para ello se utilizó el material vegetal empleado para peso seco. Las muestras se molieron por separado en un molino tipo Waley (malla No. 40) y se guardaron en sobres de papel, cada una de ellas contenía la materia seca de una planta completa, estas fueron homogenizadas de forma manual con la ayuda de un frasco de 2L y de cada una se tomó una submuestra de 1 gramo para su análisis nutrimental.

La determinación de la concentración de nitrógeno fue mediante el procedimiento Kjeldahl. Este procedimiento generalmente es empleado para la determinación del N total e involucra dos pasos: 1) la digestión de la muestra para convertir el N orgánico a N-NH_4^+ y 2) la determinación del N-NH_4^+ . La digestión es generalmente realizada calentando la muestra con H_2SO_4 , sustancias que incrementan la temperatura de la digestión (K_2SO_4 o Na_2SO_4) y catalizadores (Hg, Cu, o Se) que incrementan la tasa de oxidación de la materia orgánica del H_2SO_4 . El N-NH_4^+ en la digestión es usualmente determinado al colectar el NH_3 liberado por destilación del digerido con álcali y el análisis del destilado usualmente es por medio de un método volumétrico (Bremner y Mulvaney, 1982). Para P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn, se utilizó el procedimiento de digestión húmeda y las determinaciones correspondientes fueron mediante espectrofotometría de inducción con plasma acoplado, con un ICP AES, marca Varian. La extracción de nutrientes en cada fecha evaluada se determinó dividiendo los datos obtenidos del análisis en ppm entre 10000 para obtener el porcentaje (%) correspondiente, después con una regla de tres se multiplica el valor de porcentaje por la cantidad de materia seca y se divide entre 100%.

Para poder establecer los intervalos de concentración y valor de extracción de cada nutriente en las fases fenológicas del cultivo a partir de los datos obtenidos en cada una de las fechas evaluadas, se llevó a cabo el monitoreo de las fases fenológicas del cultivo establecidas en el análisis de Domínguez y García (1999). Cada una de las fases se registró cuando el 50% de la población se presentaba en cada una de las fases. La toma de datos se llevó a cabo a partir de la bifurcación del tallo principal hasta el final del periodo de cosecha. El evento de desarrollo de bifurcación del tallo es el único que corresponde a la fase de crecimiento vegetativo de la planta. En el Cuadro 18 se presentan cada una de las fechas en las que se evaluaron tanto las variables morfológicas como las de concentración nutrimental de las plantas y la fase fenológica correspondiente en la cual fueron realizadas.

Cuadro 18. Fases fenológicas del cultivo de chile manzano correspondientes a las fechas en que se evaluaron las variables morfológicas y de concentración nutrimental. Chapingo, México. 1999-2000.

Fechas muestreadas para las variables morfológicas (dds)	Fechas muestreadas para la concentración nutrimental (dds)	Fases fenológicas (fecha que abarcó cada fase)	Clave de identificación de las fases fenológicas
116	116	Bifurcación del tallo principal – Aparición de brotes laterales (116 a 140 DDS)	I
141		Aparición de brotes laterales – Floración (140 a 161 DDS)	II
161, 182, 203	161, 203	Floración – Fructificación (161 a 232 DDS)	III
224, 245	245	Fructificación – Madurez fisiológica de los frutos (232 a 256 DDS)	IV
262, 287, 308, 329	287, 329	Madurez fisiológica de los frutos – Final del periodo de cosecha (256 a 343 DDS)	V

dds= días después de siembra

4.4. Análisis estadístico de datos

A los datos obtenidos en cada una de las variables morfológicas, así como al contenido y extracción nutrimental se les aplicó un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Además, se realizó un análisis de correlación entre la concentración de cada elemento en cada fecha evaluada con el rendimiento total.

4.5. Conducción del experimento

4.5.1. Producción de plántula

La siembra se realizó el 26 de marzo de 1999 en charolas de unicel de 200 cavidades, se colocaron dos semillas por cavidad y se empleó peat-moss previamente humedecido como sustrato; después de la siembra se les aplicó un riego con una mezcla de Captan 50 a una concentración de 0.5 g por litro de agua. Posteriormente, las charolas se apilaron y se cubrieron totalmente con plástico negro para obtener la temperatura y humedad adecuadas para una germinación rápida. Al momento de la emergencia, las

charolas se colocaron una junto a la otra y se les protegió con malla-sombra a una altura de 80 cm sobre ellas con la finalidad de proporcionar bajos niveles de luminosidad que favorecieron el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

El primer riego se efectuó inmediatamente después de la siembra y los siguientes cada tercer día. Se tuvo cuidado en mantener siempre húmedo al sustrato. Cuando apareció la primera hoja verdadera, ocho días después de la emergencia, se inició la aplicación de la solución nutritiva de Steiner al 25% de concentración con el fin de proporcionar los nutrimentos necesarios para el desarrollo normal de las plántulas. La solución nutritiva se incrementó al 50% cuando se presentó la segunda hoja verdadera. Después de cada riego se aplicó agua para evitar que las hojas se quemaran con los fertilizantes. En estos riegos se empleó una regadera manual.

Para que las plántulas toleraran el transplante a la bolsa definitiva, se cambiaron a vasos de unicel del número ocho cuando presentaron cinco hojas verdaderas, fecha que correspondió a los 51 días después de la emergencia y se mantuvieron en ese contenedor hasta que alcanzaron doce hojas verdaderas.

4.5.2. Aplicación de los tratamientos

El 20 de julio, cuando las plantas presentaban 12 hojas verdaderas y la primera bifurcación del tallo, se transplantaron a macetas de polietileno, lugar donde creció y se desarrolló la raíz.

La solución nutritiva al 50% fue aplicada hasta el 6 de agosto, día en que empezaron a utilizarse las soluciones nutritivas de cada tratamiento, el riego fue diario y cada séptimo día se regó con agua para evitar la acumulación de sales en el sustrato. La cantidad varió de 100 a 500 ml, dependiendo tanto de la humedad del sustrato como la ambiental, y se incrementó durante el desarrollo del cultivo, al final se emplearon 2L planta⁻¹ día⁻¹. Los tanques de 200 L con las soluciones nutritivas eran suficientes para proporcionar el riego de tres semanas.

El sistema de tutoreo se estableció el 27 de octubre, 97 días después del transplante y se emplearon estacas e hilos. Las estacas se anclaron a bolsas de polietileno llenas de arena y se colocaron 4 bolsas por hilera de plantas. Los hilos de rafia se ubicaron de acuerdo a la altura de las plantas y esto evitó que se cayeran o colgaran; en total se colocaron siete niveles de rafia por hilera de cultivo.

El sombreado se proporcionó con una malla sombra del 50% y se mantuvo durante todo el cultivo. Para evitar el efecto de las heladas sobre este, se utilizaron calentadores tipo centinela que se activaban automáticamente a 7° C durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

4.5.3. Control fitosanitario

Durante la producción de plántula se aplicó 0.5 g de captan por litro de agua en el primer riego, ocho días después de la emergencia se hicieron controles semanales de mosquita blanca y hongos, con la aspersión de Biocrak (0.5 mL L⁻¹) y Captan (0.5 g L⁻¹), respectivamente. La primera semana después del transplante se siguió con el mismo control. A partir del día 27 de julio, se rotaron varios productos con una frecuencia de aplicación de dos veces por semana. Los plaguicidas empleados fueron los siguientes: Biocrak® (extracto acuoso de *Allium* sp. más extracto acuoso herbáceo), Tamaron® (metamidofos) y Nuvacron® 50 LS (monocrotofos), los fungicidas fueron: Aliette®, Daconil® (clorotalonil), Tecto 60® (tiabendazol MSD), Intercaptan® y Ridomil® (metalaxyl). La aplicación de los plaguicidas y funguicidas fue con una mezcla en dosis de 0.5%/L de agua de cada uno de ellos y se aumentó hasta 2% al final. El fungicida también se aplicó directamente al sustrato a través del riego. Adicionalmente, debido a la presencia de un hongo que atacó la base del tallo de algunas plantas, y ocasionó la muerte de dos de ellas, se hicieron aplicaciones de cal en esta región de la planta con el fin de evitar que el hongo siguiera su desarrollo y causara mas pérdidas, para ello se adicionaron dos gramos de este producto cada 20 días, a partir del 17 de agosto hasta el 30 de octubre.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Macronutrientes

En las cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner (SNUS) empleadas en este estudio no se presentaron síntomas visibles de alguna deficiencia o exceso de nutrientes en las plantas, por lo que las concentraciones que se obtuvieron en el tejido vegetal de cada elemento (Cuadros 19, 21, 23, 25 y 27) se encuentran dentro de los intervalos de deficiencia latente o de buen abastecimiento.

En las plantas de las diferentes concentraciones evaluadas de la SNUS se presentaron diferencias significativas en los contenidos de algunos elementos y en ciertas fases del cultivo. Para el caso del N, durante la floración (161 dds) e inicio de la fructificación (203 dds), los valores de concentración más bajos se encontraron en las plantas cultivadas con 50% (Cuadro 19) de concentración de la solución nutritiva universal de Steiner (CSNUS), por lo que esta no suministró las cantidades necesarias de N para el desarrollo óptimo de las plantas. En contraste, para Ca y Mg, durante el periodo de cosecha (287 y 329 dds), fueron las plantas con 50 y 75% de CSNUS las que alcanzaron los valores más altos en concentración en el tejido vegetal (Cuadros 25 y 27).

De igual forma las extracciones nutrimentales presentaron diferencias significativas en algunas etapas y para ciertos elementos. Por ejemplo, durante la floración (161 dds) las plantas con 50 y 75% de CSNUS extrajeron menor cantidad de N en relación a los otros dos tratamientos (Cuadro 20); en tanto que al inicio de la fructificación (203 dds) hubo diferencias en la extracción de N, K y Mg, ya que también las plantas con 50 y 75% de CSNUS tuvieron valores inferiores a los otros dos tratamientos (Cuadros 20, 24 y 28). Durante el periodo de cosecha (287 y 329 dds) se observaron diferencias significativas en la extracción de N, P, K, B y Cu, las plantas con 50% CSNUS extrajeron menor cantidad de K, N, y P (Cuadros 20, 22 y 24). Esto se debe a las diferencias en acumulación de materia seca (Cuadro 49) o a las concentraciones obtenidas de cada elemento que se presentaron para cada tratamiento.

5.1.1. Nitrógeno

Se presentaron diferencias significativas en la concentración de N a los 161 y 203 dds (Cuadros 10a, 11a, 12a, 13a y 14a) donde las plantas con 50% de CSNUS (Cuadro 19) mostraron valores inferiores a los otros tres tratamientos, es decir que durante la floración e inicio de la fructificación las plantas de este tratamiento no tuvieron la disponibilidad de N adecuada para absorber las cantidades necesarias para un crecimiento y desarrollo óptimo; en ambas fechas a pesar de que los requerimientos de este elemento son diferentes, en la primera las plantas habían acumulado sólo el 10% de su materia seca total y en la segunda el 30%, ésta concentración de la SNUS no logra satisfacerlos.

Cuadro 19. Comparación de medias del contenido de N en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	------(%)-----				
I* (116)	1.3130 a	1.3130 a	1.3130 a	1.3130 a	
III (161)	3.1937 b	3.4968 ab	3.8890 a	3.8463 a	0.4685
III (203)	2.1547 b	2.6380 ab	2.9165 a	3.2920 a	0.6667
IV (245)	2.8030 a	2.9338 a	3.0445 a	2.9080 a	0.6046
V (287)	2.9623 a	3.3343 a	2.9470 a	3.1980 a	1.1345
V (329)	2.8143 a	3.0615 a	3.1468 a	3.4110 a	0.6688
Fruto	2.0503 b	2.9300 a	2.6600 ab	3.0400 a	0.8711

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

En la Figura 1, se aprecia que los valores más altos de concentración de N en las plantas de los cuatro tratamientos se presentan al inicio de la floración (161 dds), después hay una fuerte disminución a los 203 dds, porque probablemente la tasa de acumulación de materia seca fue mayor a la tasa de absorción de nitrógeno.

Los valores de contenido de N que se presentan en los frutos (Cuadro 19) son más o menos iguales a los datos señalados para la parte vegetativa y hay diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro 15a), lo que también refleja que las plantas con 50% de CSNUS absorbieron una menor cantidad de este elemento que los otros tres tratamientos.

Jones *et al.* (1991) mencionan que los valores de concentración de N varían 1.5 al 6%, pero el intervalo de suficiencia esta entre 2.5 a 3.5% en el tejido foliar. Los datos del Cuadro 19 se encuentran

dentro de estos intervalos, excepto la primera fecha (116 dds) pero en ese momento todavía no se presentaban efectos de las concentraciones de los tratamientos en las plantas porque estos aún no se habían aplicado. Por ello no se observan síntomas visuales de deficiencia o toxicidad en las plantas de los cuatro tratamientos.

Existen varios trabajos sobre el contenido de N en el tejido foliar de *Capsicum annuum*, Burgueño *et al.* (1994) señalan 1.6% como valor óptimo durante la floración, 1.4% durante la formación de frutos y 1.2% en la producción. Por su parte, Piggott (1988) menciona un intervalo de 3 a 4.5% en la etapa vegetativa intermedia y 2.9 a 4.6% al inicio de la fructificación. Grageda (1999) sugiere al inicio de la floración una concentración de 0.7 %, al inicio del amarre de frutos 0.15% y durante la formación de los primeros frutos grandes 0.1%. Para Morales (1999) el contenido de N en la planta inicia con un 4.6% en la etapa vegetativa, 3.09% al inicio de la fructificación y 2.35% al final del ciclo. Otros autores no citan la fase del cultivo en que se tomaron las muestras, como Arcos *et al.* (1998), Jones *et al.* (1991) y Martínez-Cañadas *et al.* (1985), quienes indican 3.15 a 5%, 4 a 6% y 3.78%, respectivamente, como valores óptimos de concentración. Por lo tanto, aunque no sería válido hacer una comparación con los datos de este experimento y los mencionados por los diversos autores por la diferencia en cultivos, además de que la parte analizada en los estudios mencionados es en tejido foliar en tanto que en este experimento es en la parte aérea de la planta, los datos son similares a los de Martínez-Cañadas (1985), Morales (1999) y Piggott (1998), aunque Martínez-Cañadas (1985) y Piggott (1998) obtuvieron concentraciones de 4% para la fase de crecimiento vegetativo, valor muy alto en comparación con las del presente estudio a los 116 dds (Cuadro 19), aunque como ya se señaló en esta fecha todavía no se presentaban efectos de los tratamientos y probablemente la solución nutritiva empleada no suministraba la cantidad necesaria de N para el crecimiento y desarrollo óptimos del cultivo. Por lo que sin considerar ésta fecha podría decirse que las concentraciones obtenidas se encuentran dentro del intervalo de deficiencia latente o de buen abastecimiento de este nutrimento.

En cuanto a la extracción de N se puede ver que también hay diferencias significativas a los 161, 203, 287 y 329 dds (Cuadros 16a, 17a, 18a, 19a, 20a, 233a y 234a) y los tratamientos con 100 y 125% (Cuadro 20) de CSNUS tuvieron mayor extracción de N (Figura 2), ya que presentaron mayor acumulación de materia seca (Cuadro 49) o mayor contenido de nitrógeno y en algunos casos por los dos motivos. A los 287, para la parte vegetativa de la planta, dds la prueba de Tukey hace la separación de medias con un $\alpha = 0.07$, y son las plantas con 50% de CSNUS menor a los otros tres tratamientos con una diferencia mínima significativa de 1.911. En cuanto a la extracción total (Cuadros 20 y 253a) fueron las plantas con 125% de CSNUS las que presentan los valores más altos.

Cuadro 20. Comparación de medias de la extracción de N en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.004 a	0.004 a	0.004 a	0.004 a	
III (161)	0.431 c	0.554 bc	0.756 a	0.634 ab	0.177
III (203)	0.768 c	1.304 bc	1.775 ab	2.175 a	0.721
IV (245)	1.778 a	2.352 a	3.369 a	3.974 a	2.654
V (287)	2.687 a	3.006 a	4.299 a	4.654 a	2.070
V (329)	3.470 b	4.078 b	4.849 ab	5.595 a	1.489
Frutos	0.764 c	1.667 b	1.364 cb	2.391 a	0.646
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	2.950 b	3.910 ab	4.717 ab	5.321 a	2.137
V (329)	4.093 c	4.817 bc	5.654 b	7.207 a	1.512
Extracción total	4.234 c	5.745 bc	6.213 b	7.986 a	1.547

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Burgueño (1995) señala que para producir una tonelada de fruto de bell rojo cada planta necesita extraer 8.6 g de N-total y se emplean 4.5 kg para producir una tonelada de fruto, con un rendimiento de 1917 g planta⁻¹. Morales (1996) menciona que la planta de chile mirasol extrae en total 5.1 g, con un rendimiento de 516 g planta⁻¹, por lo que se requieren 9.88 kg para producir una tonelada de frutos. En plantas de *Capsicum annuum* cv. Lamuyo, Rincón *et al.* (1995) indican que se absorbieron 11.72 g de N por planta, con un rendimiento de 1560 g planta⁻¹ y para obtener 1 tonelada de frutos se necesitan 7.5 kg. En este experimento la mayor extracción total fue de 7.99 g por las plantas con 125% de CSNUS, que tuvieron un rendimiento de 1325 g planta⁻¹ (Figura 2, Cuadros 20 y 50), dato inferior a los de Burgueño (1995) y Rincón *et al.* (1995) y superior al de Morales (1999).

Para Núez *et al.* (1996) las variedades de bell pepper en los Cuadros 5 y 6 extraen de 2.3 a 4.1 kg para producir 1 tonelada de fruto y según Hedge (1997) el cultivo de chile requiere absorber de 3 a 3.5 kg de N para obtener la misma producción. Las plantas con 125% de CSNUS extraerían 6 kg de N en 755 plantas para obtener una tonelada de frutos, cantidad superior a los datos indicados por Burgueño (1995), Hedge (1997) y Núez *et al.* (1996), e inferior a los de Morales (1995) y Rincón *et al.* (1995). Esto indica que en chile manzano se requiere mejorar la eficiencia en el uso de N, lo cual podría lograrse con prácticas de manejo tales como podas de brotes inferiores (los que salen debajo de la primera y segunda bifurcación del tallo) y ramas, ya que al reducir área foliar y tallos se incrementaría el índice de cosecha.

Por ejemplo, Rivera (1998) menciona que podar a los ocho entrenudos incrementa la calidad de los frutos, esto se midió en grosor de pericarpio y tamaño de los mismos. También Ramírez (1997) encontró que con 3000 mg kg⁻¹ de B-9 se reduce el porte de la planta y se incrementa el rendimiento, el tamaño de fruto se mantiene en relación al testigo sin aplicación de B-9.

Hedge (1997), Morales (1999), Núñez *et al.* (1996) y Rincón *et al.* (1995) mencionan que en *Capsicum annuum* la mayor cantidad de N se acumula en los frutos, pero al comparar los datos del Cuadro 20 se puede observar que los frutos del chile manzano no fueron el principal punto de demanda de N de la planta, sino mas bien la parte vegetativa, los brotes y ramas en crecimiento tuvieron más fuerza de demanda que los frutos en desarrollo. También cada tratamiento absorbió cantidades estadísticamente diferentes de N porque se presentaron diferencias significativas (Cuadro 21a) en la cantidad de materia seca acumulada (Cuadro 50) y en los contenidos de este elemento, además, fue con la concentración de 125% de la SNUS donde las plantas destinaron más N a los frutos.

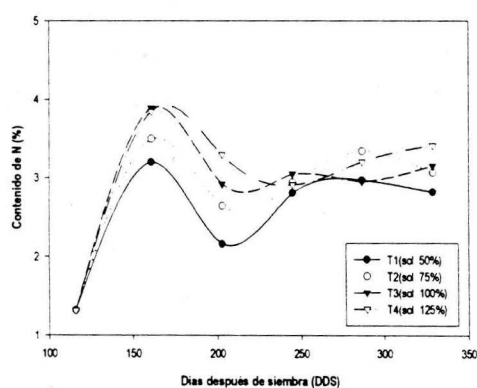


Figura 1. Variación del contenido de N en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

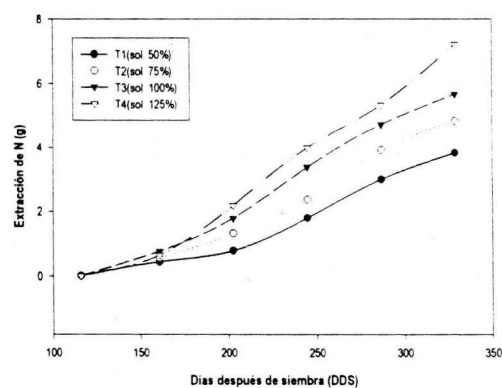


Figura 2. Variación de la extracción de N durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

Al presentarse mayor disponibilidad nutrimental hubo una mayor extracción de N por la planta (Figura 2), y las plantas con 125% de CSNUS fueron las que absorbieron más N. Probablemente si se empleara una concentración de 150% de la SNUS no se obtendría una mayor concentración y extracción de este elemento porque se llegaría a un consumo de lujo o a niveles tóxicos para la planta; no obstante esto sería motivo de investigación.

5.1.2. Fósforo

Los valores de fósforo obtenidos en este experimento sólo son estadísticamente diferentes en la última fecha de toma de datos (Cuadros 22a, 23a, 24a, 25a y 26a), donde las plantas con 100% de CSNUS (Cuadro 21) presentaron valores inferiores a los otros tres tratamientos. Por lo que puede decirse que en todo el ciclo de crecimiento las plantas presentaron concentraciones de P estadísticamente iguales en los cuatro tratamientos. Esto puede explicarse por lo establecido por Mengel y Kirkby (1982): la absorción de P depende más de la actividad metabólica de la planta, del sistema de acarreadores específicos para fosfato y del pH del suelo que de la disponibilidad que tenga en el sustrato. Además, en los frutos los datos del contenido de P de los cuatro tratamientos tampoco presentan diferencias estadísticas (Cuadro 27a) y son similares a los de la parte vegetativa.

Cuadro 21. Comparación de medias del contenido de P en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
		-----(-%)-----								
I*	(116)	0.2455	a	0.2455	a	0.2455	a	0.2455	a	
III	(161)	0.3104	a	0.3238	a	0.2974	a	0.4061	a	0.2003
III	(203)	0.3010	a	0.2546	a	0.2333	a	0.2629	a	0.0987
IV	(245)	0.2560	a	0.2769	a	0.2753	a	0.2638	a	0.1127
V	(287)	0.2687	a	0.3292	a	0.2761	a	0.2875	a	0.0772
V	(329)	0.2525	a	0.2740	a	0.1993	b	0.2493	a	0.0394
Fruto		0.2139	a	0.2601	a	0.2305	a	0.2796	a	0.0776

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Jones *et al.* (1991) mencionan que el fósforo consiste del 0.1 al 1.0% del peso seco de muchos cultivos con valores de suficiencia entre 0.2 y 0.4% en hojas recién maduras, los valores críticos son normalmente menores a 0.2% y mayores a 1.0%. Los datos del Cuadro 21 se encuentran dentro del intervalo de suficiencia y es por esto que no se observaron síntomas de deficiencia ni exceso de este elemento en las plantas.

Piggott (1988) indica que en *Capsicum annuum* el contenido de P en las hojas y peciolo maduros varía de 0.3 a 0.7% durante la etapa vegetativa intermedia y de 0.3 a 0.5% al inicio de la fructificación. Morales (1999) obtuvo en la parte aérea de la planta de chile mirasol 0.55% en la etapa vegetativa y 0.31% durante la fructificación. Por su parte Burgueño *et al.* (1994) señalan que durante la floración el

chile bell presenta 0.4%, 0.3% durante la formación de frutos y 0.28% durante la producción. En tanto que Grageda (1999) menciona que en los chiles picosos el nivel de suficiencia en el pecíolo de las hojas maduras más recientes al inicio de floración es de 0.25% y en la fructificación de 0.2%. En este experimento, se obtuvo para la parte aérea de la planta durante la etapa vegetativa una concentración de 0.24%, valor inferior al indicado por Morales (1999) y Piggott (1988), posiblemente la solución del 50% de CSNUS con que se regaba a las plantas en esta fecha no proporcionó la cantidad necesaria de este elemento; durante la floración se tuvieron valores de 0.29 a 0.4 % y a la mitad de la cosecha hay una variación de 0.26 a 0.33%, intervalos que son similares a los mencionados por Burgueño *et al.* (1994), Grageda (1999), Morales (1999) y Piggott (1988). Por lo que las concentraciones obtenidas en el tejido vegetal de las plantas de los cuatro tratamientos son óptimas para el desarrollo de planta porque son muy similares entre ellas y con los datos presentados por los diferentes autores aquí citados.

Si se considera el contenido de P (Cuadro 21) de los cuatro tratamientos, los datos varían desde 0.2 hasta 0.4% y los valores más altos se alcanzan a los 161 dds, después hay una disminución (203 dds) en el contenido de este elemento (Figura 3), al igual que en N es un efecto de dilución, ya que probablemente la tasa de acumulación de materia seca fue mayor a la tasa de absorción de P, además en este momento se inicia un periodo de rápida acumulación de materia seca de las plantas y acumulan el 30% de su materia seca total (Cuadro 49).

En cuanto a la extracción de fósforo únicamente hay diferencias significativas a los 329 dds (Cuadros 28a, 29a, 30a, 31a, 32a, 235a, 236a y 254a) y como se puede apreciar en el Cuadro 22 las plantas con 50% de CSNUS extrajeron menor cantidad por efecto de extracción por los frutos, ya que la parte vegetativa de las plantas extrajeron cantidades estadísticamente iguales de este nutrimento (Figura 4) sin importan su concentración en el sustrato.

Burgueño (1995) señala que para producir una tonelada de bell pepper, cada planta necesita extraer 2.2 g de P_2O_5 y a su vez 1.15 kg para producir una tonelada de frutos en 522 plantas. Morales (1999) indica que la planta de chile mirasol absorbe en total 0.6 g de P para producir 516 g, por lo que se emplearían 1.2 kg para obtener una tonelada de frutos en 1930 plantas. En plantas de *Capsicum annum* cv. Lamuyo, Rincón *et al.* (1995) mencionan que la cantidad total de P asimilado por planta fue de 1.32 g para obtener 1560 g de frutos y se necesitarían 0.85 kg para producir una tonelada de ellos. En chile manzano la extracción total de fósforo por planta varió de 0.4 a 0.6 g, este último dato corresponde a las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS (Cuadro 22), que obtuvo el mayor rendimiento, y es inferior a los indicados por Burgueño (1995) y Rincón *et al.* (1995) pero similares a los de Morales (1999).

Cuadro 22. Comparación de medias de la extracción de P en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.0007 a	0.0007 a	0.0007 a	0.0007 a	
III (161)	0.0422 a	0.0514 a	0.0569 a	0.0670 a	0.041
III (203)	0.1071 a	0.1291 a	0.1419 a	0.1729 a	0.068
IV (245)	0.1599 a	0.2267 a	0.3012 a	0.3352 a	0.234
V (287)	0.2385 a	0.2990 a	0.4019 a	0.4214 a	0.204
V (329)	0.3125 a	0.3674 a	0.3056 a	0.4087 a	0.154
Frutos	0.0796 c	0.1474 b	0.1178 bc	0.2195 a	0.047
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	0.2758 a	0.3788 a	0.4380 a	0.4814 a	0.209
V (329)	0.3740 b	0.4329 ab	0.3751 b	0.5576 a	0.161
Extracción total	0.3921 b	0.5148 ab	0.5197 ab	0.6409 a	0.231

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Núñez *et al.* (1996) mencionan que la cantidad requerida por tonelada de fruto fresco producido en las variedades de bell pepper mencionadas en los Cuadros 5 y 6 varia de 0.52 a 1.03 kg de P₂O₅. Hedge (1997) por su parte, encontró que las plantas de chile necesitan absorber 0.8 a 1 kg de P para tener la misma producción. Las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS que produjeron 1325 g por planta, necesitarían 0.48 kg de P para llegar a esa producción con 755 plantas, dato ligeramente inferior a los citados por Hedge (1997), Morales (1999) y Rincón *et al.* (1995), pero similar a los de Núñez *et al.* (1996) y Burgueño (1995), por las diferencias entre las moléculas empleadas. Estos autores con cantidades similares de P alcanzaron rendimientos mayores a los obtenidos en chile manzano, esto sugiere que al igual que en N, es necesario hacer más eficiente el uso de este nutrimento en la planta.

Los datos de extracción de P por los frutos son estadísticamente diferentes (Cuadro 33a) y es en el tratamiento con 125% de CSNUS donde se obtuvieron los valores más altos (Cuadro 22), es decir, que aunque no se presentaron diferencias en la extracción de este elemento por la parte vegetativa si lo hubo en los frutos y es aquí donde se ve el efecto de la disponibilidad nutrimental de la SNUS. En los cuatro tratamientos los valores son más bajos en comparación con los de la parte vegetativa; Hedge (1997), Morales (1999), Nuez *et al.* (1996) y Rincón *et al.* (1995) mencionan que en los frutos de varios cultivares de *Capsicum annuum* los valores de extracción de P son más altos en el fruto que en la parte vegetativa, lo que no sucedió en este experimento, esto quiere decir que ellos no fueron el principal punto de

demanda, sino más bien la parte vegetativa, porque durante el desarrollo de los frutos también se dio un fuerte incremento en el crecimiento de brotes y ramas que tuvieron más fuerza de demanda.

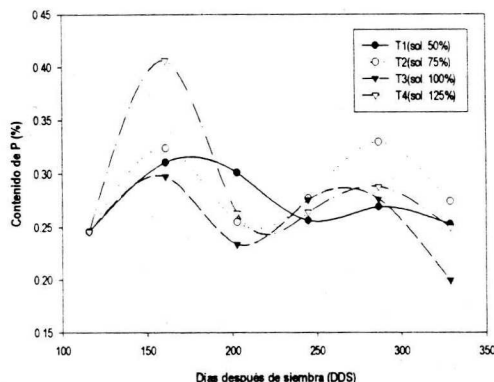


Figura 3. Variación del contenido de P en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

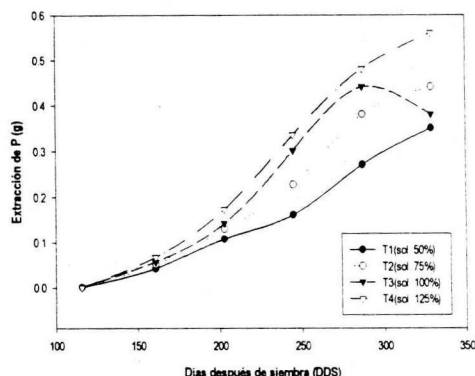


Figura 4. Variación en la extracción de P a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.1.3. Potasio

Estadísticamente no hubo diferencias en la concentración de K entre las plantas de los cuatro tratamientos (Cuadros 23, 34a, 35a, 36a, 37a y 38a), lo mismo sucede con el contenido de este elemento en los frutos (Cuadro 39a). Esto puede explicarse con lo señalado por Mengel y Kirkby (1982) acerca de que uno de los factores importantes en determinar la absorción de este elemento es la morfología de las raíces y la absorción potencial de potasio que éstas presentan, lo cual está definido genéticamente y por lo tanto varía según la especie y cultivar.

El potasio forma parte del 1.0 a 5.0 % del peso seco del tejido foliar recién maduro con valores de suficiencia de 1.5 a 3.0% (Jones *et al.*, 1991), los valores del Cuadro 23 se encuentran dentro de este intervalo, esto explica porque no se presentaron síntomas de deficiencia o exceso en las plantas de los cuatro tratamientos.

Jones *et al.* (1991) señalan que en las hojas de bell pepper el intervalo de suficiencia varía de 4 a 6% de K y para Arcos *et al.* (1998) es de 4.01 a 6%. Según Grageda (1999) para chiles picosos, en el peciolo de las hojas maduras, el nivel de suficiencia de K es de 5% al inicio de la floración, 4% al inicio del amarre del fruto y 3% con los primeros frutos grandes. Piggott (1988) indica que el intervalo de concentración de K

durante la etapa vegetativa inicial es de 6%, en la etapa vegetativa intermedia de 4 a 5.4% y al inicio de la fructificación de 5%. Burgueño *et al.* (1994) mencionan que el valor óptimo en las hojas y peciolo es de 7% en la floración, 6.5% durante la formación de frutos y 6% en la producción. Martínez-Cañadas *et al.* (1985) obtuvieron que la concentración de K en las hojas del tercio medio es de 3.22% y para Morales (1999) en la planta de chile mirasol varía de 2.54 a 4.80%.

Cuadro 23. Comparación de medias del contenido de K en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	------(%)-----				
I* (116)	1.9498 a	1.9498 a	1.9498 a	1.9498 a	
III (161)	1.7811 a	2.4448 a	1.9562 a	1.5668 a	1.165
III (203)	1.9271 a	1.6721 a	1.9412 a	2.1232 a	0.730
IV (245)	2.1652 a	2.4687 a	2.7388 a	2.0746 a	1.401
V (287)	2.4656 a	2.6568 a	2.1584 a	2.6483 a	0.906
V (329)	2.2427 a	2.5833 a	2.4449 a	2.8156 a	0.827
Fruto	1.8984 a	2.1062 a	1.7292 a	1.9725 a	0.443

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Los datos del Cuadro 23 indican para chile manzano 1.9 % para la etapa vegetativa, 1.6 a 2.4 % durante la floración y 2.1 a 2.8% durante la maduración de los frutos, en general son valores inferiores a los conseguidos para los cultivares de *Capsicum annuum*. Probablemente son concentraciones que se encuentran en un intervalo de deficiencia latente en todas las fases evaluadas. La deficiencia latente es el rango que se asocia con una disminución del crecimiento o producción, en el cual la planta no muestra síntomas visibles de deficiencia, cuando se observan valores en este rango son precisos algunos cambios en las prácticas de fertilización, no obstante, para ciertos cultivos puede ser conveniente operar en este nivel (Alcantar y Sandoval, 1999). Esto podría deberse a la influencia de la temperatura o de factores internos de la planta que afectan la absorción de este nutrimento. Bouma (1983), Gardner *et al.* (1985) y Marschner (1986) indican que a temperaturas bajas, especialmente menores de 10°C, se reduce la absorción de K como resultado de una baja fluidez y alta permeabilidad de la membrana, por lo que si la absorción se reduce más que la tasa de crecimiento la concentración del elemento en el tejido baja; además, cada cultivo presenta temperaturas óptimas para la absorción de este elemento. En este experimento, como se puede observar en la Figura 1a y Cuadro 232a, las temperaturas van de mayor a menor; es decir, conforme la planta creció la temperatura disminuyó y talvez esto se reflejó en una baja absorción de K. Además, como señalan Mengel y Kirkby (1982), otro factor importante en determinar la

absorción de potasio es la morfología de las raíces y la absorción potencial de potasio que éstas presenten, lo cual está definido genéticamente y por lo tanto varía según la especie y cultivar. Por lo tanto esto amerita un estudio más específico sobre este elemento.

En cuanto a la extracción nutrimental, se presentan diferencias significativas a los 203, 287 y 329 dds como se observa en los Cuadros 40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 237a, 238a y 255a en donde las plantas con 100 y 125% de CSNUS son superiores a las otros dos tratamientos (Cuadro 24 y Figura 6) debido a que tuvieron una mayor acumulación de materia seca. Al final las plantas con 125% de CSNUS extrajeron mayor cantidad de este elemento.

Cuadro 24. Comparación de medias de la extracción de K en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----						
Parte vegetativa						
I*	(116)	0.006 a	0.006 a	0.006 a	0.006 a	
III	(161)	0.242 a	0.386 a	0.379 a	0.268 a	0.237
III	(203)	0.699 b	0.834 b	1.185 ab	1.400 a	0.548
IV	(245)	1.404 a	1.919 a	3.035 a	2.509 a	2.557
V	(287)	2.232 b	2.393 b	3.141 ab	3.831 a	1.287
V	(329)	2.828 b	3.435 ab	3.753 ab	4.664 a	1.587
Frutos		0.707 c	1.195 b	0.884 c	1.549 a	0.219
Parte vegetativa y frutos						
V	(287)	2.487 b	3.034 ab	3.413 ab	4.257 a	1.385
V	(329)	3.320 b	3.971 b	4.274 ab	5.712 a	1.494
Extracción total		3.535 b	4.630 b	4.637 b	6.213 a	1.265

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Según Burgueño (1995) para producir una tonelada de frutos cada planta debe extraer 13.7 g de K₂O, con un total de 7.15 kg en 522 plantas. Morales (1999) indica que la planta de chile mirasol absorbe 5.3 g para producir 516 g de frutos por planta y con 10.27 kg de K se produciría 1 tonelada de frutos. En plantas de *Capsicum annuum*, Rincón *et al.* (1995), mencionan que para obtener la misma producción cada planta debe extraer 15.3 g de K con un total de 9.8 kg. La parte aérea de la planta de chile manzano extrajo de 3.5 a 6.2 g (Cuadro 24) y son valores inferiores a los de Burgueño (1995) y Rincón *et al.* (1995) pero similares a los de Morales (1999). Para Núñez *et al.* (1996) las variedades de bell pepper de los Cuadros 5 y 6 extraen de 3.56 a 6.69 kg de K₂O para producir una tonelada de frutos, según Hedge (1997) el cultivo de chile necesita en total de 5 a 6 kg de K para obtener la misma producción. De igual forma, con la

información del Cuadro 24, las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS usarían 4.7 kg de K por tonelada de frutos, cantidad menor a las mencionados por Burgueño (1995), Morales (1999) y Rincón *et al.* (1995) y similar a las de Hedge (1997) y Núñez *et al.* (1996).

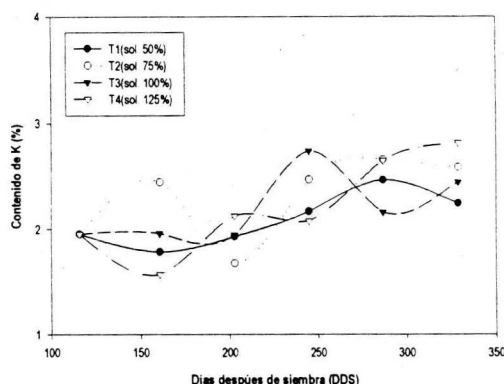


Figura 5. Variación del contenido de K en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

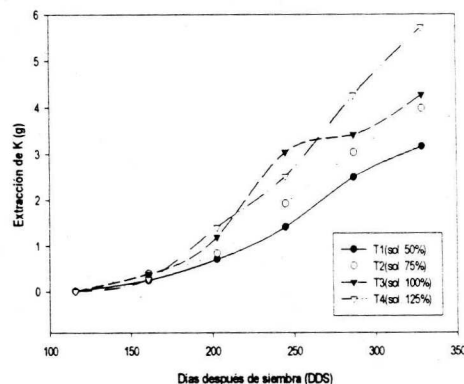


Figura 6. Variación en la extracción de K a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

Los datos de extracción de K por los frutos en los cuatro tratamientos (Cuadros 24 y 45a) son estadísticamente diferentes por efecto de las diferencias en acumulación de materia seca, además, son inferiores a los valores obtenidos para la parte vegetativa. Hedge (1997), Morales (1999), Núñez *et al.* (1996) y Rincón *et al.* (1995) mencionan que en los frutos de varios cultivares de *Capsicum annum* los valores de extracción de K son similares en el fruto y en la parte vegetativa, Marschner (1986) por su parte señala que en los frutos carnosos la concentración de K es muy alta y a la madurez la mayor parte del K esta en ellos, en este experimento no sucedió ninguna de las dos situaciones, por lo que los frutos no fueron el principal punto de demanda de este elemento, como se discutió ya para el caso de nitrógeno y fósforo.

5.1.4. Calcio

En el contenido de Ca se observan diferencias significativas a los 287 y 329 dds (Cuadros 46a, 47a, 48a, 49a y 50a) es decir que durante el periodo de cosecha las plantas con 100y 125% de CSNUS presentan valores de concentración inferiores a los otros dos tratamientos (Cuadro 25 y Figura 7), posiblemente por lo que menciona Marschner (1986) de que una dilución en la concentración de calcio por crecimiento es una de las formas en que se mantienen un nivel bajo de este elemento, que es necesario

en los frutos y tejidos de almacenamiento para una rápida expansión celular y alta permeabilidad de membrana; además, se puede observar que en estas fechas las plantas con 50 y 75% de CSNUS sólo han acumulado un 70% de sus tallos y hojas, mientras que los otros dos tratamientos ya han alcanzado el 90% (Cuadro 230a), y como el calcio es un elemento principalmente estructural, esto podría explicar en parte las concentraciones obtenidas al final del ciclo de crecimiento en los dos tratamientos con menor concentración de la SNUS (Figura 8). También los datos del contenido de Ca en los frutos son estadísticamente iguales (Cuadro 51a).

Cuadro 25. Comparación de medias del contenido de Ca en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
		------(%)-----								
I*	(116)	1.0306	a	1.0307	a	1.0306	a	1.0307	a	
III	(161)	1.5607	a	1.9256	a	1.8001	a	2.3320	a	1.1471
III	(203)	2.0001	a	2.2060	a	1.7583	a	1.9494	a	1.0768
IV	(245)	1.8288	a	1.8157	a	1.7181	a	1.8545	a	0.8853
V	(287)	2.2499	a	2.2418	a	1.6199	b	1.7636	b	0.4615
V	(329)	2.0509	a	1.7671	ab	1.1685	c	1.3851	bc	0.4605
Fruto		0.1514	a	0.1261	a	0.1303	a	0.1210	a	0.0570

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

El contenido de Ca en la mayoría de cultivos varía de 0.2 a 3.0% del peso seco en el tejido foliar (Jones *et al.*, 1991; Salisbury y Ross, 1994), como los datos del Cuadro 25 se encuentran dentro de este intervalo esto explica porque no se observaron síntomas de deficiencia o toxicidad de este elemento a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano.

Jones *et al.* (1991) indican que en bell pepper el intervalo de suficiencia de Ca en las hojas varía de 1 a 2.5%. Para Arcos *et al.* (1998) el nivel adecuado de Ca en el follaje del chile varía de 2.01 a 4%. Piggott (1988) obtuvo en la etapa vegetativa intermedia un intervalo de 0.4 a 0.6% y durante el inicio de la fructificación de 1.3 a 3.7%. Burgueño (1995) señala que el valor óptimo de concentración en las hojas y peciolo durante la floración es de 1.8%, durante la formación de frutos de 2% y en la producción de 2.5%. En este experimento se obtuvo 1.03% en la etapa vegetativa, 1.6 a 2.3% durante la floración, 1.7 a 1.8% durante la formación de frutos y 1.4 a 2.2% en la época de cosecha (Cuadro 25), éstos son valores similares a los de Arcos *et al.* (1998), Burgueño *et al.* (1995), Jones *et al.* (1991) y Piggott (1988), por lo

que probablemente los cuatro tratamientos presentaron concentraciones que se encuentran en el intervalo de buen abastecimiento para el crecimiento y desarrollo del cultivo en las etapas evaluadas.

Los datos de extracción nutrimental son estadísticamente iguales durante todo el ciclo de cultivo (Cuadros 52a, 53a, 54a, 55a, 56a, 239a, 240a y 256a), es decir, no hubo efecto de la concentración de la solución en las plantas de los cuatro tratamientos (Cuadro 26), los valores indicados como extracción de Ca por los frutos tampoco son estadísticamente diferentes (Cuadro 57a) con $\alpha=0.05$, pero si con $\alpha=0.053$, ya que la prueba de Tukey hace la separación con $\alpha=0.05$ (Cuadro 26). Para *Capsicum annuum* Núñez *et al.* (1996) mencionan que el 95% del Ca lo extrae la parte vegetativa, en cambio Rincón *et al.* (1995) señalan que los frutos y la parte vegetativa acumulan cantidades similares, pero en chile manzano los valores obtenidos para la parte vegetativa representan el 99% del total de Ca extraído, valor que indica que esta parte representó el punto de mayor demanda de la planta por este elemento.

Cuadro 26. Comparación de medias de la extracción de Ca en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.003 a	0.003 a	0.003 a	0.003 a	
III (161)	0.211 a	0.307 a	0.346 a	0.380 a	0.2565
III (203)	0.732 a	1.099 a	1.070 a	1.286 a	0.6924
IV (245)	1.132 a	1.406 a	1.891 a	2.339 a	1.3859
V (287)	2.064 a	2.026 a	2.367 a	2.555 a	1.0570
V (329)	2.544 a	2.350 a	1.795 a	2.269 a	1.1031
Frutos	0.056 b	0.072 ab	0.066 ab	0.095 a	0.037
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	2.052 a	2.064 a	2.387 a	2.581 a	1.0253
V (329)	2.745 a	2.382 a	2.332 a	1.834 a	1.0176
Extracción total	2.600 a	2.422 a	2.433 a	2.650 a	0.673

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Burgueño (1995) menciona que para producir una tonelada de chile bell se necesitan 2.7 kg de CaO, donde cada planta extrae en promedio 5.18 g, por su parte Núñez *et al.* (1996) indican que las cantidades extraídas por las variedades de bell pepper del Cuadro 5 y 6 varían de 1.21 a 4.81 Kg por tonelada de frutos. En *Capsicum annuum* Rincón *et al.* (1995) señalan que una planta absorbe 4.8 g de Ca y para obtener una tonelada de frutos se emplearían 3.1 kg. En este experimento la cantidad de Ca extraída por una planta del tratamiento con 125% de CSNUS es de 2.65 g para producir 1325 g por planta (Cuadro 26),

por lo que para producir una tonelada de frutos se emplearían 2 kg, dato inferior a los de Rincón *et al.* (1995), pero similar a los de Burgueño (1995) y Núñez *et al.* (1996).

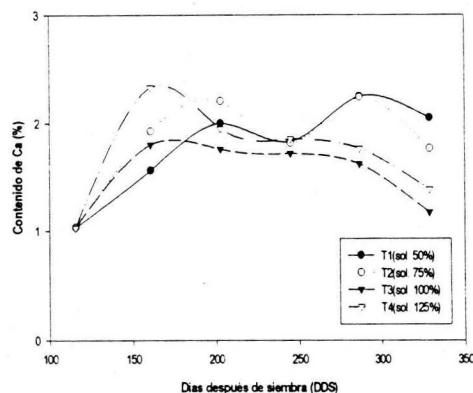


Figura 7. Variación en el contenido de Ca del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

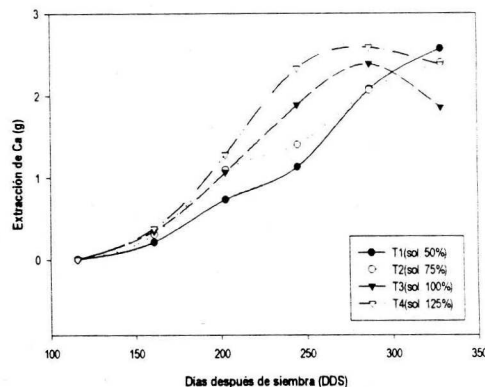


Figura 8. Variación en la extracción de Ca a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.1.5. Magnesio

En el contenido de Mg se observan diferencias significativas a los 287 y 329 dds (Cuadros 58a, 59a, 60a, 61a y 62a), por lo que durante el periodo de cosecha las plantas con 50% de CSNUS presentan valores superiores a los otros tres tratamientos (Cuadro 27). Además, el contenido de Mg en los frutos en los cuatro tratamientos es estadísticamente igual (Cuadro 63a).

Cuadro 27. Comparación de medias del contenido de Mg en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	------(%)-----				
I* (116)	0.6087 a	0.6087 a	0.6087 a	0.6087 a	
III (161)	1.0745 a	1.2331 a	1.3941 a	1.5233 a	0.931
III (203)	0.9106 a	1.1622 a	1.2109 a	1.1426 a	0.470
IV (245)	0.7246 a	0.6949 a	0.7376 a	0.8521 a	0.219
V (287)	0.9201 a	0.7786 ab	0.6494 b	0.7293 ab	0.199
V (329)	0.8408 a	0.6513 ab	0.5401 b	0.5959 b	0.214
Fruto	0.1697 a	0.1846 a	0.1832 a	0.2003 a	0.056

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

En la Figura 9 se puede observar que en los cuatro tratamientos los valores más altos de concentración de Mg se obtuvieron a los 161 dds, cuando las plantas eran aún pequeñas y habían acumulado sólo el 8-11% de materia seca y disminuyen ligeramente al iniciar el periodo de mayor acumulación de materia seca (245 dds).

El contenido de Mg de una planta varía de 0.15 a 1.0% del peso seco del tejido foliar, con valores de suficiencia de 0.25% en la mayoría de los cultivos (Jones *et al.*, 1991), los datos del Cuadro 27 se encuentran dentro de ese intervalo y probablemente por esto no se observaron síntomas de deficiencia o toxicidad en las plantas.

Jones *et al.* (1991) mencionan que el intervalo de suficiencia de Mg en las hojas de bell pepper varía de 0.30 a 1% y para Arcos *et al.* (1998) el intervalo adecuado es de 0.31 a 1% en el follaje de chile. Piggott (1988) obtuvo en hojas recientemente maduras de *Capsicum annuum* un intervalo de 1 a 1.7% en la etapa vegetativa intermedia y de 0.25 a 1.2% al inicio de la fructificación. Para Burgueño *et al.* (1994) los valores óptimos en las hojas y pecíolos del chile Bell son 0.85% en la floración, 0.8% en la formación y producción de frutos. Martínez-Cañadas *et al.* (1985) sugieren que la concentración de Mg en las hojas del tercio medio en plantas de chile es de 1.38%. En este experimento los datos del Cuadro 27 son similares a los obtenidos para *Capsicum annuum*, por lo que posiblemente las concentraciones obtenidas se encuentren dentro del intervalo de buen abastecimiento para el desarrollo de las plantas de chile manzano.

En cuanto a la extracción de Mg se presentan diferencias significativas a los 203 dds (Cuadros 64a, 65a, 66a, 67a, 68a, 241a, 242a y 257a), donde los valores obtenidos por las plantas de los tratamientos con 100 y 125% son superiores a los otros dos tratamientos (Cuadro 28) por su mayor acumulación de materia seca (Figura 10). Aunque en general, estadísticamente no hay diferencias entre la cantidad de Mg extraído por las plantas de los cuatro tratamientos.

Los datos de extracción de Mg por los frutos (Cuadro 28) presentan diferencias significativas (Cuadro 69a) por efecto de la acumulación de materia seca y es el tratamiento con 125% de CSNUS el que tiene los valores más altos. Para *Capsicum annuum* Núñez *et al.* (1996) señalan que el 75% del Mg extraído está en los frutos, Rincón *et al.* (1995) menciona que la parte vegetativa y los frutos extraen cantidades similares, pero en chile manzano el 99% de este elemento está en la parte vegetativa, por lo que esta fue la principal demanda de Mg en la planta y no los frutos, como sucedió con los otros macroelementos, por las mismas razones ya discutidas.

Cuadro 28. Comparación de medias de la extracción de Mg en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.0018 a	0.0018 a	0.0018 a	0.0018 a	
III (161)	0.1449 a	0.1971 a	0.2668 a	0.2504 a	0.197
III (203)	0.3313 b	0.5731 ab	0.7353 a	0.7518 a	0.325
IV (245)	0.4609 a	0.5597 a	0.8221 a	1.1408 a	0.754
V (287)	0.8474 a	0.7201 a	0.9493 a	1.0580 a	0.528
V (329)	1.0462 a	0.8767 a	0.8356 a	0.9800 a	0.472
Frutos	0.0633 b	0.1055 b	0.0934 b	0.1573 a	0.045
Parte vegetativa frutos					
V (287)	0.8560 a	0.7771 a	0.9780 a	1.1019 a	0.533
V (329)	1.1446 a	0.9236 a	0.8914 a	1.0863 a	0.440
Extracción total	1.1009 a	0.982 a	1.0427 a	1.2981 a	0.673

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

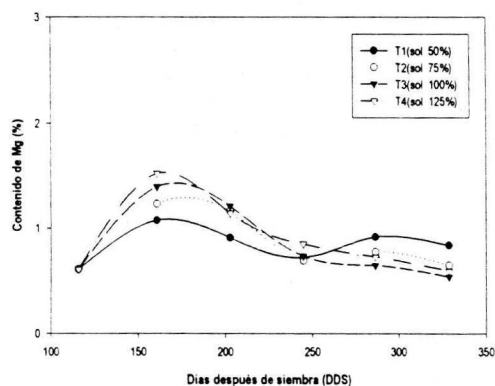


Figura 9. Variación en el contenido de Mg en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

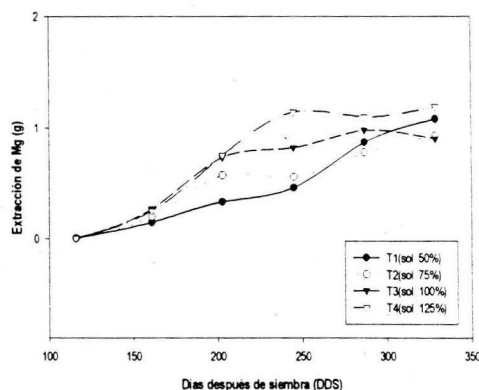


Figura 10. Variación en la extracción de Mg a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

En chile bell Burgueño (1995) menciona que para producir una tonelada de frutos se necesitan 1.14 kg de MgO y cada planta extrae 2.2 g. En plantas de *Capsicum annum* cv. Lamuyo, Rincón *et al.* (1995) obtuvieron que cada planta absorbió 2.5 g para producir 1560 g de frutos, por lo que se emplearían 1.6 kg por tonelada de fruto. Núñez *et al.* (1996) indican que las variedades de bell pepper mencionadas en los Cuadro 5 y 6 extraen de 0.46 a 1.8 kg de MgO para obtener la misma producción. Considerando la extracción total del tratamiento con 125% de CSNUS (Cuadro 28) para producir una tonelada de frutos se

necesitarían 0.98 kg de Mg, extrayendo cada planta 1.3 g, estos datos son ligeramente inferiores a los mencionados por Rincón *et al.* (1995) pero similares a los de Burgueño (1995) y Núez *et al.* (1996).

5.2. Micronutrientes

Al igual que en los macronutrientes, no se observaron síntomas visibles de deficiencia o exceso de ninguno de los micronutrientes en las plantas, posiblemente porque las concentraciones que se obtuvieron en el tejido vegetal se encuentran dentro de los intervalos de deficiencia latente, buen abastecimiento o consumo de lujo, debido a que las concentraciones de B, Fe y Zn son relativamente altas a las encontradas en la literatura y las concentraciones de Cu y Mn son semejantes a las citadas por otros autores como intervalos de suficiencia para los cultivos agrícolas o para *Capsicum annum*.

Con respecto a las concentraciones obtenidas de microelementos en los cuatro tratamientos, únicamente se presentaron diferencias significativas para boro y zinc en dos de las seis fechas muestreadas. En las etapas de fructificación y cosecha las plantas con 75, 100 y 125% de CSNUS presentaron valores superiores en el contenido de B en relación al tratamiento con 50% (Cuadro 29), es decir, que esta concentración no suministró el requerimiento de boro necesario para el crecimiento y desarrollo de las plantas de chile manzano. También durante el periodo de cosecha las plantas con 50, 75% y 125% de CSNUS tuvieron concentraciones mayores de Zn que el tratamiento restante (Cuadro 37).

Las cantidades extraídas en los cuatro tratamientos son estadísticamente diferentes para Fe, B y Cu en alguna de las etapas evaluadas. Por ejemplo, en la floración las plantas con 50% de CSNUS extrajeron menos Fe que los otros tres tratamientos (Cuadro 34). Durante el periodo de cosecha las plantas con 50% de CSNUS extrajeron menor cantidad de Cu en comparación con los otros tres tratamientos y las plantas con 125% de CSNUS extrajeron mayor cantidad de B (Cuadros 30 y 32). En ambos casos se ve el efecto de la concentración nutrimental y de la acumulación de materia seca de los diferentes tratamientos.

5.2.1. Boro

Acerca del contenido de B se observan diferencias significativas a los 245 y 329 dds (Cuadros 70a, 71a, 72a, 73a y 74a), por lo que durante la fructificación las plantas de los tratamientos con 75, 100 y

125% de CSNUS (Cuadro 29) presentan una concentración superior a la del tratamiento con 50% y en el periodo de cosecha las plantas de los tratamientos con 50, 75 y 125% de CSNUS son superiores al tratamiento con 100% de CSNUS. Además, en el Cuadro 29 y Figura 11 se observa que el valor que corresponde a los 116 dds es demasiado alto, lo más probable es que se deba a una contaminación en el material vegetal analizado, ya que antes del transplante la solución se aplicaba con regadera o manguera y posiblemente quedaron depósitos de la solución en las hojas, otra posibilidad es la contaminación en el procedimiento de laboratorio, porque no es posible que la planta, en esa etapa de desarrollo, haya tenido requerimientos tan grandes. También en la Figura 11 se observa que a los 245 dds se presentan los mayores requerimientos de B, esta fecha corresponde al periodo de formación y crecimiento de los frutos como al de mayor crecimiento de la planta, ya que como señalan Mengel y Kirkby (1982) y Gardner *et al.* (1985) este elemento es importante en el desarrollo y metabolismo celular e influye en el crecimiento meristemático (Gardner *et al.*, 1985; Salisbury y Ross, 1994). Asimismo, como es importante en el transporte de carbohidratos en el floema, esto puede explicar porque los frutos del tratamiento con 100% de CSNUS acumularon menor cantidad de peso seco que los otros tres.

Cuadro 29. Comparación de medias del contenido de B en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
		(mg kg ⁻¹)								
I*	(116)	269.156	a	269.156	a	269.156	a	269.156	a	
III	(161)	93.553	a	101.284	a	99.923	a	113.744	a	29.561
III	(203)	91.483	a	94.246	a	93.994	a	96.197	a	51.195
IV	(245)	69.247	b	99.897	ab	125.015	a	134.787	a	54.662
V	(287)	96.081	a	105.647	a	109.641	a	131.103	a	44.763
V	(329)	95.511	ab	82.629	ab	76.195	b	105.827	a	25.249
Fruto		19.790	a	19.850	a	18.740	a	23.230	a	0.056

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

El requerimiento de las dicotiledóneas de boro es de 20 a 70 mg kg⁻¹ en el tejido foliar de varios cultivos agrícolas (Jones *et al.*, 1991). En *Capsicum annuum* varios autores han sugerido el intervalo de suficiencia del contenido de este nutrimento en las hojas, para Arcos *et al.* (1998) es de 26 a 80 mg kg⁻¹, y para Jones *et al.* (1991) varía de 25 a 75 mg kg⁻¹. Según Piggott (1988) el intervalo adecuado es de 40 a 100 mg kg⁻¹ en la fase vegetativa intermedia y de 30 a 100 al inicio de la fructificación, en este caso las mediciones fueron realizadas en hojas con su pecíolo. En el Cuadro 29 se observa que los valores en chile manzano son ligeramente más altos, variando en todo el ciclo de 70 a 135 mg kg⁻¹, posiblemente se

obtuvieron concentraciones dentro del intervalo de buen abastecimiento o consumo de lujo porque no se observaron síntomas de toxicidad en las plantas. En cuanto a la concentración de B en los frutos, se puede ver que en el tratamiento con 125% de CSNUS se presenta un valor más alto, pero estadísticamente no hay diferencias entre los cuatro tratamientos (Cuadros 29 y 75a) y también se aprecia que son valores muy bajos en comparación con los de la parte vegetativa porque este es un elemento relativamente inmóvil en las plantas (Gardner *et al*, 1985; Salisbury y Ross, 1994).

La extracción de B por la planta presenta diferencias significativas a los 287 y 329 dds (Cuadros 76a, 77a, 78a, 79a, 80a, 243a, 244a y 258a), en la primera fecha las plantas de los tratamientos con 100 y 125% de CSNUS absorben mayor cantidad de B (Cuadro 30) y en la segunda fecha son las plantas con 50 y 125% de CSNUS las que extrajeron mayor cantidad de este elemento, en ambos casos es porque presentan una mayor concentración de este elemento en sus tejidos o mayor acumulación de materia seca, o por ambos motivos. Aunque a los 329 dds la prueba de Tukey hace la separación de medias con $\alpha = 0.07$ y con una diferencia mínima significativa de 0.0095. También a los 161 y 245 la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ y una diferencia mínima significativa de 0.0006 y 0.014, respectivamente, indica que son inferiores los valores de las plantas con 50% de CSNUS, pero el análisis de varianza no los separa con $\alpha = 0.05$ pero si con $\alpha = 0.051$ y 0.056, para cada una de las fechas mencionadas.

Cuadro 30. Comparación de medias de la extracción de B en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.00008 a	0.00008 a	0.00008 a	0.00008 a	
III (161)	0.00127 b	0.00161 ab	0.00190 a	0.00187 ab	0.0006
III (203)	0.00335 a	0.00466 a	0.00570 a	0.00629 a	0.0035
IV (245)	0.00439 b	0.00873 ab	0.01402 ab	0.01837 a	0.0137
V (287)	0.00879 b	0.00962 b	0.01598 ab	0.01904 a	0.0081
V (329)	0.01192 a	0.01124 a	0.01177 a	0.01738 a	0.0063
Frutos	0.00074 b	0.00113 b	0.00096 b	0.00182 a	0.0005
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	0.00894 b	0.01023 b	0.01627 ab	0.01954 a	0.0086
V (329)	0.01302 ab	0.01174 b	0.01232 b	0.01861 a	0.0059
Extracción total	0.01266 a	0.01237 a	0.01694 a	0.02086 a	0.0086

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

También las extracciones totales de boro por los frutos son muy pequeñas y el valor del tratamiento con 125% de CSNUS fue mayor estadísticamente a los otros tres (Cuadro 81a). Las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS, que produjeron más, emplearon 0.02 g planta⁻¹ para producir 1324.91 g planta⁻¹, por tanto para producir una tonelada se necesitan 15.1 g. En la Figura 12 se observa que las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS fueron las que extrajeron mayor cantidad de boro.

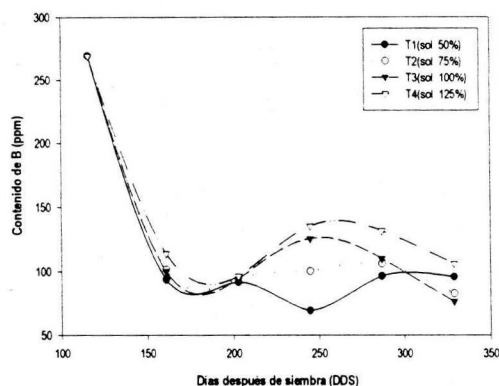


Figura 11. Variación en el contenido de B en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

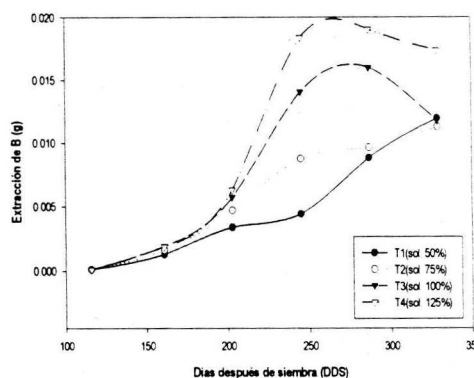


Figura 12. Variación en la extracción de B a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.2.2. Cobre

En las plantas de los cuatro tratamientos el contenido de cobre fue similar sin importar la concentración de la solución nutritiva, ya que no se presentan diferencias significativas en las concentraciones de este elemento (Cuadros 31, 82a, 83a, 84a, 85a y 86a), ya que Mengel y Kirkby (1982) mencionan que las plantas requieren cantidades muy pequeñas de este elemento, además en su absorción influye el metabolismo celular y es un proceso independiente de los efectos de competencia con otros iones, posiblemente por eso las curvas de la Figura 13 tengan tan poca variación a lo largo del ciclo de cultivo a partir de los 161 dds en adelante.

También el primer dato obtenido de las plantas de los cuatro tratamientos es demasiado alto, aquí se discutirían las mismas razones que se hicieron para B, es decir que se deba a una contaminación en el material analizado o en el procedimiento de laboratorio, porque los requerimientos de cobre de la planta no pudieron ser tan altas en esta etapa.

Cuadro 31. Comparación de medias del contenido de Cu en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	(mg kg ⁻¹)				
I* (116)	18.048 a	18.048 a	18.048 a	18.048 a	
III (161)	5.487 a	5.889 a	5.495 a	5.931 a	3.803
III (203)	5.460 a	5.705 a	4.493 a	5.240 a	3.433
IV (245)	5.626 a	6.693 a	6.690 a	6.661 a	3.751
V (287)	5.066 a	5.976 a	4.854 a	7.072 a	2.733
V (329)	6.388 a	5.561 a	5.297 a	6.802 a	2.189
Fruto	3.260 a	3.810 a	2.590 a	3.310 a	1.418

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

El intervalo de suficiencia de Cu en las hojas de varios cultivos agrícolas está entre 3 y 7 mg kg⁻¹ de la materia seca (Jones *et al.*, 1991), los datos del Cuadro 31 se encuentran dentro de este intervalo (excepto la primera fecha) es por esto que no se observaron síntomas de exceso o deficiencia de Cu en las plantas de chile manzano; sin embargo, son inferiores a los valores mencionados por varios autores para las hojas de *Capsicum annuum*, según Piggott (1988) el intervalo adecuado es de 10 a 20 mg·kg⁻¹ en la fase vegetativa intermedia y de 10 a 200 mg·kg⁻¹ al inicio de la fructificación. Burgueño *et al.* (1994) señalan que el valor óptimo de Cu durante la floración es 30 mg kg⁻¹ y en la formación y producción de frutos es de 25 mg kg⁻¹. Arcos *et al.* (1998) indican que el valor adecuado es de 9 a 30 mg kg⁻¹ y Jones *et al.* (1991) obtuvieron que el intervalo de suficiencia varía de 6 a 25 mg kg⁻¹. Por lo que posiblemente las concentraciones de cobre obtenidas en los cuatro tratamientos están dentro del intervalo de deficiencia latente o buen abastecimiento de Cu.

La concentración de Cu de los frutos es ligeramente inferior a la de la parte vegetativa (Cuadro 31), además se presentaron diferencias significativas entre los datos obtenidos en cada tratamiento (Cuadro 87a).

En cuanto a la extracción de cobre, sólo se presentan diferencias significativas a los 287 dds (Cuadros 32, 88a, 89a, 90a, 91a, 92a, 245a, 246a y 259a), donde las plantas del tratamiento con 50% de CSNUS extrajeron menor cantidad de Cu por su menor acumulación de materia seca (Figura 14). Una planta del tratamiento con 125% de CSNUS extrajo 0.001 g de Cu (Cuadro 259a) para producir 1325 g, así que para obtener una tonelada se emplearían 0.86 g.

Cuadro 32. Comparación de medias de la extracción de Cu en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.000005 a	0.000005 a	0.000005 a	0.000005 a	
III (161)	0.000073 a	0.000095 a	0.000104 a	0.000100 a	0.0001
III (203)	0.000197 a	0.000268 a	0.000273 a	0.000352 a	0.0002
IV (245)	0.000363 a	0.000532 a	0.000721 a	0.000851 a	0.0005
V (287)	0.000451 b	0.000537 b	0.000711 ab	0.001024 a	0.0004
V (329)	0.000781 a	0.000756 a	0.000808 a	0.001121 a	0.0005
Frutos	0.000122 b	0.000219 a	0.000129 b	0.000259 a	0.0001
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	0.000504 b	0.000655 ab	0.000740 ab	0.001095 a	0.0005
V (329)	0.000903 a	0.000853 a	0.000885 a	0.000903 a	0.0001
Extracción total	0.000244 a	0.000975 a	0.000937 a	0.001380 a	0.0005

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

La extracción total de Cu por los frutos (Cuadro 32) son estadísticamente diferentes (Cuadro 93a), los frutos del tratamiento con 75 y 125% de CSNUS fueron los que extrajeron mayor cantidad de Cu por efecto de las diferencias en acumulación de materia seca. Es evidente que los valores extraídos se encuentran muy por debajo de la cantidad extraída por la parte vegetativa, porque como señalan Mengel y Kirkby (1982) este elemento no es muy móvil en la planta.

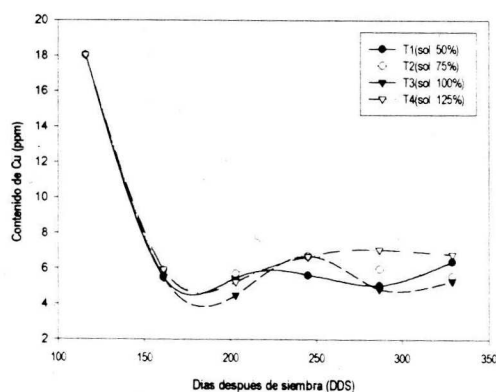


Figura 13. Variación del contenido de Cu en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

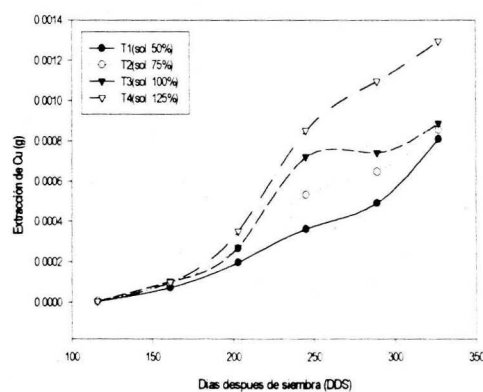


Figura 14. Variación en la extracción de Cu a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

5.2.3. Hierro

En hierro, se presentan diferencias significativas en el contenido de Fe a los 161 y 329 dds (Cuadros 94a, 95a, 96a, 97a y 98a), en la primera fecha son las plantas con 125% de CSNUS las que tuvieron el valor más alto, pero en la segunda fueron las plantas con 100% de CSNUS (Cuadro 33) las que tuvieron el valor más bajo, en este caso la prueba de Tukey hace la separación de medias con un $\alpha = 0.09$, y una diferencia mínima significativa de 246.7. Porque como señalan Gardner *et al.* (1985) y Jones *et al.* (1991): la absorción de este elemento esta influenciada por su concentración en la solución nutritiva, la competencia con otros cationes y la eficiencia de la planta en absorberlo.

Cuadro 33. Comparación de medias del contenido de Fe en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
		----- (mg kg ⁻¹) -----								
I*	(116)	230.488	a	230.488	a	230.488	a	230.488	a	
III	(161)	104.638	b	166.088	ab	152.558	b	240.961	a	78.036
III	(203)	139.741	a	168.188	a	139.766	a	163.809	a	64.12
IV	(245)	190.788	a	204.139	a	301.081	a	294.410	a	234.71
V	(287)	267.363	a	314.005	a	259.765	a	234.739	a	185.32
V	(329)	434.706	a	392.301	a	183.539	a	192.016	a	283.59
Fruto		87.130	a	379.140	a	44.330	a	68.040	a	435.29

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

En la Figura 15 se observa que en la etapa de formación de frutos (203 dds) los valores de contenido de Fe son muy similares entre las plantas de los cuatro tratamientos, pero a partir de esta fecha los valores se incrementan. Sin embargo, en las plantas de los tratamientos con 100 y 125% de CSNUS hay una disminución en las ultimas dos fechas.

El contenido de Fe varía de 10 a 100 mg kg⁻¹ en la materia seca de los cultivos agrícolas, con valores de suficiencia entre 50 a 75 mg kg⁻¹ (Jones *et al.*, 1991), los datos del Cuadro 33 son superiores a estos pero varios autores para *Capsicum annuum* indican valores altos para el tejido foliar. Para Jones *et al.* (1991) el intervalo de suficiencia varía de 60 a 300 mg kg⁻¹. Arcos *et al.* (1998) señalan que el nivel adecuado es de 81 a 300 mg kg⁻¹. Burgueño (1994), menciona que el valor critico durante la floración es de 130 mg kg⁻¹, en la formación de frutos es de 120 mg kg⁻¹ y en la producción es de 110 mg kg⁻¹. En este estudio en todo el ciclo del cultivo los valores fluctuaron entre 105 y 435 mg kg⁻¹, siendo ligeramente altos

al final del ciclo para los tratamientos con 50 y 75% de CSNUS, pero los demás se encuentran dentro de los niveles obtenidos para *Capsicum annuum*. Además, Jones *et al.* (1991) mencionan que el hierro se puede acumular en varios cientos de mg kg⁻¹ sin causar síntomas de toxicidad. Posiblemente por esto se presentaron concentraciones dentro de los intervalos de buen abastecimiento y consumo de lujo para el desarrollo de las plantas en las etapas evaluadas.

En el Cuadro 33 también se presentan los datos de concentración de Fe en los frutos, en ellos no se observan diferencias significativas (Cuadro 99a) entre tratamientos, además son valores relativamente menores a los obtenidos para la parte vegetativa ya que es un elemento con poca movilidad en la planta.

En los Cuadros 34 y 100a, 101a, 102a, 103a, 104a, 247a, 248a y 260a se observa que se presentaron diferencias significativas entre las cantidades extraídas de Fe a los 161 y 245 dds, donde las plantas con 50% de CSNUS absorbieron menor cantidad de este elemento que los otros tres tratamientos por efecto de las diferencias en concentración de Fe o acumulación de materia seca. También a los 203 dds la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ hace la misma separación entre los tratamientos, pero el análisis de varianza es significativo con $\alpha = 0.06$.

Cuadro 34. Comparación de medias de la extracción de Fe en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	----- (g planta ⁻¹) -----				
Parte vegetativa					
I* (116)	0.00007 a	0.00007 a	0.00006 a	0.00007 a	
III (161)	0.00141 b	0.00264 ab	0.00291 ab	0.00399 a	0.0020
III (203)	0.00513 b	0.00828 ab	0.00848 ab	0.01076 a	0.0052
IV (245)	0.01181 a	0.01661 a	0.03430 a	0.03475 a	0.0242
V (287)	0.02366 a	0.02779 a	0.03834 a	0.03420 a	0.0219
V (329)	0.05106 a	0.05301 a	0.02820 a	0.03129 a	0.0395
Frutos	0.00327 a	0.02238 a	0.00226 a	0.00536 a	0.0256
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	0.02452 a	0.03959 a	0.03902 a	0.03641 a	0.0265
V (329)	0.05791 a	0.06315 a	0.02953 a	0.03489 a	0.0415
Extracción total	0.05433 a	0.07539 a	0.04060 a	0.04011 a	0.0413

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Al considerar las plantas con 125% de CSNUS por su mayor rendimiento, cada una extrajo 0.04 g para obtener 1325 g de frutos y para producir una tonelada se necesitarían 30.2 g en 755 plantas (Cuadros 34 y 260a).

Los valores de extracción de Fe por los frutos son inferiores con respecto a los datos obtenidos para la parte vegetativa porque es un elemento altamente inmóvil en la planta y también en ellos no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 105a).

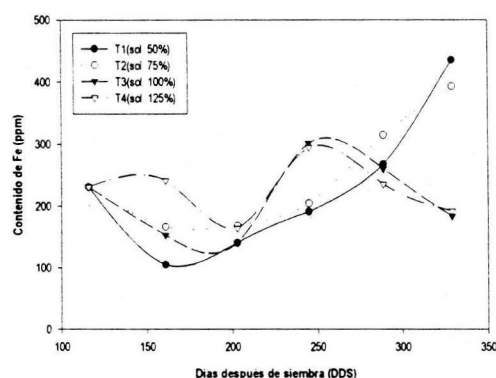


Figura 15. Variación del contenido de Fe en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

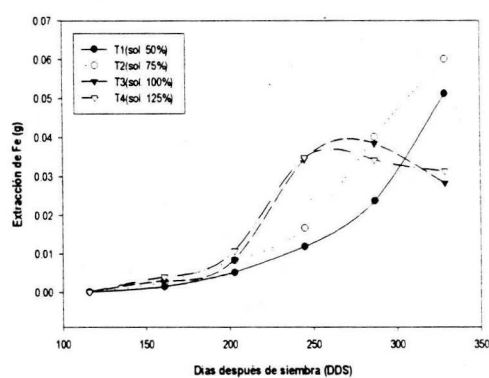


Figura 16. Variación en la extracción de Fe a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.2.4. Manganeso

En manganeso, no hay diferencias significativas en los datos de concentración de las plantas de los cuatro tratamientos (Cuadro 35, 106a, 107a, 108a, 109a y 110a), no hubo efecto de las concentraciones de las soluciones en la absorción de este elemento, probablemente porque como señalan Mengel y Kirkby (1982) su absorción está controlada metabólicamente.

En la Figura 17 se observa que se presenta una fuerte disminución en el contenido de este elemento a las 203 dds, cuando empieza un periodo de gran crecimiento del cultivo, pero después se vuelve a incrementar cuando se inicia el desarrollo de frutos y el periodo de mayor acumulación de materia seca de las plantas. En la última fecha (329 dds) hay una drástica disminución sobre todo en el tratamiento con 100% de CSNUS.

Cuadro 35. Comparación de medias del contenido de Mn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	(mg kg ⁻¹)				
I* (116)	132.58 a	132.58 a	132.58 a	132.58 a	
III (161)	132.81 a	127.46 a	148.15 a	153.58 a	77.971
III (203)	114.07 a	138.39 a	120.47 a	119.75 a	59.016
IV (245)	109.04 a	136.41 a	148.82 a	154.08 a	78.090
V (287)	130.56 a	162.93 a	131.18 a	143.10 a	107.810
V (329)	103.73 a	103.75 a	68.37 a	101.22 a	54.598
Fruto	12.48 a	15.97 a	13.88 a	15.96 a	5.8663

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

En varios cultivos el contenido de suficiencia de Mn varía de 10 a 50 mg kg⁻¹ en la materia seca de hojas maduras y el tejido foliar puede alcanzar 200 mg kg⁻¹ o más (600 a 1380 mg kg⁻¹) antes de que se desarrollen severos síntomas de toxicidad (Jones *et al.*, 1991), los valores de concentración de Mn del Cuadro 35 varían de 69 a 162 mg kg⁻¹, son altos en comparación a los anteriores, pero se encuentran dentro de los intervalos mencionados por Arcos *et al.* (1998), Jones *et al.* (1993) y Piggot (1988) para *Capsicum annum* de 31 a 100 mg kg⁻¹, 250 mg kg⁻¹ y 26 a 300 mg kg⁻¹, respectivamente. También serían altos al compararlos con los datos de Burgueño *et al.* (1994) quienes indican 90 mg kg⁻¹ durante la floración y 80 mg kg⁻¹ en la formación de frutos y producción. Es por esto que las concentraciones obtenidas estarían dentro del intervalo de buen abastecimiento o consumo de lujo para el desarrollo del cultivo.

En el Cuadro 35 también se presentan los datos de concentración de Mn en los frutos y son valores muy bajos en comparación con los datos del resto de la planta porque es un elemento con poca movilidad hacia los frutos, también son valores estadísticamente iguales (Cuadro 111a).

Con respecto a la extracción de este elemento por la planta no hay diferencias entre tratamientos (Cuadros 36, 112a, 113a, 114a, 115a, 116a, 249a, 250a y 261a), es decir que las plantas de los cuatro tratamientos extrajeron cantidades similares de este nutrimento a pesar de las diferencias en disponibilidad de este ión; además, los datos de extracción de Mn por los frutos son mínimos, como consecuencia de las concentraciones tan bajas que se obtuvieron, y son diferentes estadísticamente entre tratamientos por las diferencias en acumulación de materia seca que se presentaron (Cuadro 117a). Como

el tratamiento con 125% de CSNUS fue el de mayor rendimiento y extrajo en total 0.021 g por planta, se necesitarían 16 g para producir una tonelada de frutos.

Cuadro 36. Comparación de medias de la extracción de Mn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
Parte vegetativa					
I* (116)	0.00004 a	0.00004 a	0.00004 a	0.00004 a	
III (161)	0.00179 a	0.00202 a	0.00285 a	0.00249 a	0.0018
III (203)	0.00415 a	0.00681 a	0.00732 a	0.00792 a	0.0041
IV (245)	0.00672 a	0.01124 a	0.01659 a	0.01961 a	0.0150
V (287)	0.01174 a	0.01454 a	0.01947 a	0.02062 a	0.0154
V (329)	0.01269 a	0.01425 a	0.01049 a	0.01678 a	0.0110
Frutos	0.00047 c	0.00092 ab	0.00071 bc	0.00125 a	0.0004
Parte vegetativa y frutos					
V (287)	0.01184 a	0.01504 a	0.01968 a	0.02096 a	0.0161
V (329)	0.01388 a	0.01466 a	0.01098 a	0.01762 a	0.0111
Extracción total	0.01316 a	0.01546 a	0.02018 a	0.02187 a	0.015

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

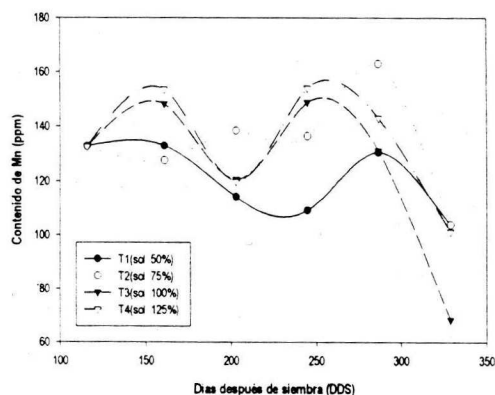


Figura 17. Variación del contenido de Mn en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

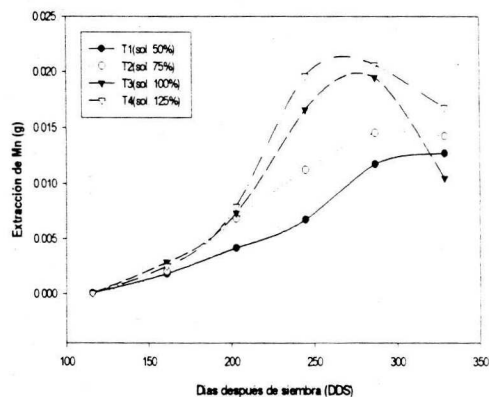


Figura 18. Variación en la extracción de Mn a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

5.2.5. Zinc

Solamente se presentan diferencias significativas en los datos de concentración de este elemento las plantas en la ultima fecha de muestreo, donde las plantas con 50 y 75% de CSNUS tienen una concentración mayor que los otros dos tratamientos (Cuadros 37, 118a, 119a, 120a, 121a, 122a, Figura 19). Pero en el resto del ciclo son cantidades estadísticamente iguales, ya que como señalan Mengel y Kirkby (1982), los requerimientos de este nutrimento por la planta son muy bajos. Asimismo, se observa que en la primera fecha de muestreo, al igual que en B y Fe, se pudo haber presentado contaminación en el tejido o durante el proceso de análisis en el laboratorio; también se aprecia que en general los valores de los cuatro tratamientos disminuyen ligeramente a lo largo del ciclo, posiblemente por efecto de dilución al incrementarse la tasa de acumulación de materia seca.

Cuadro 37. Comparación de medias del contenido de Zn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
	----- (mg kg ⁻¹) -----				
I* (116)	82.06 a	82.06 a	82.06 a	82.06 a	
III (161)	51.76 a	48.90 a	57.70 a	53.94 a	19.878
III (203)	49.83 a	46.46 a	43.24 a	43.79 a	17.007
IV (245)	33.63 a	35.73 a	42.43 a	43.04 a	15.747
V (287)	45.04 a	46.13 a	37.05 a	43.34 a	17.361
V (329)	45.46 a	38.15 ab	24.37 c	28.39 bc	12.525
Fruto	13.69 b	15.26 ab	15.25 ab	17.65 a	3.594

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

El contenido de suficiencia de Zn en los cultivos agrícolas varía de 15 a 50 mg kg⁻¹ en la materia seca de hojas aunque algunas plantas pueden acumular varios cientos de mg kg⁻¹ sin daño alguno (Jones *et al.*, 1991). Para *Capsicum annuum* varios autores señalan valores más altos como contenido de este elemento en el tejido foliar, Jones *et al.* (1991) indican un intervalo de suficiencia de 20 a 200 mg kg⁻¹. Arcos *et al.* (1998), mencionan que el nivel adecuado va de 31 a 150 mg kg⁻¹ y para Piggott (1988) es de 35 a 260 mg kg⁻¹ al inicio de la fructificación. Burgueño *et al.* (1994), obtuvo durante la floración un valor crítico de 45 mg kg⁻¹, en la formación de frutos de 40 mg kg⁻¹ y durante la producción de 30 mg kg⁻¹. Los datos del cuadro 37 tuvieron una variación de 30 a 60 mg kg⁻¹ y están dentro de los niveles indicados para *Capsicum annuum*. Probablemente las concentraciones obtenidas de este elemento se encuentran en un

intervalo de buen abastecimiento, porque no se observaron síntomas visibles de alguna deficiencia o exceso de este elemento.

En el Cuadro 37 también se presentan las concentraciones de este elemento en los frutos, se presentan diferencias significativas (Cuadro 123a) y se observa que no fueron el principal punto de demanda de Zn en la planta, ya que es un elemento con poca movilidad en la planta.

Respecto a la extracción de este elemento por la planta, no se observan diferencias significativas y los tratamientos extrajeron cantidades similares de este micronutriente a pesar de las diferencias en acumulación de materia seca (Cuadros 38, 124a, 125a, 126a, 127a, 128a, 251a, 252a, 262a y Figura 20). Las plantas con 125% de CSNUS obtuvieron el mayor rendimiento y cada una extrajo en total 0.008 g, así que para producir una tonelada de frutos se emplearían 6 g. Además, los valores de extracción de Zn por los frutos son cantidades muy pequeñas, pero este es un elemento no muy móvil en la planta; sin embargo, si se presentan diferencias significativas en la extracción total (Cuadro 129a), siendo el tratamiento con 125% de CSNUS el que mayor cantidad de Zn proporcionara a los frutos.

Cuadro 38. Comparación de medias de la extracción de Zn en la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----						
Parte vegetativa						
I*	(116)	0.00002 a	0.00002 a	0.00002 a	0.00002 a	
III	(161)	0.00070 a	0.00078 a	0.00110 a	0.00088 a	0.0005
III	(203)	0.00179 a	0.00228 a	0.00263 a	0.00290 a	0.0013
IV	(245)	0.00212 a	0.00289 a	0.00472 a	0.00554 a	0.0036
V	(287)	0.00401 a	0.00416 a	0.00544 a	0.00629 a	0.0030
V	(329)	0.00558 a	0.00517 a	0.00374 a	0.00465 a	0.0030
Frutos		0.00051 c	0.00087 b	0.00078 b	0.00138 a	0.0003
Parte vegetativa y frutos						
V	(287)	0.00428 a	0.00463 a	0.00568 a	0.00668 a	0.0033
V	(329)	0.00624 a	0.00555 a	0.00420 a	0.00558 a	0.0031
Extracción final		0.00609 a	0.00604 a	0.00622 a	0.00767 a	0.0035

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

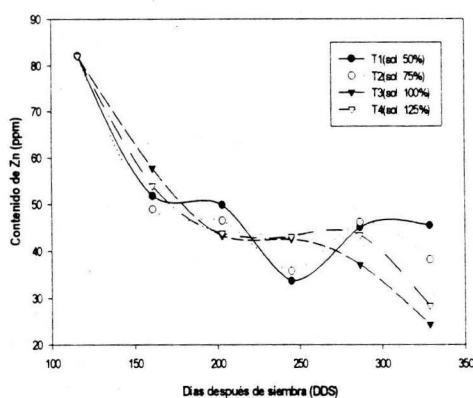


Figura 19. Variación del contenido de Zn en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

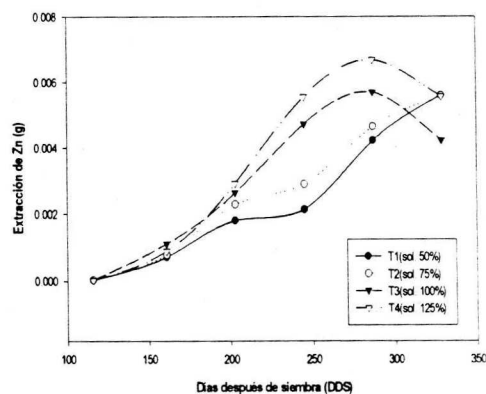


Figura 20. Variación en la extracción de Zn a lo largo del ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.3. Demanda nutrimental del cultivo en cada etapa fenológica

En los cuadros 39 y 40 se presentan los grados de correlación entre los macro y micronutrientes y el rendimiento, respectivamente; como se puede ver sólo se presentan correlaciones significativas y positivas en la primera fecha para P, Ca y Mg, y también para N a los 203. Esto quiere decir que el aumento en la concentración de P, Ca y Mg en el tejido vegetal durante la floración, así como de N en la fructificación, influyeron directamente en el rendimiento. Dada la importancia metabólica y estructural de estos nutrientes, a las plantas de chile manzano les permitieron crear una estructura vegetal más grande para proporcionar más fotoasimilados a los frutos y a la vez para destinar una mayor cantidad de ellos hacia estos órganos de demanda.

Cuadro 39. Grado de correlación entre las concentraciones de macronutrientes de la planta en las cinco fechas evaluadas y el rendimiento del cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Chapingo, México, 1999-2000.

	N	P	k	Ca	Mg	Fecha
	------(%)-----					DDS
Rendimiento	0.03 NS	0.83*	-0.02 NS	0.81*	0.73*	161
G planta ⁻¹	0.58*	0.09 NS	0.26 NS	0.10 NS	0.17 NS	203
	-0.10 NS	-0.19 NS	-0.45 NS	-0.07 NS	0.05 NS	245
	-0.24 NS	-0.07 NS	-0.35 NS	-0.10 NS	-0.22 NS	287
	0.24 NS	0.30 NS	0.31 NS	-0.15 NS	-0.24 NS	329

Cuadro 40. Grado de correlación entre las concentraciones de micronutrientos de la planta en las cinco fechas evaluadas y el rendimiento del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Chapingo, México, 1999-2000.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Fecha
	------(%)-----					DDS
Rendimiento	0.64*	0.03 NS	0.60*	0.77*	0.07 NS	161
g planta ⁻¹	0.06 NS	0.25 NS	0.42 NS	0.07 NS	-0.05 NS	203
	0.09 NS	-0.21 NS	0.24 NS	0.72*	-0.87*	245
	-0.25 NS	-0.31 NS	0.18 NS	0.33 NS	-0.88*	287
	0.56*	0.34 NS	-0.24 NS	0.25 NS	-0.23 NS	329

Con respecto a los micronutrientos, el boro presenta una correlación positiva con el rendimiento a los 161 y 329 dds (floración y periodo de cosecha). También a los 161 dds hay una correlación positiva para Fe y Mn. A los 245 (cosecha) hay una correlación con Mn y Zn, para el primero positiva y para el segundo negativa y a los 287 (cosecha) una correlación negativa con Zn. Esto indica que una alta concentración de B en la floración y cosecha favorece un mayor rendimiento, ya que este elemento esta directamente relacionado con la carga de carbohidratos en el floema. Asimismo, una alta concentración de Fe y Mn durante la fase de floración aumentó el rendimiento, ya que ambos son elemento importantes en el metabolismo y estructura de los cloroplastos, por lo que están directamente relacionados con la formación de fotoasimilados que pueden ser destinados a cualquier órgano de la planta, dependiendo de la competencia entre ellos. También una concentración alta de Mn es importante durante la cosecha.

En general no se presenta una tendencia en los resultados obtenidos, así que el análisis de correlación no proporciona información que pudiera servir para establecer los intervalos de concentración de los nutrientes en las plantas de chile manzano a lo largo de su ciclo de cultivo. Además no existen valores de concentración en el tejido vegetal en los cuatro tratamientos que hayan obtenido respuestas similares en rendimiento o acumulación de materia seca, más bien, aunque las concentraciones obtenidas de cada elemento no tuvieron mucha variación, si la tuvieron el rendimiento y la acumulación de materia seca.

Pero se pueden establecer valores de concentración de los nutrientes en cada fase y etapa fenológica muestreada con los valores obtenidos en las plantas con 125% de CSNUS, porque es con la que se alcanzaron el mayor rendimiento y acumulación de materia seca (Cuadros 41 y 42).

De igual forma se puede obtener cual es la extracción de nutrientes de la planta en cada etapa fenológica del cultivo y al final determinar, en la ultima fase fenológica, cual es el requerimiento del cultivo para obtener un rendimiento de 1325 g por planta, lo que equivale a 26.5 toneladas por hectárea a una

densidad de 20000 plantas (Cuadro 43), ya que la demanda de un nutrimento es un punto muy importante (no el único) para decidir la cantidad de nutrimentos necesarios para fertilizar el cultivo de interés.

Cuadro 41. Concentración de nutrimentos en la planta de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro etapas fenológicas evaluadas durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.

Elemento	Etapas fenológicas			
	Bifurcación del tallo – Floración (Fase I)	Floración – Fructificación (Fase III)	Fructificación – Madurez fisiológica de los frutos (Fase IV)	Madurez fisiológica de los frutos – fin del periodo de cosecha (Fase V)
	------(%)-----			
N	1.31	3.3-3.9	2.9	3.2-3.4
P	0.25	0.3-0.4	0.3	0.2-0.3
K	1.95	1.6-2.1	2.1	2.6-2.8
Ca	1.03	1.9-2.33	1.9	1.4-1.8
Mg	0.61	1.1-1.5	0.9	0.6-0.7
	------(mg kg ⁻¹)-----			
B	269.16	96.2-113.7	134.8	105.8-131.1
Cu	18.05	5.2-5.9	6.7	6.8-7.1
Fe	230.49	163.8-240.9	294.4	192.0-234.7
Mn	132.58	119.8-153.6	154.1	101.2-143.1
Zn	82.06	43.8-53.9	43.0	28.4-43.3

Cuadro 42. Concentración de nutrimentos en la planta de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en las seis fechas evaluadas durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.

Elemento	Fases fenológicas (días después de siembra, dds)*					
	I (116)	III (161)	III (203)	IV (245)	V (287)	V (329)
	------(%)-----					
N	1.31	3.85	3.29	2.90	3.20	3.41
P	0.25	0.40	0.26	0.26	0.29	0.25
K	1.95	1.57	2.12	2.07	2.65	2.82
Ca	1.03	2.33	1.95	1.85	1.76	1.39
Mg	0.61	1.52	1.14	0.85	0.73	0.60
	------(mg kg ⁻¹)-----					
B	269.16	113.74	96.19	134.79	131.10	105.83
Cu	18.05	5.93	5.24	6.66	7.07	6.80
Fe	230.50	240.96	163.81	294.41	234.74	192.02
Mn	132.58	153.58	119.75	154.08	143.10	101.22
Zn	82.06	53.94	43.79	43.04	43.34	28.39

*Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Cuadro 43. Cantidad extraída de nutrimentos por la planta de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) al final de cada etapa fenológica evaluada, para tener un rendimiento de 1325 g planta⁻¹ durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.

Elemento	Etapas fenológicas			
	Bifurcación del tallo – Floración	Floración – Fructificación	Fructificación – Madurez fisiológica de los frutos	Madurez fisiológica de los frutos – fin del periodo de cosecha
	----- (g planta ⁻¹) -----			
N	0.004	2.2	4.0	7.99
P	0.0007	0.2	0.33	0.64
K	0.006	1.4	2.5	6.21
Ca	0.003	1.3	2.4	2.65
Mg	0.002	0.8	1.1	1.22
B	0.00008	0.006	0.02	0.021
Cu	0.000005	0.0004	0.0008	0.001
Fe	0.00007	0.01	0.03	0.040
Mn	0.00004	0.008	0.02	0.022
Zn	0.00002	0.002	0.006	0.008

Grageda (1999) señala que las hortalizas tienen una demanda intensiva de la mayoría de nutrimentos. Hedge (1997) menciona que en el bell pepper, el periodo de mayores requerimientos nutrimentales de N, P y K es de aproximadamente 10 días después de la floración a justo antes de que empiece la maduración de los frutos. Rincón *et al.* (1995) mencionan que en *Capsicum annuum* las tasas de absorción de N, P y K fueron mayores en el periodo de mayor producción de frutos y las de Ca y Mg durante el periodo de mayor crecimiento foliar. Burgueño (1995) señala que en este cultivo la demanda de fósforo tiene un repunte durante la aparición de las primeras flores y es necesario que la planta pueda encontrarlo y absorberlo en esta fase importante de su vida; durante el amarre de los primeros frutos comienza un periodo de fuerte demanda de nutrimentos que se continua durante todo el ciclo, y al inicio de cosecha las exportaciones de calcio disminuyen.

En chile manzano en el Cuadro 43 se puede observar que durante la floración e inicio de la fructificación, al igual que se da una fuerte acumulación de materia seca, también hay un incremento en la absorción de todos los elementos debido a la gran extracción que se da en esas fechas, los requerimientos de N siguen siendo constantes en el resto del ciclo, los de K siguen en aumento y los P, Ca y Mg se mantienen iguales o disminuyen ligeramente, en los micronutrientes analizados el requerimiento aumenta ligeramente hacia la madurez fisiológica de los frutos y después se mantiene igual.

En cuanto al rendimiento en el Cuadro 44 se presentan en conjunto las cantidades necesarias de nutrimentos para producir una tonelada de fruto, para ello se tomó como referencia la producción y las cantidades extraídas de nutrimentos de las plantas con 125% de CSNUS.

Cuadro 44. Cantidad necesaria de nutrimentos para producir una tonelada de frutos de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) durante su ciclo de cultivo. Chapingo, México, 1999-2000.

Nutrimento	Cantidad
	-----(kg ton^{-1})-----
N	6.0
P	0.5
K	4.7
Ca	2.0
Mg	1.0
	-----(g ton^{-1})-----
B	15
Cu	1
Fe	30
Mn	16
Zn	6

5.2 Variables de Crecimiento

Las variables que se midieron para evaluar el crecimiento del cultivo en las cuatro CSNUS fueron altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, peso seco total y rendimiento.

En general puede decirse que las variables de área foliar, número de hojas y peso seco total presentaron diferencias significativas por efecto de la concentración de la solución nutritiva y el tratamiento con el 50% de CSNUS no suministró los nutrimentos necesarios para un desarrollo óptimo de las plantas, lo cual se reflejó en la acumulación de materia seca. La altura de planta y el diámetro del tallo no presentan efecto de los tratamientos (Cuadros 45, 46, 47, 48 y 49).

En la variable de rendimiento se presentan diferencias significativas entre las plantas de los cuatro tratamientos y es el de 125% de CSNUS el que fue superior a los otros tres (Cuadro 50) porque fue el que contó con mayor disponibilidad nutrimental.

5.2.1 Área foliar

Al analizar los datos de área foliar (Cuadro 45), se observó que hubo diferencias significativas a los 182, 203, 245, 287 y 329 dds (Cuadros 130a, 131a, 132a, 133a, 134a, 135a, 136a, 137a, 138a y 139a), en estas fechas los datos de las plantas con 75, 100 y 125% de CSNUS fueron superiores al otro tratamiento, por lo que ésta concentración de la SNUS no suministró los nutrimentos necesarios para alcanzar un tamaño adecuado de hojas, ya que al comparar los 11 cm² que en promedio midieron las hojas de estas plantas son más chicas a las de los otros tres tratamientos, en donde midieron 14.8, 14.6 y 13.9 en los tratamientos con 75, 100 y 125% de CSNUS, respectivamente.

En las últimas tres fechas, la disminución en área foliar de las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS, en comparación con las del tratamiento de 100%, pudo ser provocada por una mayor demanda de las flores y de frutos que de las hojas en crecimiento, ya que a los 262 dds en las plantas de este tratamiento el peso seco de frutos inmaduros y de flores tiene un gran incremento (Cuadros 3a y 4a del anexo). Además, el tratamiento con 100% de CSNUS desarrollo más su estructura vegetativa y tuvo una menor producción de frutos que el de 125% (Cuadros 49 y 231a).

Cuadro 45. Comparación de medias del área foliar por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	------(cm ²)-----								
I* (116)	87.40	a	87.40	a	87.40	a	87.40	a	
II (141)	648.65	a	605.23	a	837.26	a	786.28	a	290.27
III (161)	2631.71	a	3579.94	a	2979.49	a	2918.00	a	1205.30
III (182)	2905.00	b	3720.75	ab	3866.00	a	4372.75	a	935.83
III (203)	3055.00	b	3895.25	ab	5429.50	ab	5571.00	a	2494.90
IV (224)	4103.00	a	5124.25	a	6555.00	a	9202.75	a	6890.60
IV (245)	4495.25	b	7010.50	ab	7029.50	ab	9475.75	a	4042.50
V (262)	4734.25	a	7327.25	a	8027.50	a	10091.00	a	5208.40
V (287)	8329.00	b	9810.00	b	13719.25	a	12679.25	a	2839.20
V (308)	9278.75	a	13215.50	a	14089.25	a	12663.50	a	4921.50
V (329)	9050.00	b	12737.25	a	14007.75	a	14257.25	a	3227.60

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Hubo tres periodos en donde las plantas de los cuatro tratamientos incrementaron el área foliar, el primero fue de los 141 a los 161 dds, en éste las plantas con 75% de CSNUS presentaron el mayor

incremento en todo el ciclo, por lo que es el primero en iniciar la fructificación y a la vez el que más produjo en la primera mitad del periodo de cosecha. El segundo periodo fue de los 203 a los 224 dds y las plantas con 125% de CSNUS mostraron su mayor aumento en el ciclo, lo que pudo influir para que fuera el tratamiento que más produjera en la segunda parte del periodo de cosecha. El tercer periodo va de los 262 a los 287 dds, las plantas con 50% de CSNUS incrementaron más su área foliar y produjeron más en el ultimo corte de la cosecha (Cuadro 50) porque fue cuando se habían desarrollado lo suficiente en hojas y tallos (Cuadros 1a y 2a) para empezar a enviar más nutrientes y fotoasimilados a los frutos.

Como el mayor rendimiento se obtuvo en las plantas con 125% de CSNUS, esto sugiere que a una mayor disponibilidad de nutrientes se incrementan los valores de área foliar y de rendimiento (Figura 21), pero esta condición no siempre sucede en chile manzano, porque existen poblaciones que tienen valores altos de área foliar con rendimientos muy bajos.

El área foliar del chile manzano en general es elevada en relación a chile morrón o bell (Morales, 1999) y se puede suponer que en los tratamientos de 75 hasta 125% de CSNUS no fue una limitante para el rendimiento del cultivo. No obstante, sería necesario un estudio del transporte de fotoasimilados de la fuente a la demanda que permita aclarar este punto.

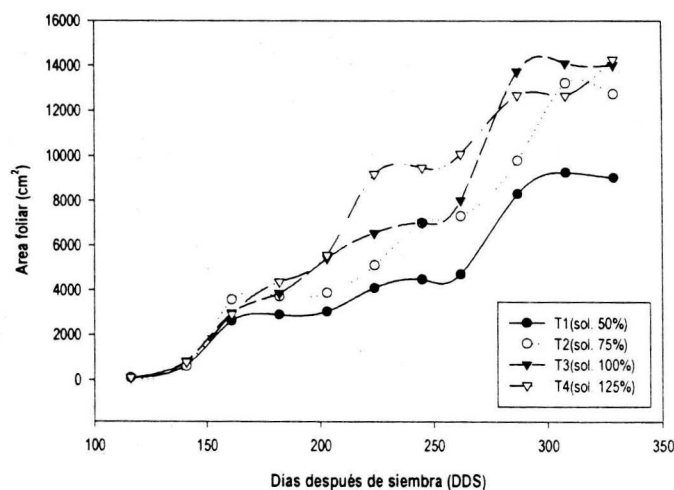


Figura 21. Variación del área foliar en el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.2.2 Número de hojas

Al analizar los datos de esta variable (Cuadro 46) se observa que hay diferencias significativas a los 161, 287 y 329 dds (Cuadros 140a, 141a, 142a, 143a, 144a, 145a, 146a, 147a, 148a y 149a), en estas fechas los valores obtenidos en las plantas con 100 y 125% de CSNUS son superiores a los tratamientos con 50 y 75% de CSNUS. De igual forma en las otras fechas se puede observar, aunque no haya diferencias significativas, que los datos de las plantas con 100 y 125 % de CSNUS son superiores a los otros dos tratamientos.

Cuadro 46. Comparación de medias del número de hojas por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
I* (116)	12.00	a	12.00	a	12.00	a	12.00	a	
II (141)	39.00	a	39.00	a	58.00	a	42.50	a	23.97
III (161)	115.00	b	132.50	b	195.75	a	172.50	ab	60.56
III (182)	223.75	a	223.00	a	220.75	a	234.50	a	97.20
III (203)	278.25	a	327.00	a	347.75	a	302.25	a	150.82
IV (224)	361.00	a	390.25	a	481.00	a	603.50	a	364.01
IV (245)	479.50	a	467.25	a	681.00	a	661.50	a	501.74
V (262)	503.75	a	550.00	a	749.50	a	799.50	a	455.64
V (287)	613.75	c	662.00	bc	901.25	ab	1010.25	a	241.10
V (308)	835.00	a	878.00	a	744.75	a	950.75	a	325.80
V (329)	814.50	b	846.25	ab	858.25	ab	1123.75	a	284.10

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS tuvieron los valores más altos en esta variable a partir de los 224 dds hasta el final de la cosecha (Figura 22), así que tuvieron un mayor número de hojas durante la época de cosecha, que se manifestó en valores más altos de peso seco total y rendimiento (Cuadros 49 y 50). La interpretación de estos resultados sugiere que en el presente estudio un mayor número de hojas produjo mayor superficie de intercepción de luz y esta a su vez se reflejó en una mayor tasa de fotosíntesis que produjo una mayor cantidad de fotoasimilados que fueron transportados a los órganos demandantes (frutos) los cuales alcanzaron la mayor acumulación de biomasa en el tratamiento de 125% de CSNUS.

Si se aplica más de 125% de CSNUS posiblemente no se tendría un mayor número de hojas, que es la tendencia que se observa en la Figura 23, porque podrían llegarse a concentraciones de los elementos en

el tejido vegetal que se encuentren dentro del intervalo de consumo de lujo, que no incrementarían el crecimiento o rendimiento del cultivo o también podrían llegar a niveles tóxicos que afectarían el desarrollo de las plantas.

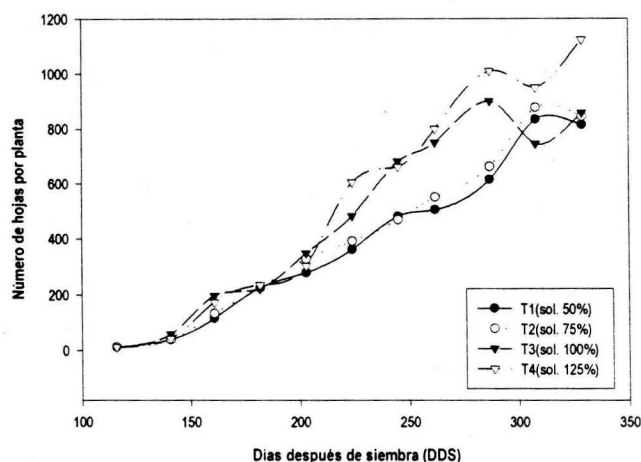


Figura 22. Variación del número de hojas en el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.2.3 Altura de planta

Los datos de altura de planta (Cuadro 47) estadísticamente no dependen de la concentración de la solución nutritiva en la que se desarrollan las plantas. Como se puede observar sólo se presentaron diferencias significativas a los 182 dds (Cuadros 150a, 151a, 152a, 153a, 154a, 155a, 156a, 157a, 158a y 159a), donde las plantas con 50, 100 y 125% de CSNUS obtuvieron valores superiores al otro tratamiento.

Estos datos son similares a lo largo de todo el ciclo del cultivo a los indicados por Domínguez y García (1997), pero ellos indican alturas similares 40 días después en comparación con los registrados en este estudio.

Para que la concentración de nutrimentos influyera en la variable de altura de planta se debió haber manejado alguna concentración que provocara una deficiencia severa de algún nutrimento que ocasionara que las plantas tuvieran un menor crecimiento.

Cuadro 47. Comparación de medias de la altura de planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
		------(cm)-----								
I*	(116)	25.00	a	25.00	a	25.00	a	25.00	a	
II	(141)	32.75	a	34.00	a	33.50	a	31.00	a	4.134
III	(161)	61.25	a	54.75	a	63.50	a	62.75	a	13.226
III	(182)	72.00	ab	66.75	b	79.00	a	73.25	ab	10.839
III	(203)	106.50	a	111.75	a	105.00	a	107.00	a	27.699
IV	(224)	108.00	a	113.50	a	105.75	a	121.25	a	30.678
IV	(245)	121.25	a	115.50	a	118.50	a	125.00	a	42.203
V	(262)	124.00	a	117.50	a	120.00	a	127.00	a	24.313
V	(287)	172.00	a	171.75	a	165.75	a	178.75	a	59.830
V	(308)	165.50	a	170.00	a	164.00	a	178.75	a	33.519
V	(329)	164.50	a	180.75	a	168.00	a	193.75	a	39.220

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

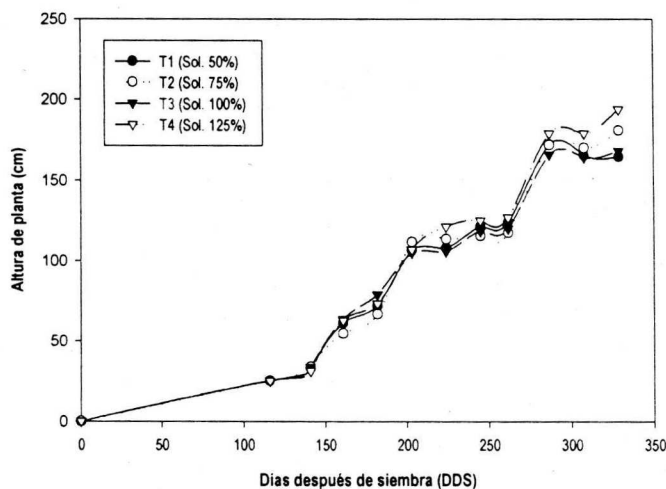


Figura 23. Variación de la altura de planta en el ciclo del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

5.2.4 Diámetro del tallo

Con respecto a esta variable, el análisis de varianza indica que hay diferencias significativas a los 262 dds (Cuadros 160a, 161a, 162a, 163a, 164a, 165a, 166a, 167a, 168a y 169a), pero la prueba de Tukey

hace la separación de medias con un $\alpha = 0.1$ (Cuadro 48), siendo las plantas con 50% de CSNUS las que tuvieran valores inferiores a los otros tres tratamientos con una diferencia mínima significativa de 0.127. Pero en general, sucede casi lo mismo que con la altura de planta, en el sentido de que las plantas no presentan efecto de la concentración de la solución nutritiva empleada en cada tratamiento.

Cuadro 48. Comparación de medias del diámetro del tallo por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
------(cm)-----										
I*	(116)	0.393	a	0.380	a	0.445	a	0.490	a	0.107
II	(141)	0.548	a	0.548	a	0.540	a	0.540	a	0.033
III	(161)	0.858	a	0.958	a	0.895	a	0.810	a	0.169
III	(182)	0.958	a	1.030	a	1.028	a	1.005	a	0.195
III	(203)	1.225	a	1.125	a	1.050	a	1.100	a	0.303
IV	(224)	1.228	a	1.123	a	1.210	a	1.253	a	0.297
IV	(245)	1.255	a	1.265	a	1.420	a	1.360	a	0.465
V	(262)	1.298	a	1.305	a	1.428	a	1.420	a	0.149
V	(287)	1.583	a	1.385	a	1.548	a	1.578	a	0.417
V	(308)	1.625	a	1.578	a	1.625	a	1.610	a	0.437
V	(329)	1.620	a	1.580	a	1.630	a	1.615	a	0.411

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

Además, al observar como se comportan los datos (Figura 24) de las plantas de los cuatro tratamientos los valores varían un poco más de 1.5 cm en todo el ciclo de cultivo, su incremento es mínimo para poder reflejar el comportamiento del crecimiento y el efecto de las soluciones nutritivas en él.

Para poder considerar al diámetro del tallo principal, como una variable de crecimiento, deben evaluarse plantas de chile manzano con mayor edad, las cuales presentan un tronco en donde el cambium vascular produce un mayor número de células que aumente el grosor del tallo. Quizá entonces se presenten efectos de la concentración de la solución nutritiva. Aunque para ello el cultivo necesitaría varios años y el manejo del cultivo del presente estudio es un sistema intensivo con ciclo anual.

Tanto para altura de planta, como para el diámetro del tallo se pudo observar que las concentraciones de los elementos en el tejido vegetal están dentro del intervalo de deficiencias latentes o de buen abastecimiento de los nutrimentos. Así que para detectar alguna diferencia o disminución en el grosor de estas variables por efecto de la disponibilidad nutrimental, se tendría que manejar una concentración

menor a la del 50% de la SNUS. De igual forma para poder observar diferencias en el tallo por efecto de la disponibilidad de nutrimentos, se deben hacer estudios en los tejidos conductores que están relacionados con el transporte de nutrimentos, agua y fotoasimilados en la planta, cuyas diferencias no pueden reflejarse en la medición del diámetro de este órgano.

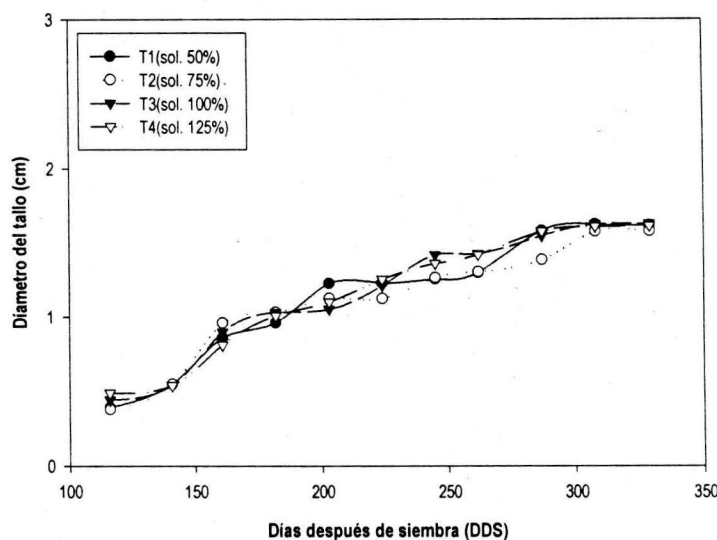


Figura 24. Variación del diámetro del tallo en el ciclo del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

5.2.5 Distribución de materia seca

En esta variable, se observaron diferencias significativas a los 141, 161, 203, 224, 262, 287, 308 y 329 dds (Cuadros 170a, 171a, 172a, 173a, 174a, 175a, 176a, 177a, 178a y 179a). Las plantas de los tratamientos con 100 y 125% de CSNUS fueron superiores a los otros dos tratamientos (Cuadro 49). En la Figura 25 se puede apreciar que la mayor acumulación de materia seca en todo el ciclo del cultivo se dio en las plantas del tratamiento con 125% de CSNUS, que contaron con la mayor concentración de nutrimentos y presentaron la mayor producción (cuadro 50).

Al respecto, Burgueño (1995) señala que el crecimiento del bell pepper es lento, le son necesarios 111 días para sintetizar el 50% de su materia seca y 52 días solamente para sintetizar el 50% restante. El crecimiento comienza a acelerarse al inicio del engorde de frutos. En la Figura 7 se observa que las

plantas de los tratamientos con 50, 75 y 100% de CSNUS requieren menos de 245 para acumular el 50% de su materia seca total (fecha que corresponde al periodo de engorde de frutos), en tanto que el 50% restante se acumuló en tan sólo 84 días. En el tratamiento con 125% de CSNUS las plantas acumularon el 50% de la materia seca un poco antes de los 224 dds (fecha que también corresponde al periodo de engorde de frutos), para ello se empleó un poco más de 105 días para acumular el otro 50%, es decir, las plantas de este tratamiento acumularon el 50% de su materia seca total 21 días antes que los otros tres tratamientos. Así, el crecimiento en el chile manzano empieza a acelerarse durante el engorde de los frutos. También hay que señalar que a los 161 dds las plantas de los cuatro tratamiento han acumulado sólo el 15% de su materia seca y a los 182 dds llegan al 30%, restándoles solo 147 días para acumular el 70% restante, es por esto que esta fecha también correspondería a un periodo de rápido crecimiento de la planta.

Cuadro 49. Comparación de medias de la acumulación de materia seca por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fase fenológica* (dds)		T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
		----- (g planta ⁻¹) -----								
I*	(116)	0.30	a	0.30	a	0.30	a	0.30	a	
II	(141)	2.01	c	2.20	bc	3.28	a	3.09	ab	1.04
III	(161)	12.39	b	15.89	ab	19.41	a	16.77	ab	4.93
III	(182)	22.00	a	22.90	a	28.39	a	28.97	a	8.48
III	(203)	41.59	b	49.41	ab	60.88	ab	65.91	a	20.11
IV	(224)	47.65	b	58.42	b	69.07	b	115.43	a	42.36
IV	(245)	69.61	a	80.02	a	110.08	a	135.99	a	79.72
V	(262)	88.99	c	107.69	bc	157.59	ab	187.16	a	52.89
V	(287)	97.69	c	118.11	bc	157.76	ab	169.64	a	44.61
V	(308)	118.98	b	133.73	ab	177.13	ab	208.98	a	88.78
V	(329)	131.22	b	143.04	b	166.94	ab	185.00	a	44.25

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, dds= días después de siembra. *Ver Cuadro 18 para identificar la fase fenológica correspondiente.

De igual forma se puede apreciar que posiblemente las gráficas de la Figura 7 son un mejor indicador del crecimiento del cultivo que la altura de planta y presenta un comportamiento sigmoideal, si se considera que en el día cero habría una acumulación de materia seca de casi cero.

En las Figuras 26, 27, 28 y 29 se hace una comparación de la distribución de la materia seca en las plantas de los cuatro tratamientos, en general se observa que al inicio la mayor acumulación de materia

seca se da en las hojas y en ese momento fueron la mayor demanda de la planta, en tanto que el porcentaje de los tallos se incrementa lentamente.

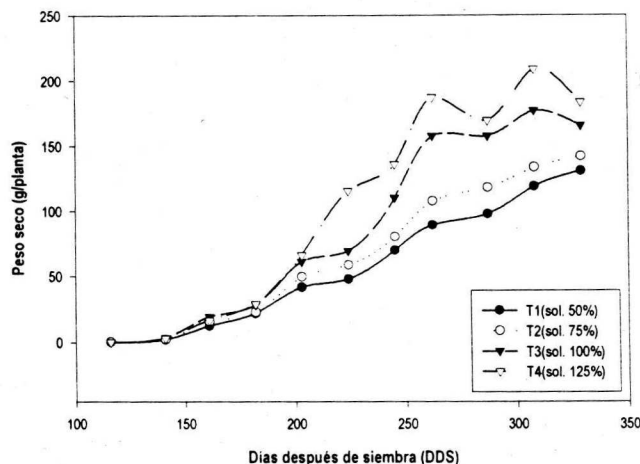


Figura 25. Variación de la acumulación de materia seca en el ciclo del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

Morales (1999) señala que en el chile mirasol, al inicio de la fructificación el tallo presenta su mayor proporción relativa de materia seca acumulada de 38 a 39% y en el resto del ciclo mantiene un 19 a 26%, siendo las hojas las que disminuyen drásticamente de 50-60% a 16-21% durante la fructificación. Además, las partes reproductivas (flores y frutos) varían de un 6% hasta un 46 a 54% del total de materia seca acumulada, llegando a ser la parte de la planta con mayor demanda de agua, fotosintatos y nutrimentos en la etapa de fructificación y esto provoca una disminución en el crecimiento de biomasa de los demás órganos estructurales de la planta. En otros trabajos se llegan a señalar para chile bell porcentajes con respecto a la materia seca acumulada de hasta 53 % en campo abierto (Nielsen y Veierskov, 1988) y 66.2% en hidroponía (Miller *et al.*, 1979) de las partes reproductivas (flores y frutos) durante el periodo de fructificación. Por su parte, Rincón *et al.* (1995) menciona que en el cultivar Lamuyo el 66.7% de la materia seca se acumuló en los frutos, estas cifras son un tanto superior a lo encontrado en las plantas de chile manzano. Así que para mejorar la acumulación de materia seca hacia los frutos se pueden manejar niveles de poda de ramas y quizá una práctica más importante sería la eliminación de los brotes que crecen abajo de la primera y segunda bifurcación, ya que estos tienen un crecimiento lento y son de menor vigor que las demás ramas; no obstante, esos brotes se convierten en una demanda importante de fotoasimilados durante la floración y crecimiento de frutos, y al reducir el área foliar y los tallos se incrementaría el índice de cosecha, por eso Rivera (1998) menciona que podar a los ocho entrenudos

incrementa la calidad de los frutos, tanto en grosor de pericarpio como en tamaño y Ramírez (1997) encontró que con 3000 mg kg⁻¹ de B-9 se reduce el porte de la planta y se incrementa el rendimiento.

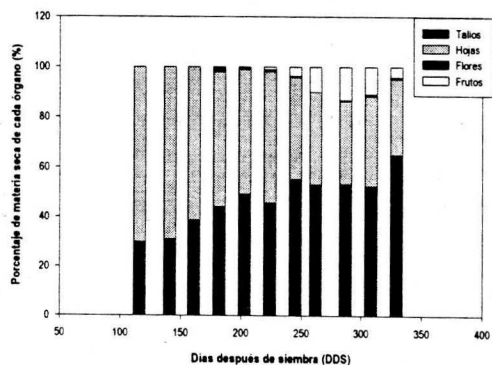


Figura 26. Variación de la distribución relativa de la materia seca del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) a través del tiempo, con 50% de la concentración de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

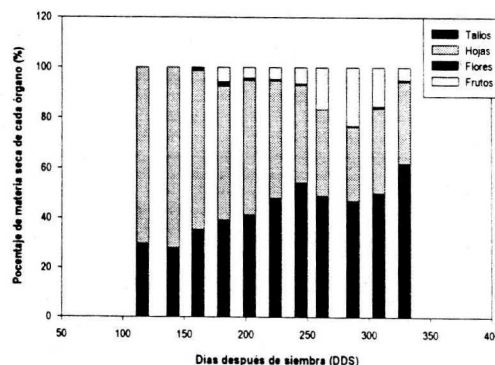


Figura 27. Variación de la distribución relativa de la materia seca de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) a través del tiempo, con 75% de la concentración de la solución de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

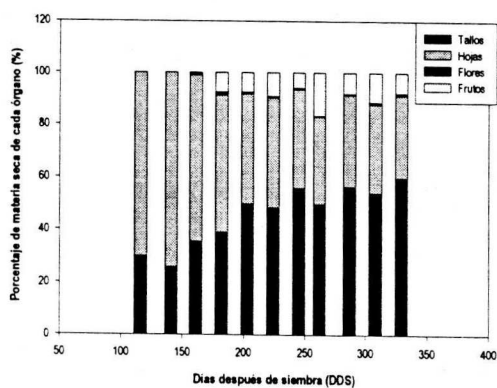


Figura 28. Variación de la distribución relativa de la materia seca del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) a través del tiempo, con la concentración de 100% de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

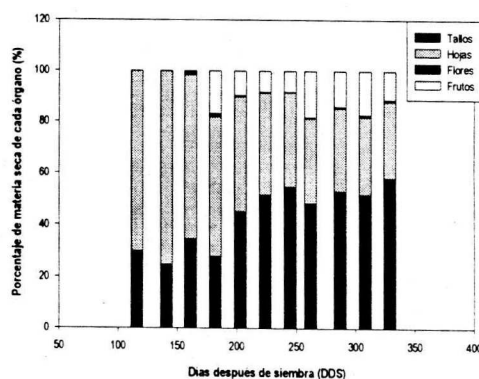


Figura 29. Variación de la distribución relativa de la materia seca del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) a través del tiempo, con 125% de la concentración de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

En este experimento, al inicio de la fructificación, el porcentaje del peso seco de tallos continuó incrementándose y el de las hojas disminuyó para dar inicio a la acumulación de materia seca en los frutos. Por lo tanto, la mayor demanda del cultivo se presentó en los tallos y no en los frutos, como es deseado. Aunque las relaciones entre peso fresco y peso seco de los frutos no es igual entre chile bell y chile manzano, ya que según Morales (1999) y García (1983) esta relación es de 3.4-5 g: 1g para bell, en tanto que para chile manzano en este experimento fue de 16-25 g: 1g, es decir contienen mucho más agua.

En las plantas de los tratamientos con menor producción (50 y 100% de CSNUS) el porcentaje del peso seco de tallos con respecto al total es mayor que en los otros dos tratamientos. Por ello, el peso seco total es la única variable que explica porque las plantas del tratamiento con 100% de CSNUS tuvieron una menor producción que las plantas de los tratamiento con 50 y 75% de CSNUS, cuando teóricamente se esperaría que fuera mayor (Figuras 26, 27, 28 y 29).

5.2.6 Rendimiento

En el Cuadro 50 se observa que se presentan diferencias significativas en todo el periodo de cosecha (Cuadros 180a, 181a, 182a, 183a, 184a, 185a, 186a, 187a, 188a, 189a, 190a, 191a, 192a y 193a). De los 256 a los 294 dds, las plantas con 75% de CSNUS produjeron más que los otros 3 tratamientos. Las plantas con 125% de CSNUS produjeron más de los 301 a los 337 dds y en la última fecha (343 dds) las plantas con 50% de CSNUS fueron superior a las demás. Como se puede observar en los primeros 87 días del periodo de cosecha (que correspondería a la mitad del periodo de cosecha, 294 dds) la producción acumulada de los tratamientos con 50 y 75% de CSNUS (555.8 y 827g planta⁻¹, respectivamente) fue mayor que la de los otros dos tratamientos (450.5 y 403.9 g planta⁻¹ de 100% y 125% de CSNUS, respectivamente), pero en la segunda mitad del periodo de cosecha (301 a 343 dds) los tratamientos con 100 y 125% de CSNUS produjeron más (393.6, 174.5, 471 y 777.07 g planta⁻¹ en 50, 75, 100% y 125% de CSNUS, respectivamente). Por lo que las plantas de los tratamientos con 50 y 75% de CSNUS fueron más precoces en producción que los otros dos tratamientos (Figura 30). Esto puede indicar que para hacer más eficiente el uso de los fertilizantes y obtener una buena producción se puede aplicar en la primera mitad del ciclo del cultivo (a partir del transplante) la concentración del 75% de la solución nutritiva de Steiner y después la del 125%. Claro esta que sería necesario estudiar hasta cuando la solución al 75% cubre los requerimientos nutrimentales de la planta y cuando sería el momento oportuno de incrementar la concentración de la solución.

Con respecto al rendimiento total hay diferencias significativas entre las plantas con 75, 100 y 125% de CSNUS, el tratamiento con 50% de CSNUS es intermedio entre el de 75% y 100% de CSNUS, por lo que si hubo efecto de la concentración de la solución nutritiva en el rendimiento, siendo el tratamiento con 125% de CSNUS el que produjo más (Cuadro 50) por su mayor disponibilidad de nutrimentos.

En cuanto a la materia seca acumulada por los frutos en los tratamientos, el de 125% de CSNUS tuvo la mayor acumulación con 78.54 g, dato que es superior a los 50.99, 56.97 y 37.28 g que se presentaron

en los tratamientos con 100, 75 y 50% de CSNUS, respectivamente. Esto también refleja que la mayor concentración de elementos influye directamente en una mayor acumulación de nutrimentos en los frutos (Cuadro 50). Para incrementar la acumulación de materia seca en estos órganos, se puede implementar un sistema de podas de brotes y chupones, para que en lugar de ser ellos los puntos de demanda de fotoasimilados y nutrimentos lo sean los frutos. Esto también indica que los frutos del tratamiento con 75% de CSNUS tuvieron una mayor proporción de agua, y que la baja concentración de nutrimentos limitó a las plantas a enviar a los frutos los fotoasimilados necesarios, por lo que estos no constituyeron una fuerte demanda de nutrimentos.

Cuadro 50. Comparación de medias de la producción de frutos en peso fresco por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Corte (dds)	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	----- (g planta ⁻¹) -----								
1 (256)	20.19	b	66.18	a	53.90	a	25.29	b	27.36
2 (263)	26.68	b	123.01	a	110.25	a	56.58	b	31.49
3 (275)	147.81	b	218.07	a	47.58	c	159.90	b	45.77
4 (282)	149.84	a	173.06	a	71.69	b	124.53	ab	58.23
5 (289)	141.36	a	145.91	a	115.15	b	90.04	b	25.24
6 (294)	69.94	b	101.34	a	51.94	c	91.51	a	14.00
7 (301)	26.44	c	34.86	c	64.44	b	148.34	a	10.70
8 (308)	75.79	c	81.17	bc	100.60	b	244.28	a	24.84
9 (316)	77.18	bc	61.15	c	97.41	b	209.89	a	20.88
10 (337)	46.87	b	54.53	b	114.42	a	111.83	a	19.01
11 (343)	167.40	a	15.74	c	94.57	b	62.73	bc	55.80
Total	949.49	bc	1075.03	b	921.94	c	1324.91	a	134.29
Peso seco	37.28	c	56.97	b	50.99	b	78.54	a	6.95
Rendimiento total por unidad de superficie (g m ⁻²)	1898.98	bc	2150.06	b	1843.88	c	2649.82	a	268.57

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$

El periodo de cosecha duro tres meses y como se observa en la Figura 30 podría considerarse que son dos periodos porque de los 294 a los 301 dds hay una fuerte disminución en la producción. Esto puede deberse a que alrededor de los 262 dds hay un decremento en la producción de flores en las plantas de los tratamientos con 50, 75 y 100% de CSNUS (Cuadro 3a del anexo), probablemente porque alrededor de los 245 inicia el periodo de mayor acumulación de materia seca de la planta, sobretodo en tallos, así que los nutrimentos y fotoasimilados se destinaron hacia la parte vegetativa y a los frutos en

desarrollo y no a la formación de flores y nuevos frutos. Esto no es recomendable en un sistema intensivo de producción, en donde el objetivo principal es concentrar en el menor tiempo la producción. Además, los niveles de polinización de las flores posiblemente estuvieron muy bajos y podrían haberse mejorado con abejas, mejor ventilación y temperaturas menores.

Con respecto al rendimiento de las plantas con 100% de CSNUS, al compararlo con el del tratamiento con 75% de CSNUS se observa que es bajo, pero al analizar el número de frutos que produjo cada uno, 330 el primero y 340 el segundo, se puede concluir que tuvieron una producción en número casi igual, pero los frutos de las plantas con 75% de CSNUS tuvieron mayor peso fresco y seco (Cuadro 50), lo que indica que en las plantas con 100% de CSNUS el suministro de nutrimentos y fotoasimilados fue mayor hacia la estructura vegetativa que a los frutos.

Si consideramos una densidad de 20000 plantas por hectárea, los rendimientos obtenidos serían de 19, 22, 18 y 26.5 toneladas para las plantas con 50, 75, 100 y 125% de CSNUS respectivamente, datos muy por debajo del rendimiento propuesto por Pérez y Castro (1999) de 80 toneladas por hectárea con la misma densidad, en invernadero. Pero son superiores a los datos indicados por la SAGAR (1993-2000), que varía de 4 a 8 toneladas por hectárea para los estados de México y Michoacán a campo abierto. Así que la producción obtenida en invernadero con un buen manejo y suministro de nutrimentos puede ser rentable para los productores, principalmente si se considera la diferencia que existe con la producción a campo abierto. Además, es necesario seguir haciendo estudios sobre otros aspectos de la producción intensiva de este cultivo que puedan incrementar el rendimiento.

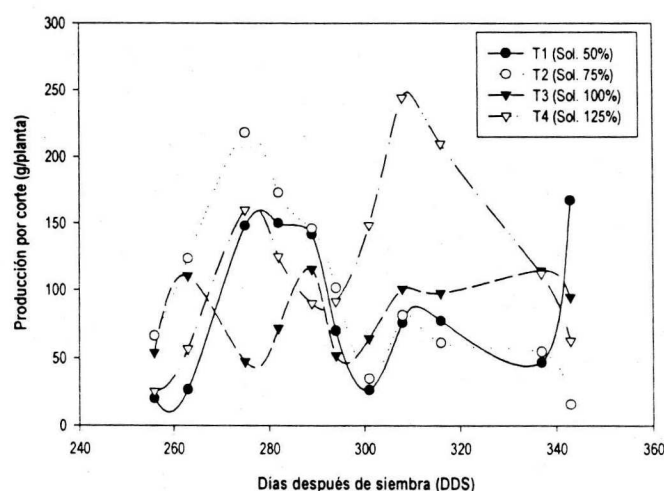


Figura 30. Producción de frutos durante el periodo de cosecha del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

6. CONCLUSIONES

1. No se presentaron síntomas de deficiencia o toxicidad en las plantas de chile manzano a lo largo de su ciclo de cultivo, por lo que las concentraciones obtenidas de cada nutrimento en el tejido vegetal se encuentran dentro de los intervalos de deficiencia latente, buen abastecimiento o consumo de lujo y las concentraciones empleadas de 50, 75, 100 y 125% de concentración de la solución nutritiva universal de Steiner proporcionaron a las plantas las cantidades de nutrimentos necesarias para completar su ciclo de vida.
2. Los valores de contenido de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn determinados en las plantas de chile manzano con 125% de concentración de la solución nutritiva universal de Steiner, que fue la de mayor rendimiento, durante las etapas fenológicas de crecimiento vegetativo, floración, fructificación y periodo de cosecha, fueron: 1.3, 3.3 a 3.9, 2.9, 3.2 a 3.4% de N; 0.25, 0.3-0.4, 0.3, 0.2 a 0.3% de P; 1.95, 1.6 a 2.1, 2.1, 2.6 a 2.8% de K; 1.03, 1.9 a 2.3, 1.9, 1.4 a 1.8% de Ca; 0.61, 1.1 a 1.5, 0.9, 0.6 a 0.7% de Mg; 269, 96 a 113, 135, 106 a 131 mg kg⁻¹ de B; 18, 5 a 6, 6, 6 a 7 mg kg⁻¹ de Cu, 230, 164 a 241, 294, 192 a 235 mg kg⁻¹ de Fe; 133, 119 a 154, 154, 101 a 143 mg kg⁻¹ de Mn; 82, 44 a 54, 43, 28 a 43 mg kg⁻¹ de Zn, respectivamente.
3. Las extracciones obtenidas por la parte aérea de las plantas de chile manzano en la concentración de 125% de la solución nutritiva universal de Steiner, que fue la de mayor rendimiento, al final de las fases de crecimiento vegetativo, floración, fructificación y periodo de cosecha fueron: 0.004, 2.2, 4.0 y 8 g de N, 0.0007, 0.2, 0.33 y 0.65 de P, 0.006, 1.4, 2.5 y 6.2 g de K, 0.003, 1.3, 2.4 y 2.7 de Ca, 0.002, 0.8, 1.1 y 1.2 g de Mg, 8x10⁻⁵, 0.006, 0.02 y 0.021 g de B, 5x10⁻⁶, 4x10⁻⁴, 8x10⁻⁴ y 0.001 g de Cu, 7x10⁻⁵, 0.001, 0.03 y 0.04 g de Fe, 4x10⁻⁵, 0.008, 0.02 y 0.02 g de Mn, 2x10⁻⁵, 0.002, 0.006 y 0.008 g de Zn, respectivamente.
4. Las variables de área foliar, número de hojas y peso seco total presentaron diferencias significativas por efecto de la concentración de la solución nutritiva y la concentración de 50% de la solución nutritiva de Steiner no suministró los nutrimentos en las cantidades adecuadas y esto se reflejó en una menor acumulación de materia (131 g). La altura de planta y el diámetro del tallo no presentan efecto por la concentración de la solución nutritiva; pero si el rendimiento y las plantas con 125% de concentración de la solución nutritiva alcanzaron los valores más altos con 1325 g planta⁻¹.

5. Las extracciones de macronutrientes obtenidas en la parte vegetativa son superiores a la de los frutos, es decir que estos no constituyeron el órgano de mayor demanda de nutrientes. En el tratamiento de mayor rendimiento (125% de concentración) las cantidades extraídas por la parte vegetativa fueron: 5.6, 0.4, 4.7, 2.6, 1.1, 0.02, 0.001, 0.03, 0.02 y 0.006 g de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn y Zn, respectivamente, y las cantidades extraídas por los frutos fueron: 2.4, 0.2, 1.5, 0.1, 0.2, 0.002, 0.0002, 0.005, 0.001 g de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe y Zn, respectivamente.

6. Para producir una tonelada de frutos de chile manzano las cantidades requeridas de nutrientes son: 6, 0.5, 4.7, 2.0 y 1.0 kg de N, P, K, Ca y Mg, así como 15, 1, 30, 16 y 6 g de B, Cu, Fe, Mn y Zn, respectivamente .

7. RECOMENDACIONES

1. En futuros trabajos sobre este tópico se recomienda realizar experimentos en los que se consideren las primeras fases fenológicas del cultivo, que son muy importantes para tener información que permita hacer correcciones de deficiencias o excesos de nutrimentos, de tal manera que no se manifiesten en una reducción en el rendimiento del cultivo.
2. Establecer experimentos en donde las soluciones nutritivas tengan una diferencia de 25% o menos de la concentración de la solución nutritiva universal de Steiner (100%) para encontrar la que sea óptima en el desarrollo del cultivo. Aunque también es necesario hacer estudios con diferencias del 50% con respecto a la de 100% de concentración de la solución nutritiva de Steiner, para poder llegar a observar síntomas visuales de deficiencia y toxicidad de algún elemento, ya que estos pueden servir de parámetros de fertilización para los productores de este cultivo.
3. Utilizar los valores de concentración de nutrimentos en el tejido vegetal de chile manzano que proporciona esta investigación para que en estudios posteriores se lleguen a establecer los intervalos de concentración óptima en cada etapa fenológica o periodo crítico de crecimiento del cultivo.
4. También sería interesante realizar análisis químicos en las hojas ya que éstas reflejan el estado nutrimental de la planta y se ha demostrado que existe una alta correlación entre su contenido de nutrimentos con el desarrollo y producción del cultivo.
5. Además, en estudios posteriores considerar la evaluación de azufre ya que este también es un macronutriente esencial para el desarrollo de las plantas.

8. LITERATURA CITADA

- Alcantar-González, G y M. Sandoval-Villa. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial No. 10. Sociedad Mexicana de Ciencias del suelo. Chapingo, México. 143 p.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1991. Cultivo en invernadero. 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 347 p.
- Arcos C., G. Hernández, J. Uriza, O. Pozo C. y A. Olivera. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Noreste, Veracruz, México. Folleto técnico No. 24. División Agrícola. 206 p.
- Bederski, S. 2000. Multilingual multiscript plant name database. *Capsicum pubescens*. <http://www.tipmd.com/aji1.htm>. Octubre 6, 2000. 7 pm.
- Bidwell, R. G. 1979. Fisiología Vegetal. AGT Editor. México, D. F. 784 p.
- Bosland, P. W. 1994. Chiles: history, cultivation, and uses. p. 347-366. In: G. Charalambous (ed.), Spices, herbs, and edible fungi. Elsevier Publ., New York.
- Bosland, P. W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p. 479-487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.
- Bouma, D. 1983. Diagnosis of mineral deficiencies using plant test, p: 120-146. En: Läuchli A. y R. L. Bielecki (eds.). Inorganic Plant Nutrition. Vol. 15A. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg. Germany. 449 p.
- Bower M. 1997. *Capsicum pubescens*. <http://mst.com/chile/gallery/rocoto.html>. Febrero 3, 2000. 8 pm.
- Bravo, H. H. 1934. Estudio botánico acerca de las solanáceas mexicanas del género *Capsicum*. Anal. Inst. Biol. (México). 5: 303-321.
- Bremner J. M. y C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total p: 595-624. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph no. 9 (2 ed.). ASA-SSSA. USA.
- Burgueño, H., F. Uribe y M. Valenzuela. 1994. La fertigación de cultivos hortícolas con acolchado plástico. Bursag, S. A. de C. V., Culiacán, Sinaloa, México. 46 p.
- Burgueño, H. 1995. La Fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Vol. 2. Bursag S. A. de C. V. Culiacán, Sinaloa, México. 71 p.
- Carballo, S. J., S. M. Blankenship, D. C. Sanders y D. F. Ritchie. 1994. Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of Bell peppers. Journal of Plan Nutrition, 17: 1175-1191.

- Carmichael, J. K. 1991. Treatment of herpes zoster and postherpetic neuralgia. *Am. Family Physician*, 44:203-210.
- Caseltan, G. 2000. Chile peppers and your health. <http://easyweb.easynet.co.uk/~gcaseltan/chile/health.html>. Marzo 5, 2000. 5 pm.
- Castro B., R. 1998. Índices nutrimentales en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 87 p.
- Chávez, J. I. 1999. Diversidad morfológica e isoenzimática del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. Y P.) en México. Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 128 p.
- DeWitt D. 1998a. Burning in the mouth, fire in the Belly; why some like it hotter than others <http://www.firegirl.com/studyng/firebelly.html>. Marzo 12, 2000. 4 pm.
- DeWitt, D. 1998b. Pepper profile: pubescens species. <http://www.firegirl.com/studing/pubesc.html>. Marzo 12, 2000. 4 pm.
- Domínguez V., A. 1993. The rhizosphere and plant nutrition: a quantitative approach. *Plant and soil*, 155/156: 1-20.
- Domínguez C., L. y E., García C. 1997. Caracterización fenológica y estudio del crecimiento de la planta de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en las condiciones ambientales de Chapingo, México. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 92 p.
- Edwards, L. 1997. Rocoto. <http://www.crl.com/~ledwards/rocoto.html>. Marzo 5, 2000. 12 pm.
- Epicurious Food, 2000. Chile, chili pepper, hot pepper. <http://www.epicurious.com/run/fooddictionary/>. Diciembre 3, 2000. 6 pm.
- Eshbaugh, W. H. 1974. Variation and evolution in *Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón. *Amer. J. Bot.* 61: 42 (Supplement 5).
- Eshbaugh, W. H. 1975. Genetic and biochemical systematic studies of chili peppers (*Capsicum-Solanaceae*). *Bull. Torrey Bot. Club.* 102: 396-403.
- Escalante E., J. A. y J. Kohashi S. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 84 p.
- Etchevers B., J. D. 1997a. Evaluación del estado nutrimental del suelo y de los cultivos fertirrigados. p: 51-60. En: Memoria del 2° Symposium Internacional de Fertirrigación. Comité Nacional Mexicano del I.C.I.D., A. C. y Comisión Internacional de Riego y Drenaje. Querétaro. México.
- Etchevers B., J. D. 1997b. Análisis de suelo, planta y agua como herramienta de decisión para el manejo de los cultivos. p: 81-110. En: Curso Nacional de Fertirrigación. Universidad Autónoma de Sinaloa y Fundación Produce Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México.

- Fageria, N. K., V. C. Baligar y C. A. Jones. 1997. Growth and mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. U. S. A. 624 p.
- García C., R. 1983. Tipos y variedades de chile en Aguascalientes. Folleto Técnico No. 5. SARH, INIA, CIANOC, Campo Agrícola Experimental de Pabellón, Aguascalientes, México. 16 p.
- Gardner, F. P., R. Brent P., y R. L. Mitchell. 1985. Physiology of Crops Plants. Iowa State University Press. 327p.
- Gonzalez, M. y M., Bosland, P. W. 1991. Strategies for stemming genetic erosion of *Capsicum* germplasm in the Americas. Diversity. 7 (1-2): 52-53.
- Gariglio, N. F. y R. Marano. 1997. Fertirrigación. En: Cultivos Bajo invernadero. 2ª edición. Editorial Hemisferio Sur, S. A. Buenos Aires, Argentina. p. 151-170.
- Grageda G., J. 1999. La fertilización en hortalizas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. Folleto Técnico No. 19. 62 p.
- Gutiérrez A., E. 1987. Estudio comparativo de tres soluciones nutritivas (Steiner, Schwarz y CP) sobre la producción de chile (*Capsicum annuum* L.) utilizando dos tipos de agua. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara, Facultad de Agricultura. Guadalajara. Jalisco, México. 73 p.
- Hartz T. K., M. LeStrange y D. M. May. 1993. Nitrogen requirements of drip-irrigated peppers. HortScience 28: 1097-1099.
- Hawkes, J. G. 1991. Centros de diversidad genética vegetal en Latinoamérica. Diversity. 1-2: 7-9.
- Hegde, D. M. 1997. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. Extension Bulletin ASPAC, Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taipei, Taiwan. No. 441, 9 p.
- Heiser, C. B., Jr., and P. G. Smith. 1948. Observations on another species of cultivated pepper, *Capsicum pubescens* R. y P. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 52: 331-335.
- Heiser, C. B., Jr. 1969. Systematics and the origin of cultivated plants. Taxon. 18: 36-45.
- Heiser, C. B., Jr., and P. G. Smith. 1953. The cultivated *Capsicum* peppers. Econ. Bot. 7: 214-227.
- Hernández, R. I. 1988. Evaluación del estado nutrimental del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L. var. *ceraciforme* Irish) bajo diferentes condiciones de suelo y manejo a partir del método DRIS. Tesis Profesional. Centro Regional de Zonas Áridas, Universidad autónoma Chapingo, Bermejillo, Durango. 134 p.
- Hoffman, P. G., M. C. Lego, and W. G. Galetto. 1983. Separation and quantitation of red pepper major heat principles by reverse-phase high pressure liquid chromatography. J. Agr. Food Chem. 31:1326-1330.
- Huerres P., C. y N. Caraballo L. 1988. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba. 193 p.
- INBIO, 1997. lista de especies de la base de datos Atta. Instituto Nacional de Biodiversidad. INBIO. <http://www.inbio.ac.cr>. Enero 16, 2001. 4 pm.

- Jensen, R. J., M. J. McLeod, W. H. Eshbaugh, and S. I. Guttman. 1979. Numerical taxonomic analyses of allozymic variation in *Capsicum* (Solanaceae). *Taxon*. 28: 315-327.
- Jiménez M., J. N. 1989. Aspectos generales sobre la germinación de semilla de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 71 p.
- Jones, Jr., J. B., Wolf B., Mills H. A. 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, Inc. USA. 213 p.
- Johnson, C.D., Decoteau, D. R. 1996. Nitrogen and potassium fertility affects Jalapeno pepper plant growth, pod yield, and pungency. *HortScience*, 31(7): 1119-1123.
- Juárez M., F. 1998. Visita a cuatro regiones productoras de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en México. Reporte de estancia e campo. Maestría en Ciencias en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Juárez M., F. 1999. Efecto de niveles de temperatura, luz y humedad del sustrato en la calidad y rendimiento del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 115 p.
- Laborde C., J. A. y O. Pozo C. 1982. Presente y pasado del chile en México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Publicación especial No. 85. México DF. 80 p.
- Lindsay, K. and P. W. Bosland. 1995. A field study of environmental interaction on pungency. *Capsicum Eggplant News*. 14: 36-38.
- López R., J. y J. López M. 1985. El diagnóstico de suelos y plantas. 4ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 363 p.
- MacNeish, R. S. 1964. Ancient Mesoamerican civilization. *Science* 143: 531-537.
- Maldonado, J. M. 1993. Asimilación del nitrógeno y del azufre. p: 215-236. En: Azcon-Bieto J. Y M. Talon (eds.) *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid, España. 581p.
- Martínez, J. 1999. La diversidad de chiles en México. <http://www.starnet.net.mx/mexassit/chile/species-sp.html>. Diciembre 10, 2000. 7 pm.
- Martínez-Cañadas, M. A., F. Martínez-Sánchez, J. Vera y C. F. Alcaraz. 1985. Sistemática de muestreo foliar en plantas de pimiento dulce cultivadas en invernadero bajo riego localizado. II. Influencia de la posición de la hoja en la planta sobre la composición mineral. *Anales de Edafología y Agrobiología*. 44 (3/4): 513-527.
- Martínez E., R. 1991. Riego localizado: diseño y evaluación. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 161 p.
- Maroto B., J. V. 1989. *Horticultura Herbácea Especial*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 566 p.

- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. San Diego, CA. 674 p.
- McLeod, M. S., S. I. Guttman, and W. H. Eshbaugh. 1982. Early evolution of chili pepper (*Capsicum*). Econ. Bot. 36: 361-368.
- Mengel, K. y E. A. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. 3ª edición. International Potash Institute. Switzerland. 635 p.
- Miller, C. H., R. E. McCollum y S. Claimon. 1979. Relationships between growth of Bell peppers (*Capsicum annuum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 852-857.
- Mohotta-mo Betta. 1999. Rocoto. <http://www.mohotta.com/rocot/htm>. Marzo 20, 2000. 6 pm.
- Monsour, N. S. 1998. Peppers, *Capsicum annuum* and *C. frutescens*. <http://id.mind.ne/~socadye/peppers.htm>. Marzo 5, 2000. 12 pm.
- Morales G., D. 1999. Nutrición del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Dinámica nutrimental, fertirrigación nitrogenada y fertilización basal. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 145 pp.
- Mosso O., M. R. 1994. Zonificación agroclimática para el cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en la sierra norte de Puebla. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Nielsen, T. H. y B. Veierskov. 1988. Distribution of dry matter in sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) during the juvenile and generative growth phases. Scientia Horticulturae. 35: 179-187.
- Núñez V., F., R. Gil y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Tercera Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 p.
- Olsen, J. K., P. J. Lyons y M. M. Kelly. 1993. Nitrogen uptake and utilization by Bell pepper in subtropical Australia. Journal of Plant Nutrition. 16: 177-193.
- Ortiz, R. y L. F. Delgado. 1990. Utilización de descriptores en la caracterización de líneas del género *Capsicum*. Turrialba. 40: 112-118.
- Payero, J. O., M. S. Bhangoo y J. J. Steiner. 1990. Nitrogen fertilizer management practices to enhance seed production by Anaheim chili peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 245-251.
- Pérez G., R. Castro B. y M. Rivera Y. 1996. Distribución y descripción morfológica de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en México. Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 110 p.
- Pérez G., M y R. Castro B. 1998. Guía para la producción Intensiva de chile manzano. Boletín de divulgación No. 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 17 p.
- Pozo C., O. s.a. Programa nacional de chile. <http://www.inifap.conacyt.mx>. Enero 1, 2001. 10 pm.

- Pickergill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution*. 25: 683-691.
- Piggott, T. J. 1988. Vegetable crops. p: 148-187. En: D. J. Reuter y J. B. Robins (eds.). *Plant analysis, and interpretation manual*. Inakata Press, Melbourne, Australia.
- Ramiro C., A. 1992. VR-91 variedad de chile mirasol o guajillo para el norte centro de México. Folleto para productores No. 2 SARH, INIFAB-SLP. San Luis Potosí, SLP., México. 12 p.
- Ramírez R., F. 1997. Reducción del porte de la planta de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) mediante aplicaciones de N-dimetilaminosuccinámico (B-9 o Alar). Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 46p.
- Resh, H. 1992. Cultivos hidropónicos, Nuevas Técnicas de Producción. 3ª edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 369 p.
- Rick, C. M. 1950. *Capsicum pubescens* a little know pungent pepper from Latin America. *Mo. Bot. Gard. Bull.* 38: 36-42.
- Rincón, L., J. Sáez, E. Balsalobre y C. Pellicer. 1995. Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso en cultivo bajo invernadero. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*. 10 (1): 47-59.
- Rivera Y., M. 1996. Colecta y caracterización del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 57p.
- Rivera G., S. 1998. Efecto de la poda de brotes y ramas en la calidad y rendimiento de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) cultivado en invernadero. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 67p.
- Rojas, L. 1989. Análisis de plantas. p: 175-190. En: *El análisis de suelos, plantas y aguas para riego*. Manual de Asistencia Técnica No. 47. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Subgerencia de investigación y transferencia. Programa Nacional de Suelos, Sección Nacional, Arte e Impresión ICA. Bogotá, Colombia.
- Rojas L., P. C. 1997. Influencia de la intensidad luminosa en el comportamiento vegetativo y reproductivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) Tesis de Maestría en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 90 p.
- SAGAR. 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1994-1998. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. D.F., México
- SAGAR, 2000. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1999. <http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro7promex7prinscoa.htm>. Marzo 6, 2000. 6 pm.

- Salisbury B., F y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana S. A. de C. V. México, D. F. 759 p.
- Sharkey, T. D. 1993. Fotosíntesis. Metabolismo del carbono en cloroplastos de plantas C_3 .p: 113-134. En: Azcon-Bieto J. y M. Talon (eds.) Fisiología y Bioquímica Vegetal. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid, España. 581p.
- Steiner, A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Horticultural Experiment Station, Naaldwijk, Netherlands. Plant and Soil. 15: 134-154.
- Steiner, A. 1984. The universal nutrient solution. En: Sixth International congress on Soilless Culture. Proceedings International Society for Soilless Culture. Lunteren. 633-650.
- Stroehlein, J. L. y N. F. Oebker. 1979. Effects of nitrogen and phosphorus on yields and tissue analysis of chili peppers. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 10: 551-563.
- Thompson T. L. y T. A. Doerge. 1996. Nitrogen and water interactions in subsurface trickleirrigated leaf lettuce: II. Agronomic, economic, and enviromental outcomes. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 168-173.
- Werner, J. 2000. Salsa picante de rocoto. <http://www.rocotosause.tripod.com>. Octubre 8, 2000. 12 am.
- Woodbury, J. E. 1980. Determination of *Capsicum* pungency by high pressure liquid chromatography and spectrofluorometric detection. J. Assn. Offic. Anal. Chem. 63:556-558.

9. ANEXO

Cuadro 1a. Comparación de medias del peso seco de hojas por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

DDS	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	----- (g planta ⁻¹) -----								
116	0.210	a	0.210	a	0.210	a	0.210	a	
141	1.381	b	1.579	ab	2.425	a	2.320	ab	0.949
161	7.570	b	10.035	b	12.300	a	10.670	ab	3.329
182	11.838	b	12.153	b	14.780	ab	15.600	a	3.113
203	20.623	a	26.390	a	25.633	a	29.490	a	16.894
224	24.950	a	27.130	a	28.973	a	45.873	a	34.570
245	28.210	a	30.983	a	41.545	a	49.985	a	34.356
262	30.060	b	32.680	ab	46.130	ab	52.370	a	20.602
287	32.313	c	34.663	bc	55.363	ab	53.580	a	9.305
308	42.360	a	44.773	a	59.410	a	62.388	a	40.840
329	39.318	a	45.673	a	52.110	a	54.845	a	19.647

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$. Los análisis de varianza se encuentran en los cuadros 194a al 203a de este mismo anexo.

Cuadro 2a. Comparación de medias del peso seco de tallos por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

DDS	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	----- (g planta ⁻¹) -----								
116	0.0900	a	0.0900	a	0.0900	a	0.0900	a	
141	0.6250	a	0.6200	a	0.8500	a	0.7700	a	0.287
161	4.8175	a	5.6475	a	6.8875	a	5.8100	a	2.021
182	9.7425	a	9.0450	a	11.1025	a	8.1200	a	7.085
203	20.5225	a	20.5375	a	30.2825	a	29.7275	a	9.783
224	21.8500	b	28.2275	b	33.4150	b	59.6375	a	19.942
245	38.5900	a	43.5475	a	61.4525	a	74.4250	a	46.993
262	43.6200	a	47.0200	a	68.5075	a	77.2675	a	40.907
287	52.2200	a	55.7075	a	89.0250	a	87.9100	a	40.653
308	62.5425	a	66.6450	a	94.8425	a	107.3225	a	52.301
329	85.3800	a	88.4225	a	98.9925	a	106.5500	a	37.177

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$. Los análisis de varianza se encuentran en los cuadros 204a al 213a de este mismo anexo.

Cuadro 3a. Comparación de medias del peso seco de flores por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

nativa universal de Steiner. Chapingo, Mexico, 1999-2000.									
DDS	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	----- (g planta ⁻¹) -----								
161	0.0000	b	0.2075	ab	0.2175	a	0.2850	a	0.214
182	0.2950	a	0.4000	a	0.4100	a	0.3875	a	0.384
203	0.2825	a	0.4225	a	0.4375	a	0.4375	a	0.383
224	0.3313	a	0.4425	a	0.4850	a	0.5825	a	0.929
245	0.4025	a	0.4625	a	0.5825	a	0.5950	a	0.510
262	0.0000	b	0.0000	b	0.5700	a	0.8025	a	0.361
287	0.4100	a	0.4875	a	0.6775	a	0.9775	a	0.815
308	1.0725	a	1.0850	a	1.5100	a	1.7375	a	1.297
329	1.0075	a	1.0775	a	1.5000	a	1.5300	a	0.795

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$. Los análisis de varianza se encuentran en los cuadros 214a al 222a de este mismo anexo.

Cuadro 4a. Comparación de medias del peso seco de frutos inmaduros por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

DDS	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	(g planta ⁻¹)								
182	0.120	b	1.300	b	2.093	b	4.860	a	2.363
203	0.160	c	2.055	bc	4.520	ab	6.250	a	3.036
224	0.518	c	2.620	bc	6.200	ab	9.340	a	4.889
245	2.410	b	5.028	ab	6.500	ab	10.980	a	6.573
262	7.260	c	12.240	bc	19.700	ab	27.610	a	11.876
287	0.000	b	0.000	b	0.000	b	2.980	a	1.920
308	0.350	c	0.990	b	1.500	a	1.750	a	0.445
329	0.320	c	0.870	bc	1.310	ab	1.500	a	0.628

DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$.

Cuadro 5a. Comparación de medias del peso seco de frutos por planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

DDS	T ₁ (sol. 50%)		T ₂ (sol. 75%)		T ₃ (sol. 100%)		T ₄ (sol. 125%)		DMS
	----- (g planta ⁻¹) -----								
182	0.120	b	1.300	b	2.093	b	4.860	a	2.363
203	0.160	c	2.055	bc	4.520	ab	6.250	a	3.036
224	0.518	c	2.620	bc	6.200	ab	9.340	a	4.889
245	2.410	b	5.028	ab	6.500	ab	10.980	a	6.573
262	8.053	c	15.747	bc	22.681	ab	29.109	a	11.922
287	12.734	b	27.246	a	12.694	b	23.193	a	5.895
308	12.659	c	20.241	b	19.870	b	35.784	a	2.162
329	5.190	d	7.000	c	13.026	b	20.570	a	1.711

*DMS= Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$. Los análisis de varianza se encuentran en los cuadros 223a al 230a de este mismo anexo.

Cuadro 6a. Datos de las variables morfológicas a lo largo del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) de los 4 tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

Fecha	DDS	Trat.	Re.	Área foliar	No. de hojas	Diámetro Tallo	P. S. Tallo	PS Total	Altura de planta	PS hojas	PS frutos	PS flores
				(cm ²)		(cm)		(g planta ⁻¹)	(cm)	(g planta ⁻¹)		
Jul-20	116	1	1	87.4	12	0.35	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	1	2	87.4	12	0.48	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	1	3	87.4	12	0.35	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	1	4	87.4	12	0.39	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	2	1	87.4	12	0.43	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	2	2	87.4	12	0.35	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	2	3	87.4	12	0.39	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	2	4	87.4	12	0.35	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	3	1	87.4	12	0.48	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	3	2	87.4	12	0.45	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	3	3	87.4	12	0.49	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	3	4	87.4	12	0.36	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	4	1	87.4	12	0.5	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	4	2	87.4	12	0.48	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	4	3	87.4	12	0.5	0.09	0.3	25	0.21	0	0
	116	4	4	87.4	12	0.48	0.09	0.3	25	0.21	0	0
Ago-14	141	1	1	474.12	26	0.51	0.4	1.36	31	0.96	0	0
	141	1	2	762.35	45	0.54	0.6	2.38	33	1.78	0	0
	141	1	3	639.68	38	0.57	0.7	1.72	35	1.02	0	0
	141	1	4	718.45	47	0.57	0.8	2.562	32	1.762	0	0
	141	2	1	625.18	50	0.54	0.51	1.97	32	1.46	0	0
	141	2	2	589.74	40	0.54	0.8	2.4	37	1.6	0	0
	141	2	3	643.73	27	0.54	0.73	2.486	37	1.756	0	0
	141	2	4	562.28	39	0.57	0.44	1.94	30	1.5	0	0
	141	3	1	615.04	50	0.54	0.7	2.6	32	1.9	0	0
	141	3	2	1012.6	66	0.54	0.84	3.79	32	2.95	0	0
	141	3	3	926.6	64	0.54	1.05	3.76	39	2.71	0	0
	141	3	4	794.83	52	0.54	0.81	2.95	31	2.14	0	0
	141	4	1	818.01	31	0.54	0.61	3.07	30	2.46	0	0
	141	4	2	613.6	38	0.54	0.94	2.78	34	1.84	0	0
	141	4	3	980.65	61	0.54	0.98	3.91	32	2.93	0	0
	141	4	4	732.86	40	0.54	0.55	2.6	28	2.05	0	0
Sep-03	161	1	1	2758.7	103	0.71	2.9	8.88	52	5.98	0	0
	161	1	2	2467.9	123	0.98	6.95	14.82	75	7.87	0	0
	161	1	3	3125.1	110	0.87	4.65	12.32	55	7.67	0	0
	161	1	4	2175.1	124	0.87	4.77	13.53	63	8.76	0	0
	161	2	1	3539.3	143	0.9	5.64	16.67	55	10.84	0	0.19

	161	2	2	3370.3	109	0.96	6.08	15.36	52	9.15	0	0.13
	161	2	3	3623.7	138	1.13	6.31	17.51	52	10.93	0	0.27
	161	2	4	3786.5	140	0.84	4.56	14.02	60	9.22	0	0.24
	161	3	1	2934.9	207	0.82	5.65	18.07	53	12.29	0	0.13
	161	3	2	2914	196	0.84	6.97	19.27	71	11.94	0	0.36
	161	3	3	2780	172	0.99	8.06	20.64	65	12.24	0	0.34
	161	3	4	3289	208	0.93	6.87	19.64	65	12.73	0	0.04
	161	4	1	1505	110	0.7	5.28	15.02	54	9.55	0	0.19
	161	4	2	3113	167	0.89	6.58	18.98	64	12.03	0	0.37
	161	4	3	3625	217	0.92	7.1	20.87	59	13.32	0	0.45
	161	4	4	3429	196	0.73	4.28	12.19	74	7.78	0	0.13
Sep-24	182	1	1	2719	175	0.91	9.46	20.42	75	10.87	0.06	0.03
	182	1	2	3595	186	0.91	6.21	17.97	70	11.3	0.08	0.38
	182	1	3	2453	268	1.01	9.55	22.49	70	12.72	0.16	0.06
	182	1	4	2853	266	1	13.75	27.1	73	12.46	0.18	0.71
	182	2	1	3578	250	1.06	10.2	25.28	63	13.42	1.1	0.56
	182	2	2	3782	135	0.96	8.74	21.15	71	11.24	0.9	0.27
	182	2	3	3667	234	1.14	9.79	23.25	71	11.8	1.42	0.24
	182	2	4	3856	273	0.96	7.45	21.91	62	12.15	1.78	0.53
	182	3	1	4231	263	1.2	10.78	31.28	84	18.45	1.61	0.44
	182	3	2	3501	228	1	11.18	26.85	74	13.17	2.3	0.2
	182	3	3	3550	181	0.91	11.42	27.49	73	13.96	1.71	0.4
	182	3	4	4182	211	1	11.03	27.92	85	13.54	2.75	0.6
	182	4	1	3602	241	0.98	11.35	30.97	79	16.57	2.64	0.41
	182	4	2	4476	237	1.04	10.62	33.89	71	15.86	6.96	0.45
	182	4	3	4591	237	1.01	9.58	29.15	71	16.06	3.22	0.29
	182	4	4	4822	223	0.99	0.93	21.86	72	13.91	6.62	0.4
Oct-15	203	1	1	3287	230	1.2	23.66	58.3	110	34.2	0.19	0.25
	203	1	2	3110	189	1.3	19.2	35.97	110	16.47	0.22	0.08
	203	1	3	2769	394	1.1	27.6	39.72	91	11.48	0.04	0.6
	203	1	4	3054	300	1.3	11.63	32.36	115	20.34	0.19	0.2
	203	2	1	1932	308	1	20.2	53.83	130	29.95	3.37	0.31
	203	2	2	4788	282	1.2	17.35	28.24	107	9.43	1.16	0.3
	203	2	3	5032	415	1.2	22.45	53.52	103	30.3	0.27	0.5
	203	2	4	3829	303	1.1	22.15	62.03	107	35.88	3.42	0.58
	203	3	1	6560	415	0.9	30.14	58.91	100	23.47	4.95	0.35
	203	3	2	5916	333	0.8	24.88	57.84	95	28.22	4.43	0.31
	203	3	3	4775	327	1.2	30.76	62.04	110	24.03	6.59	0.66
	203	3	4	4467	316	1.3	35.35	64.7	115	26.81	2.11	0.43
	203	4	1	4154	206	1	28.85	75.21	87	40.05	6.29	0.02
	203	4	2	5392	223	1.1	22.07	46.75	114	18.5	5.6	0.58
	203	4	3	7374	361	1.2	36.47	74.63	113	30.55	7.13	0.48
	203	4	4	5364	419	1.1	31.52	67.03	114	28.86	5.98	0.67

Nov-05	224	1	1	6508	449	1.35	24.44	45.96	100	21.11	0.36	0.05
	224	1	2	3674	465	1.2	22.59	55.11	120	30.69	0.61	1.22
	224	1	3	2148	226	1.3	21.69	49.115	102	26.58	0.81	0.035
	224	1	4	4082	304	1.06	18.68	40.41	110	21.42	0.29	0.02
	224	2	1	3719	288	0.93	26.6	42.8	107	11.63	4.01	0.56
	224	2	2	6409	365	1.06	28.89	52.8	117	21.4	2.13	0.38
	224	2	3	8720	641	1.2	29.88	62.51	120	31.92	0.25	0.46
	224	2	4	1649	267	1.3	27.54	75.57	110	43.57	4.09	0.37
	224	3	1	2370	234	1.23	41.25	63.29	90	13	8.43	0.61
	224	3	2	6496	508	1.24	19.95	52.22	97	25.61	6.28	0.38
	224	3	3	7222	508	1.27	22.89	64.64	100	33.02	8.2	0.53
	224	3	4	10132	674	1.1	49.57	96.14	136	44.26	1.89	0.42
	224	4	1	11945	646	1.4	60.21	145.12	110	70.54	13.12	1.25
	224	4	2	9903	610	1.24	43.54	94.79	110	42.4	8.65	0.2
	224	4	3	9878	747	1.17	69.99	128.66	145	47.53	10.4	0.74
	224	4	4	5085	411	1.2	64.81	93.16	120	23.02	5.19	0.14
Nov-23	245	1	1	6879	383	1.4	57.75	83.33	150	23.24	2.02	0.32
	245	1	2	2685	486	1.15	18.71	46.39	92	24.36	3.14	0.18
	245	1	3	3905	425	1.2	36.03	64.82	113	27.36	1.13	0.3
	245	1	4	4512	624	1.27	41.87	83.91	130	37.88	3.35	0.81
	245	2	1	7860	804	1.19	78.77	141.09	120	56.75	5.15	0.42
	245	2	2	6354	631	1.35	42.34	79.53	120	33.81	3.21	0.17
	245	2	3	8962	238	1.26	23.22	36.04	122	10.34	1.95	0.53
	245	2	4	4866	196	1.26	29.86	63.42	100	23.03	9.8	0.73
	245	3	1	10039	806	1.72	65.5	120.51	117	45.04	9.13	0.84
	245	3	2	4390	538	1.5	45.53	86.4	120	33.43	7.11	0.33
	245	3	3	6298	562	1.1	64.02	118.32	117	45.74	8	0.56
	245	3	4	7391	818	1.36	70.76	115.09	120	41.97	1.76	0.6
	245	4	1	8676	839	1.1	96.34	173.99	140	61.75	15.31	0.59
	245	4	2	10399	916	1.24	88.43	161.73	150	63.19	9.56	0.55
	245	4	3	7803	652	1.6	89.69	157.22	120	56.74	9.87	0.92
	245	4	4	11025	239	1.5	23.24	51	90	18.26	9.18	0.32
Dic-13	262	1	1	3895	480	1.33	54.36	106.6167805	112	36.96	7.946780526	0
	262	1	2	2287	504	1.26	51.26	95.71175501	130	26.88	9.281755006	0
	262	1	3	5877	406	1.24	43.78	83.56456616	124	27.15	6.674566156	0
	262	1	4	6878	625	1.36	25.08	70.07768748	130	29.25	8.307687475	0
	262	2	1	8957	463	1.36	42.57	112.2454319	122	42.1	15.9154319	0
	262	2	2	6891	425	1.27	74.36	133.7300742	107	27.25	18.45007419	0
	262	2	3	4598	626	1.29	24.89	88.92500795	110	37.08	14.80500795	0
	262	2	4	8863	686	1.3	46.26	95.84810281	131	24.29	13.81810281	0
	262	3	1	8679	822	1.44	80.65	189.6899779	142	45.24	33.67997788	0.32
	262	3	2	8633	780	1.46	50.5	133.8365487	116	37.91	23.83654867	0.53
	262	3	3	10684	652	1.52	71.65	166.7672345	110	48.53	24.03723451	1.01

	262	3	4	4114	744	1.29	71.23	140.0610177	112	52.84	9.171017699	0.42
	262	4	1	9561	986	1.47	95.23	229.8614641	128	59.61	37.80146414	0.61
	262	4	2	11236	1002	1.34	91.24	211.5608062	120	68.34	26.41080616	0.88
	262	4	3	10698	893	1.45	35.93	127.3515116	130	44.15	23.75151156	1.12
	262	4	4	8869	317	1.42	86.67	179.8626615	130	37.38	28.47266153	0.6
Ene-07	287	1	1	7343	529	1.92	43.57	83.41405968	168	27.91	11.78405968	0.15
	287	1	2	10600	661	1.3	52.65	99.13197487	160	33.75	12.51197487	0.22
	287	1	3	6765	618	1.45	86.33	131.7972242	200	31.27	13.80722419	0.39
	287	1	4	8608	647	1.66	26.33	76.36195917	160	36.32	12.83195917	0.88
	287	2	1	11157	659	1.34	74.81	144.8706147	180	41.4	28.32061473	0.34
	287	2	2	11415	692	1.36	48.88	116.924266	177	37.91	29.85426603	0.28
	287	2	3	8670	735	1.32	36.32	93.64404875	130	29.43	27.28404875	0.61
	287	2	4	7998	562	1.52	62.82	116.9767621	200	29.91	23.52676206	0.72
	287	3	1	13093	1030	1.33	77.42	145.5831858	180	53.31	13.78318584	1.07
	287	3	2	13678	687	1.59	102.6	175.4963274	180	60.15	12.32632743	0.42
	287	3	3	13071	860	1.57	89.09	154.4240265	150	52.36	12.34402655	0.63
	287	3	4	15035	1028	1.7	86.99	155.5352212	153	55.63	12.32522124	0.59
	287	4	1	13118	1081	1.75	82.89	163.9652816	175	57.44	21.22528156	0.26
	287	4	2	12572	1002	1.5	81.41	158.5941968	140	51.57	21.3741968	1.03
	287	4	3	12984	939	1.64	106.6	183.4380083	205	53.27	21.5380083	0.77
	287	4	4	12043	1019	1.42	80.74	168.5684707	195	52.04	28.63847066	1.85
Ene-28	308	1	1	11227	736	1.38	42.4	100.8293797	172	44.15	13.49937966	0.42
	308	1	2	8224	1015	1.56	62.46	119.2867334	180	43.25	12.03673341	1.06
	308	1	3	7340	721	1.92	50.3	96.59922654	150	31.72	12.73922654	1.61
	308	1	4	10324	868	1.64	95.01	159.2237652	160	50.32	12.36376521	1.2
	308	2	1	17078	1146	1.83	97.19	180.0814679	172	60.13	21.31146794	0.43
	308	2	2	12594	836	1.56	74.94	147.250106	190	50.35	19.69010599	0.98
	308	2	3	13219	818	1.42	62.6	135.3272761	153	49.55	20.9072761	1.58
	308	2	4	9971	712	1.5	31.85	72.27803922	165	19.06	19.05803922	1.35
	308	3	1	11872	924	1.45	94.42	169.0183628	152	51.35	19.80836283	1.75
	308	3	2	15068	679	1.74	89.32	178.3948673	160	66.32	20.33486726	0.74
	308	3	3	13724	735	1.46	99.63	185.2737832	164	61.53	20.69378319	2.5
	308	3	4	15693	641	1.85	96	175.8430752	180	58.44	18.64307522	1.05
	308	4	1	12367	891	1.6	97.26	180.2221043	155	40.88	38.49210433	1.45
	308	4	2	13728	989	1.6	142.61	288.4696858	188	107.55	33.99968583	2.5
	308	4	3	10370	837	1.56	87.1	164.8606165	198	40.21	35.17061648	1.29
	308	4	4	14189	1086	1.68	102.32	202.3774867	174	60.91	35.47748666	1.71
Feb-18	329	1	1	9389	845	1.78	91.58	138.1002631	174	40.03	5.720263055	0.44
	329	1	2	8211	739	1.41	93.65	144.1360817	160	44.2	4.846081665	0.93
	329	1	3	10122	911	1.59	85.33	133.2758539	174	40.69	5.665853946	1.4
	329	1	4	8478	763	1.7	70.96	109.3495446	150	32.35	4.529544562	1.26
	329	2	1	11319	752	1.67	85.91	135.0542607	205	39.68	8.044260731	0.46
	329	2	2	14675	975	1.68	134.67	207.9405564	198	64.23	6.970556439	0.95

	329	2	3	11213	745	1.46	52.77	97.40711182	143	35.3	7.057111818	1.57
	329	2	4	13742	913	1.51	80.34	131.7695337	177	43.48	5.929533651	1.33
	329	3	1	15622	858	1.6	104.27	171.9998673	180	50.08	14.65986726	1.61
	329	3	2	13994	840	1.6	106.54	180.4946681	152	58.96	12.05466814	1.21
	329	3	3	11704	929	1.99	106.61	153.3447566	160	31.58	12.57475664	2.06
	329	3	4	14711	806	1.33	78.55	161.9157522	180	67.82	12.81575221	1.12
	329	4	1	14416	1085	1.65	117.61	200.3137404	231	58.97	20.76374037	1.08
	329	4	2	15852	1193	1.6	107.72	198.6227267	175	65.46	21.84272673	1.96
	329	4	3	11839	891	1.85	102.36	164.0440486	185	39.94	19.61404861	1.43
	329	4	4	14922	1326	1.36	98.51	177.001642	184	55.01	20.06164197	1.65

DDS= Días después de siembra, TRAT.= tratamiento, REP.= repetición, P.S.= peso seco.

Cuadro 7a. Datos de la concentración de macro y micronutrientes en las plantas, a lo largo del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) de los 4 tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

Fecha	DDS	Trat.	Rep.	Macroelementos (%)					Microelementos (mg kg ⁻¹)				
				N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Jul-20	116	1	1	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	1	2	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	1	3	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	1	4	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	2	1	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	2	2	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	2	3	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	2	4	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	3	1	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	3	2	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	3	3	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	3	4	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	4	1	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	4	2	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	4	3	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
	116	4	4	1.313	0.2454657	1.949757	1.030691	0.608685	269.2	18.048	230.488	132.58	82.06
Sep-03	161	1	1	2.814	0.3001557	1.782657	1.345491	0.949095	79.22	5.053	96.028	128.07	48.6
	161	1	2	3.339	0.2729357	1.568457	1.525591	1.108165	82.08	6.557	112.818	134.54	44.6
	161	1	3	3.428	0.3581857	1.992257	1.811291	1.166265	119.4	4.852	105.068	135.81	62.08
	161	2	1	3.462	0.3674657	2.974857	2.234091	1.371065	93.93	4.119	146.118	124.02	55.72
	161	2	2	3.224	0.2619957	2.010857	1.686591	1.201265	87.65	5.158	124.308	100.99	42.95
	161	2	3	3.497	0.3048857	1.907057	1.911991	1.276765	111.2	8.813	197.188	136.99	50.93
	161	2	4	3.804	0.3608257	2.886557	1.869891	1.083665	112.3	5.469	196.738	147.82	45.98
	161	3	1	3.599	0.3653257	1.874657	1.796191	1.852765	105.2	5.203	132.978	159.09	48.34
	161	3	2	3.633	0.3235957	2.398057	1.909591	1.138065	74.57	3.611	123.588	155.15	43.82
	161	3	3	3.872	0.1110457	1.573557	0.694931	0.554235	99.89	5.500	152.60	60.222	57.69
	161	3	4	4.452	0.3898257	1.978457	2.799891	2.031465	120	7.685	201.108	218.12	80.95
	161	4	1	3.633	0.3950957	0.825017	1.952991	1.290165	94.01	3.421	180.808	134.61	49.69
	161	4	2	3.667	0.3211657	1.637957	2.216191	1.312065	103.8	7.153	159.428	119.36	44.56
	161	4	3	3.565	0.4259757	1.986557	2.060691	1.534465	109.6	6.091	301.868	151.98	53.5
	161	4	4	4.52	0.4822357	1.817757	3.098291	1.956365	147.5	7.059	321.738	208.37	68

Oct-15	203	1	1	2.2	0.3142257	2.337757	2.918791	1.291265	127.3	4.553	169.918	161.85	64.78
	203	1	2	1.791	0.2415257	1.939057	2.008091	0.857585	95.89	6.378	162.798	107.84	41.7
	203	1	3	2.473	0.3472857	1.504657	1.073291	0.583065	51.26	5.462	86.507	72.524	43.02
	203	2	1	3.019	0.3255657	1.808257	2.842891	1.562165	109.1	6.636	204.848	163.64	59.04
	203	2	2	2.576	0.2027532	1.535191	2.001757	1.1084578	89.93	7.645	166.521	136.81	46.59
	203	2	3	2.484	0.2383432	1.704191	1.982857	1.0404578	93.81	3.839	153.531	132.47	40.13
	203	2	4	2.473	0.2518732	1.640691	1.996757	0.9378878	84.19	4.701	147.851	120.64	40.07
	203	3	1	2.712	0.2480032	1.888291	1.633857	1.3097578	97.2	4.504	138.701	138.69	39.27
	203	3	2	3.121	0.2332932	1.658591	1.881457	1.2320578	106.5	4.284	148.331	123.25	48.16
	203	3	3	2.814	0.2168332	2.211791	1.684557	1.2110578	80.07	5.343	158.761	99.165	45.21
	203	3	4	3.019	0.2350832	2.006291	1.833157	1.0907578	92.22	3.84	113.271	120.74	40.32
	203	4	1	3.087	0.2114732	1.720591	1.785457	1.0218578	77.43	4.247	146.451	99.598	45.16
	203	4	2	3.224	0.2617532	2.071491	1.936557	1.1645578	106.7	4.418	172.191	116.33	41.53
	203	4	3	3.633	0.2931332	2.469591	2.138657	1.2679578	117.6	7.79	184.081	145.22	45.58
	203	4	4	3.224	0.2856032	2.231391	1.936857	1.1160578	83.07	4.506	152.511	117.84	42.91
Nov-26	245	1	1	3.121	0.3215732	2.048591	2.372257	0.8035578	79.36	5.462	247.101	136.68	38.14
	245	1	2	2.883	0.2295432	2.469191	1.657757	0.7328378	68.31	6.418	174.251	112.98	34.72
	245	1	3	2.405	0.2168032	1.977891	1.456457	0.6374978	60.07	4.997	151.011	77.47	28.03
	245	2	1	2.78	0.2809332	2.244891	1.420357	0.6525478	121.6	6.357	207.431	150.67	34.12
	245	2	2	3.292	0.2995232	2.358091	2.145157	0.7537278	122.8	6.074	216.541	123.32	39.13
	245	2	3	2.644	0.2273332	2.597091	1.579257	0.5575178	67.49	5.872	180.091	122.32	29.13
	245	2	4	3.019	0.2999332	2.674791	2.117957	0.8161978	87.7	8.468	212.491	149.32	40.55
	245	3	1	3.155	0.2293532	2.621591	1.436857	0.6897178	119.3	5.727	497.961	112.97	37.25
	245	3	2	2.814	0.2954432	2.498091	1.694657	0.5987278	88.17	8.688	130.341	118.25	37.34
	245	3	3	3.019	0.2971885	3.304008	1.924046	0.844596	139.4	7.556	301.1	202.5	52.19
	245	3	4	3.19	0.2793685	2.531408	1.816846	0.817426	153.2	4.791	274.94	161.54	42.96
	245	4	1	3.053	0.1988285	1.781708	1.497446	0.804756	140.3	7.3	257.97	162.48	36.08
	245	4	2	2.712	0.2462985	0.693928	1.560946	0.820526	125.6	5.546	195.23	127.12	37.17
	245	4	3	3.019	0.2687185	2.678808	1.884946	0.872386	139.4	5.039	240.8	121.79	45.61
	245	4	4	2.848	0.3415385	3.143808	2.474646	0.910786	133.9	8.76	483.64	204.9	53.29
Ene-07	287	1	1	3.258	0.2926385	2.694408	2.322346	0.907936	100.1	5.749	361.46	157.28	49.57
	287	1	2	3.053	0.2495085	2.524808	2.512446	1.062916	105.8	4.7	214.21	123.43	42.16
	287	1	3	2.576	0.2640885	2.177608	1.914946	0.789496	82.43	4.749	226.42	110.96	43.4
	287	2	1	3.121	0.3362185	2.619708	2.192546	0.876206	107.6	5.763	262.91	139.79	45.47
	287	2	2	3.769	0.3232285	3.045008	2.281046	0.801476	111.8	5.174	420.1	177.29	47.37
	287	2	3	3.394	0.3385385	2.846708	2.353346	0.669656	102.7	6.858	355.39	178.08	49.7
	287	2	4	3.053	0.3191785	2.115608	2.140346	0.767206	100.5	6.109	217.62	156.55	41.97
	287	3	1	2.833	0.2575085	1.907408	1.505746	0.635766	117.9	3.553	244.96	71.063	29.81
	287	3	2	3.326	0.2916385	2.208008	1.882546	0.774226	126.6	5.505	378.95	184.4	46.27
	287	3	3	2.303	0.2530585	1.850908	1.317646	0.445346	56.77	5.025	197.16	111.88	29.71
	287	3	4	3.326	0.3023185	2.667108	1.773546	0.742476	137.4	5.333	217.99	157.37	42.43
	287	4	1	3.769	0.3140985	3.143308	1.949146	0.860686	148.8	8.683	234.8	221.25	55.26
	287	4	2	2.439	0.2658785	2.728908	2.028546	0.688646	112	5.32	216.68	146.65	41.07
	287	4	3	3.087	0.3391485	2.206508	1.589946	0.660016	120.5	5.825	212	98.6	40.75
	287	4	4	3.497	0.2311102	2.514675	1.486887	0.7077004	143.1	8.46	275.536	105.86	36.27
Feb-18	329	1	1	2.917	0.2689002	2.781675	2.298687	0.9590904	113.6	6.365	339.406	116.53	48.5
	329	1	2	2.439	0.2230002	2.075175	1.714887	0.7186304	79.63	5.062	210.196	64.062	34.22
	329	1	3	3.087	0.2655502	1.871375	2.139087	0.8449604	93.35	7.737	754.516	130.58	53.65
	329	2	1	2.61	0.2490102	2.322475	1.572387	0.5258304	74.85	5.069	343.676	78.8	31.18
	329	2	2	2.78	0.2643102	2.212175	1.640987	0.6384904	86.18	5.656	371.286	114.36	38.86

329	2	3	3.428	0.3129702	2.684275	2.097887	0.7268104	89.3	5.794	386.756	109.96	41.41
329	2	4	3.428	0.2695602	3.114475	1.757087	0.7143204	80.2	5.723	467.486	111.87	41.17
329	3	1	2.985	0.1745002	2.485575	1.122787	0.5577604	71.73	4.597	167.906	61.055	20.05
329	3	2	3.155	0.1907902	2.202875	1.076187	0.6020204	79.38	4.129	170.546	70.194	23.87
329	3	3	2.746	0.2165002	2.427975	1.061387	0.4788204	65.47	5.175	160.066	82.754	21.79
329	3	4	3.701	0.2157502	2.663475	1.413487	0.5220104	88.2	7.287	235.636	59.488	31.76
329	4	1	3.155	0.2442902	3.180475	1.402887	0.6478304	107.8	6.885	171.036	108.38	29.02
329	4	2	3.428	0.2424402	2.954075	1.293887	0.5612204	100.3	7.147	169.676	124.04	25.03
329	4	3	3.394	0.2683602	2.600675	1.555887	0.6307504	107.9	6.654	208.326	106.99	30.08
329	4	4	3.667	0.2422202	2.527175	1.287587	0.5440704	107.4	6.52	219.026	65.449	29.42

DDS= Días después de siembra, TRAT.= tratamiento, REP.= repetición.

Cuadro 8a. Datos de rendimiento y extracción de nutrimentos a lo largo del periodo de cosecha del cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) de los 4 tratamientos con diferentes concentraciones de la solución nutritiva de Steiner. Chapingo, México. 1999-2000.

Fecha	DDS	TRAT	REP	Peso fresco	Peso seco
				(g planta ⁻¹)	
7-Dic	256	1	1	15.2	0.59678053
	256	1	2	25.26	0.99175501
	256	1	3	18.2	0.71456616
	256	1	4	22.1	0.86768748
	256	2	1	80.3	4.2554319
	256	2	2	90.2	4.78007419
	256	2	3	50.1	2.65500795
	256	2	4	44.12	2.33810281
	256	3	1	70.15	3.87997788
	256	3	2	50.2	2.77654867
	256	3	3	45.15	2.49723451
	256	3	4	50.1	2.7710177
	256	4	1	20.1	1.19146414
	256	4	2	29.03	1.72080616
	256	4	3	22.8	1.35151156
	256	4	4	29.23	1.73266153
14-Dic	263	1	1	17.5	0.68708284
	263	1	2	30.2	1.18570868
	263	1	3	24.6	0.96584217
	263	1	4	34.42	1.3513938
	263	2	1	102.8	5.44780074
	263	2	2	148.3	7.85903551
	263	2	3	135.9	7.20190779
	263	2	4	105.04	5.56650768

	263	3	1	120.5	6.66482301
	263	3	2	115.8	6.40486726
	263	3	3	90.8	5.02212389
	263	3	4	113.9	6.29977876
	263	4	1	40.8	2.41849437
	263	4	2	63.2	3.7462952
	263	4	3	61.82	3.66449318
	263	4	4	60.5	3.58624778
26-Dic	275	1	1	110.15	4.32469572
	275	1	2	159.25	6.25245387
	275	1	3	168.45	6.61366313
	275	1	4	153.39	6.02237927
	275	2	1	235.78	12.4949656
	275	2	2	198.48	10.518283
	275	2	3	228.15	12.09062
	275	2	4	209.87	11.1218866
	275	3	1	53.25	2.94524336
	275	3	2	40.19	2.22289823
	275	3	3	50.92	2.81637168
	275	3	4	45.96	2.5420354
	275	4	1	168.75	10.0029638
	275	4	2	133.67	7.9235329
	275	4	3	149.86	8.88322466
	275	4	4	187.32	11.1037344
2-Ene	282	1	1	172.49	6.77228112
	282	1	2	129.23	5.07381233
	282	1	3	158.62	6.22771888
	282	1	4	139.02	5.4581861
	282	2	1	195.83	10.3778484
	282	2	2	216.57	11.4769475
	282	2	3	150.8	7.99152093
	282	2	4	129.04	6.83836778
	282	3	1	75.45	4.17311947
	282	3	2	66.87	3.69856195
	282	3	3	81.46	4.50553097
	282	3	4	62.98	3.48340708
	282	4	1	112.25	6.65382336
	282	4	2	109.56	6.4943687
	282	4	3	130.41	7.73029046
	282	4	4	145.9	8.64848844

9-Ene	289	1	1	155.48	6.10443659
	289	1	2	130.25	5.11385944
	289	1	3	155.23	6.09462112
	289	1	4	124.48	4.88731841
	289	2	1	154.61	8.19342872
	289	2	2	137.92	7.30895601
	289	2	3	150.67	7.98463169
	289	2	4	140.44	7.44250132
	289	3	1	100.98	5.58517699
	289	3	2	128.42	7.10287611
	289	3	3	118.82	6.57190265
	289	3	4	112.38	6.21570796
	289	4	1	102.58	6.08061648
	289	4	2	92.47	5.4813278
	289	4	3	85.23	5.0521636
	289	4	4	79.88	4.7350326
14-Ene	294	1	1	72.48	2.84570082
	294	1	2	63.15	2.47938751
	294	1	3	70.5	2.76796231
	294	1	4	73.63	2.89085198
	294	2	1	105.48	5.58982512
	294	2	2	92.45	4.89931108
	294	2	3	112.56	5.96502385
	294	2	4	94.87	5.02755697
	294	3	1	60.5	3.34623894
	294	3	2	45.67	2.52599558
	294	3	3	56.98	3.15154867
	294	3	4	44.61	2.46736726
	294	4	1	109.45	6.48784825
	294	4	2	85.29	5.05572021
	294	4	3	87.78	5.2033195
	294	4	4	83.52	4.95080024
21-Ene	301	1	1	20.56	0.80722419
	301	1	2	31.61	1.24106792
	301	1	3	22.43	0.88064389
	301	1	4	31.16	1.22340008
	301	2	1	29.17	1.54583996
	301	2	2	40.44	2.14308426
	301	2	3	32.45	1.71966084
	301	2	4	37.38	1.9809221

	301	3	1	59.35	3.28263274
	301	3	2	71.65	3.96294248
	301	3	3	67.34	3.72455752
	301	3	4	59.42	3.28650442
	301	4	1	133.78	7.93005335
	301	4	2	152.78	9.05631298
	301	4	3	156.62	9.28393598
	301	4	4	150.18	8.90219324
28-Ene	308	1	1	86.14	3.38201806
	308	1	2	69.34	2.72241853
	308	1	3	70.45	2.76599921
	308	1	4	77.23	3.03219474
	308	2	1	93.64	4.96237414
	308	2	2	76.4	4.04875464
	308	2	3	85.82	4.54795972
	308	2	4	68.82	3.64705882
	308	3	1	106.75	5.90431416
	308	3	2	91.54	5.0630531
	308	3	3	114.37	6.32577434
	308	3	4	89.74	4.96349558
	308	4	1	267.45	15.8535862
	308	4	2	212.5	12.5963248
	308	4	3	245.31	14.5411974
	308	4	4	251.86	14.9294606
5-Feb	316	1	1	81.64	3.20533962
	316	1	2	70.32	2.76089517
	316	1	3	88.92	3.49116608
	316	1	4	67.84	2.66352572
	316	2	1	70.41	3.73131955
	316	2	2	54.55	2.89083201
	316	2	3	69.48	3.68203498
	316	2	4	50.16	2.6581876
	316	3	1	112.56	6.22566372
	316	3	2	82.15	4.54369469
	316	3	3	94.5	5.22676991
	316	3	4	100.43	5.55475664
	316	4	1	200.45	11.8820391
	316	4	2	215.48	12.7729698
	316	4	3	220.6	13.0764671
	316	4	4	203.03	12.0349733

26-Feb	337	1	1	55.65	2.18492344
	337	1	2	40.12	1.57518649
	337	1	3	50.55	1.98468787
	337	1	4	41.16	1.61601885
	337	2	1	63.27	3.35294118
	337	2	2	55.85	2.95972443
	337	2	3	50.29	2.66507684
	337	2	4	48.71	2.58134605
	337	3	1	127.54	7.05420354
	337	3	2	104.52	5.78097345
	337	3	3	123.45	6.82798673
	337	3	4	102.17	5.65099558
	337	4	1	117.95	6.99170124
	337	4	2	125.34	7.42975697
	337	4	3	98.48	5.83758151
	337	4	4	105.55	6.25666864
4-Mar	343	1	1	123.89	4.86415391
	343	1	2	180.52	7.08755399
	343	1	3	150.55	5.91087554
	343	1	4	214.64	8.42716922
	343	2	1	25.56	1.354531
	343	2	2	9.12	0.48330684
	343	2	3	19.44	1.03020668
	343	2	4	8.84	0.46846847
	343	3	1	110.56	6.11504425
	343	3	2	89.12	4.92920354
	343	3	3	100.15	5.53926991
	343	3	4	78.45	4.33904867
	343	4	1	50.55	2.99644339
	343	4	2	78.45	4.65026675
	343	4	3	73.45	4.35388263
	343	4	4	48.47	2.8731476

DDS= Días después de siembra, TRAT.= tratamiento, REP.= repetición.

Cuadro 9a. Acumulación de materia fresca y seca, y concentración de nutrimentos de los frutos, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Chapingo, México, 1999-2000.

TRAT	REP	Peso fresco	Peso seco	N	K	P	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		(g planta ⁻¹)		(%)					(mg kg ⁻¹)				
1	1	911.18	35.7746368	2.153	0.22394687	1.798375	0.14143033	0.15972373	18.794	3.46	85.123	11.4813	12.691
1	2	929.25	36.4840989	2.237	0.2387002	2.104975	0.157577	0.1508804	22.533	3.285	33.207	12.546	15.006
1	3	978.5	38.4177464	1.825	0.2075602	1.847775	0.130447	0.1738204	17.589	3.22	63.213	12.136	12.644
1	4	979.07	38.4401256	1.996	0.1855802	1.842375	0.176267	0.1944704	20.259	3.075	166.966	13.762	14.423
2	1	1156.85	61.3063063	2.712	0.2264002	2.249075	0.131527	0.1939804	18.247	4.123	667.846	20.828	15.55
2	2	1120.28	59.3683095	3.462	0.2872302	1.646675	0.103837	0.1887104	22.444	3.832	51.458	14.354	16.077
2	3	1085.66	57.5336513	2.576	0.2380502	2.235075	0.146097	0.1830504	19.254	4.389	755.236	15.92	14.093
2	4	937.29	49.6709062	2.951	0.2888702	2.294075	0.123217	0.1726804	19.444	2.887	42.015	12.794	15.328
3	1	997.59	55.1764381	2.780	0.2320802	1.812575	0.132127	0.1784104	18.77	1.197	36.5	13.888	13.605
3	2	886.13	49.011615	2.576	0.2454002	1.617175	0.139347	0.1877004	18.941	3.823	61.637	14.652	15.488
3	3	943.94	52.2090708	3.121	0.2510402	1.815375	0.154727	0.2170104	22.764	2.629	43.377	17.324	18.073
3	4	860.14	47.574115	2.166	0.1937002	1.671475	0.095107	0.1499804	14.472	2.698	35.794	9.646	13.819
4	1	1324.11	78.4890338	2.678	0.3070702	2.060475	0.086307	0.1690604	18.481	3.192	31.6611	13.626	15.956
4	2	1297.77	76.9276823	2.814	0.2697102	1.956275	0.115857	0.1665104	21.73	3.51	48.882	15.915	17.214
4	3	1332.36	78.9780676	3.133	0.3322902	2.100875	0.170937	0.2553704	30.474	3.315	125.586	19.348	20.765
4	4	1345.44	79.75340840	3.54171	0.2096902	1.7725417	0.11103367	0.21031373	22.2283	3.2057	66.04333	14.963	16.6450

DDS= Días después de siembra, TRAT.= tratamiento, REP.= repetición, P.S.= peso seco.

Cuadro 10a. Análisis de varianza del contenido de N a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.097	0.365	9.26	0.0056	**
Repetición	3	1.151	0.383	9.71	0.0048	**
Error experimental	8	0.316	0.039			
Total	14	2.565				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 11a. Análisis de varianza del contenido de N a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2.375	0.791	9.90	0.0046	**
Repetición	3	0.067	0.022	0.28	0.8371	NS
Error experimental	8	0.640	0.080			
Total	14	3.083				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 12a. Análisis de varianza del contenido de N a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.10	0.03	0.52	0.6797	NS
Repetición	3	0.14	0.04	0.74	0.5594	NS
Error experimental	8	0.52	0.06			
Total	14	0.77				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después e siembra.

Cuadro 13a. Análisis de varianza del contenido de N a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.402	0.134	0.58	0.6452	NS
Repetición	3	0.427	0.142	0.61	0.6244	NS
Error experimental	8	1.853	0.231			
Total	14	2.683				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 14a. Análisis de varianza del contenido de N a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.63	0.21	2.63	0.1222	NS
Repetición	3	0.75	0.25	3.14	0.0868	NS
Error experimental	8	0.64	0.08			
Total	14	2.03				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 15a. Análisis de varianza del contenido de N en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2.33	0.77	5.00	0.0260	*
Repetición	3	0.07	0.02	0.16	0.9215	NS
Error experimental	9	1.40	0.15			
Total	15	3.81				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 16a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.19	0.065	11.50	0.0028	**
Repetición	3	0.03	0.008	1.46	0.2970	NS
Error experimental	8	0.04	0.005			
Total	14	0.26				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 17a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3.84	1.28	13.67	0.0016	**
Repetición	3	0.56	0.18	2.01	0.1918	NS
Error experimental	8	0.75	0.09			
Total	14	5.15				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 18a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	10.44	3.48	2.75	0.1126	NS
Repetición	3	4.83	1.61	1.27	0.3484	NS
Error experimental	8	10.14	1.28			
Total	14	25.42				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 19a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	10.07	3.35	4.35	0.0427	*
Repetición	3	2.12	0.70	0.92	0.4742	NS
Error experimental	8	6.17	0.77			
Total	14	18.37				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 20a. Análisis de varianza de la extracción de N a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	9.11	3.03	7.61	0.0099	**
Repetición	3	3.59	1.19	3.01	0.0948	NS
Error experimental	8	3.19	0.39			
Total	14	15.90				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 21a. Análisis de varianza de la extracción total de N por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5.49	1.832	21.38	0.0002	**
Repetición	3	0.01	0.003	0.05	0.9865	NS
Error experimental	9	0.77	0.085			
Total	15	6.28				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01.

Cuadro 22a. Análisis de varianza del contenido de P a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0281	0.0093	1.67	0.2503	NS
Repetición	3	0.0282	0.0094	1.67	0.2490	NS
Error experimental	8	0.0450	0.0056			
Total	14	0.1015				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 23a. Análisis de varianza del contenido de P a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.008	0.002	1.53	0.2803	NS
Repetición	3	0.004	0.001	0.83	0.5132	NS
Error experimental	8	0.014	0.001			
Total	14	0.026				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 24a. Análisis de varianza del contenido de P a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.001	0.0003	0.15	0.9270	NS
Repetición	3	0.005	0.0017	0.78	0.5377	NS
Error experimental	8	0.018	0.0022			
Total	14	0.024				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 25a. Análisis de varianza del contenido de P a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.008	0.0027	2.57	0.1270	NS
Repetición	3	0.001	0.0004	0.46	0.7167	NS
Error experimental	8	0.008	0.0010			
Total	14	0.018				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 26a. Análisis de varianza del contenido de P a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.011	0.0039	14.16	0.0015	**
Repetición	3	0.003	0.0010	3.66	0.0631	NS
Error experimental	8	0.002	0.0002			
Total	14	0.017				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 27a. Análisis de varianza del contenido de P en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.010	0.003	2.81	0.1004	NS
Repetición	3	0.004	0.001	1.12	0.3919	NS
Error experimental	9	0.011	0.001			
Total	15	0.025				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 28a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0011	0.00037	1.24	0.3582	NS
Repetición	3	0.0001	0.00006	0.21	0.8859	NS
Error experimental	8	0.0024	0.00030			
Total	14	0.0037				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 29a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.008	0.0026	3.22	0.0825	NS
Repetición	3	0.006	0.0023	2.78	0.1101	NS
Error experimental	8	0.006	0.0008			
Total	14	0.021				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 30a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.06	0.021	2.17	0.1699	NS
Repetición	3	0.01	0.005	0.57	0.6518	NS
Error experimental	8	0.07	0.009			
Total	14	0.15				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 31a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.078	0.026	3.49	0.0700	NS
Repetición	3	0.004	0.001	0.21	0.8899	NS
Error experimental	8	0.060	0.007			
Total	14	0.143				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 32a. Análisis de varianza de la extracción de P a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.02	0.009	2.11	0.1776	NS
Repetición	3	0.01	0.004	1.01	0.4391	NS
Error experimental	8	0.03	0.004			
Total	14	0.07				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 33a. Análisis de varianza de la extracción total de P por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.042	0.0140	30.21	0.0001	**
Repetición	3	0.002	0.0009	2.02	0.1823	NS
Error experimental	9	0.004	0.0004			
Total	15	0.049				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 34a. Análisis de varianza del contenido de K a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.652	0.550	2.25	0.1594	NS
Repetición	3	0.231	0.077	0.32	0.8141	NS
Error experimental	8	1.955	0.244			
Total	14	3.839				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 35a. Análisis de varianza del contenido de K a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.412	0.137	1.43	0.3034	NS
Repetición	3	0.074	0.024	0.26	0.8522	NS
Error experimental	8	0.768	0.096			
Total	14	1.255				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 36a. Análisis de varianza del contenido de K a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.05	0.35	1.00	0.4419	NS
Repetición	3	1.37	0.45	1.29	0.3414	NS
Error experimental	8	2.82	0.35			
Total	14	5.25				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 37a. Análisis de varianza del contenido de K a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.65	0.21	1.47	0.2938	NS
Repetición	3	0.32	0.10	0.72	0.5664	NS
Error experimental	8	1.18	0.14			
Total	14	2.15				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 38a. Análisis de varianza del contenido de K a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.61	0.20	1.66	0.2519	NS
Repetición	3	0.35	0.11	0.97	0.4512	NS
Error experimental	8	0.98	0.12			
Total	14	1.95				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 39a. Análisis de varianza del contenido de K en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.29	0.09	2.45	0.1304	NS
Repetición	3	0.07	0.02	0.60	0.6286	NS
Error experimental	9	0.36	0.04			
Total	15	0.73				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01.

Cuadro 40a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.059	0.0199	1.98	0.1954	NS
Repetición	3	0.001	0.0006	0.06	0.9772	NS
Error experimental	8	0.080	0.0100			
Total	14	0.142				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 41a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.11	0.37	6.88	0.0132	*
Repetición	3	0.36	0.12	2.23	0.1618	NS
Error experimental	8	0.43	0.05			
Total	14	1.91				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 42a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5.31	1.77	1.93	0.2030	NS
Repetición	3	3.10	1.03	1.13	0.3940	NS
Error experimental	8	7.33	0.91			
Total	14	15.75				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 43a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	6.03	2.01	6.74	0.0140	*
Repetición	3	1.75	0.58	1.97	0.1979	NS
Error experimental	8	2.38	0.29			
Total	14	10.18				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 44a. Análisis de varianza de la extracción de K a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	6.27	2.09	4.61	0.0372	*
Repetición	3	3.66	1.22	2.69	0.1168	NS
Error experimental	8	3.62	0.45			
Total	14	13.57				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 45a. Análisis de varianza de la extracción total de K por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.64	0.544	55.18	0.0001	**
Repetición	3	0.08	0.027	2.75	0.1046	NS
Error experimental	9	0.08	0.009			
Total	15	1.81				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 46a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.122	0.374	1.58	0.2686	NS
Repetición	3	1.421	0.473	2.00	0.1926	NS
Error experimental	8	1.895	0.236			
Total	14	4.439				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 47a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.405	0.135	0.65	0.6058	NS
Repetición	3	0.678	0.226	1.08	0.4097	NS
Error experimental	8	1.670	0.208			
Total	14	2.754				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 48a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.04	0.01	0.10	0.9581	NS
Repetición	3	0.47	0.15	1.13	0.3939	NS
Error experimental	8	1.12	0.14			
Total	14	1.64				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 49a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.18	0.39	10.31	0.0040	**
Repetición	3	0.31	0.10	2.74	0.1134	NS
Error experimental	8	0.30	0.03			
Total	14	1.80				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 50a. Análisis de varianza del contenido de Ca a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.62	0.54	14.23	0.0014	**
Repetición	3	0.16	0.05	1.48	0.2918	NS
Error experimental	8	0.30	0.03			
Total	14	2.10				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 51a. Análisis de varianza del contenido de Ca en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.002	0.0007	1.07	0.4100	NS
Repetición	3	0.001	0.0006	0.93	0.4636	NS
Error experimental	9	0.006	0.0006			
Total	15	0.010				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 52a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.053	0.017	1.51	0.2838	NS
Repetición	3	0.011	0.003	0.33	0.8060	NS
Error experimental	8	0.094	0.011			
Total	14	0.160				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 53a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.53	0.17	2.06	0.1844	NS
Repetición	3	0.32	0.10	1.26	0.3528	NS
Error experimental	8	0.69	0.08			
Total	14	1.54				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 54a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3.07	1.02	2.97	0.0972	NS
Repetición	3	0.44	0.14	0.43	0.7352	NS
Error experimental	8	2.76	0.34			
Total	14	6.29				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 55a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.72	0.24	1.21	0.3679	NS
Repetición	3	1.66	0.55	2.76	0.1112	NS
Error experimental	8	1.60	0.20			
Total	14	4.00				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 56a. Análisis de varianza de la extracción de Ca a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.11	0.37	1.70	0.2445	NS
Repetición	3	0.46	0.15	0.70	0.5771	NS
Error experimental	8	1.75	0.21			
Total	14	3.32				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 57a. Análisis de varianza de la extracción total de Ca por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.003	0.0010	3.76	0.0533	NS
Repetición	3	0.001	0.0004	1.42	0.2991	NS
Error experimental	9	0.002	0.0002			
Total	15	0.006				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 58a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.398	0.132	0.85	0.5045	NS
Repetición	3	0.494	0.164	1.06	0.4196	NS
Error experimental	8	1.248	0.156			
Total	14	2.141				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 59a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.173	0.057	1.46	0.2977	NS
Repetición	3	0.220	0.073	1.85	0.2163	NS
Error experimental	8	0.318	0.039			
Total	14	0.712				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 60a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.05	0.018	2.17	0.1696	NS
Repetición	3	0.03	0.010	1.17	0.3797	NS
Error experimental	8	0.06	0.008			
Total	14	0.15				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después e siembra.

Cuadro 61a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.13	0.043	6.14	0.0180	*
Repetición	3	0.09	0.030	4.36	0.0426	*
Error experimental	8	0.05	0.007			
Total	14	0.28				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 62a. Análisis de varianza del contenido de Mg a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.168	0.056	6.83	0.0135	*
Repetición	3	0.004	0.001	0.19	0.9029	NS
Error experimental	8	0.065	0.008			
Total	14	0.239				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 63a. Análisis de varianza del contenido de Mg en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0018	0.0006	0.95	0.4568	NS
Repetición	3	0.0029	0.0009	1.48	0.2836	NS
Error experimental	9	0.0059	0.0006			
Total	15	0.0107				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 64a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.031	0.0104	1.50	0.2866	NS
Repetición	3	0.004	0.0013	0.20	0.8965	NS
Error experimental	8	0.055	0.0069			
Total	14	0.091				

NS= no significativa, * p• 0.05, ** p• 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 65a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.38	0.12	6.70	0.0142	*
Repetición	3	0.11	0.03	1.94	0.2022	NS
Error experimental	8	0.15	0.01			
Total	14	0.64				

NS= no significativa, * p• 0.05, ** p• 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 66a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.02	0.34	3.33	0.0769	NS
Repetición	3	0.20	0.06	0.68	0.5900	NS
Error experimental	8	0.81	0.10			
Total	14	2.05				

NS= no significativa, * p• 0.05, ** p• 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 67a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.24	0.08	1.64	0.2564	NS
Repetición	3	0.32	0.10	2.14	0.1729	NS
Error experimental	8	0.40	0.06			
Total	14	0.97				

NS= no significativa, * p• 0.05, ** p• 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 68a. Análisis de varianza de la extracción de Mg a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.09	0.03	0.81	0.5240	NS
Repetición	3	0.18	0.06	1.50	0.2857	NS
Error experimental	8	0.32	0.04			
Total	14	0.59				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 69a. Análisis de varianza de la extracción total de Mg por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.018	0.0061	14.70	0.0008	**
Repetición	3	0.001	0.0005	1.23	0.3559	NS
Error experimental	9	0.003	0.0004			
Total	15	0.023				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 70a. Análisis de varianza del contenido de B a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	777	259	1.76	0.2315	NS
Repetición	3	3008	1002	6.83	0.0135	*
Error experimental	8	1174	146			
Total	14	4960				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 71a. Análisis de varianza del contenido de B a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	38	12	0.03	0.9935	NS
Repetición	3	941	313	0.66	0.5966	NS
Error experimental	8	3774	471			
Total	14	5754				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 72a. Análisis de varianza del contenido de B a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	8749	2916	5.42	0.0249	*
Repetición	3	605	201	0.38	0.7736	NS
Error experimental	8	4303	537			
Total	14	13657				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 73a. Análisis de varianza del contenido de B a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2401	800	2.22	0.1635	NS
Repetición	3	2336	778	2.16	0.1709	NS
Error experimental	8	2885	360			
Total	14	7623				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 74a. Análisis de varianza del contenido de B a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2070	690	6.01	0.0190	*
Repetición	3	118	39	0.34	0.7944	NS
Error experimental	8	918	114			
Total	14	3107				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 75a. Análisis de varianza del contenido de B en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	45.75	15.25	1.46	0.2893	NS
Repetición	3	42.18	14.06	1.35	0.3195	NS
Error experimental	9	93.94				
Total	15	181.88				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 76a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000008	0.00000029	4.02	0.0514	NS
Repetición	3	0.0000006	0.00000021	2.94	0.0992	NS
Error experimental	8	0.0000005	0.00000007			
Total	14	0.0000020				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 77a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.000017	0.0000056	2.56	0.1282	NS
Repetición	3	0.000002	0.0000008	0.39	0.7624	NS
Error experimental	8	0.000017	0.0000022			
Total	14	0.000037				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 78a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00039	0.00013	3.88	0.0557	NS
Repetición	3	0.00009	0.00003	0.95	0.4592	NS
Error experimental	8	0.00027	0.00003			
Total	14	0.00076				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 79a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00022	0.00009	7.70	0.0096	**
Repetición	3	0.00006	0.00002	1.85	0.2162	NS
Error experimental	8	0.00009	0.00001			
Total	14	0.00043				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra

Cuadro 80a. Análisis de varianza de la extracción de B a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00009	0.000032	4.65	0.0366	*
Repetición	3	0.00003	0.000012	1.73	0.2386	NS
Error experimental	8	0.00005	0.000007			
Total	14	0.00019				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 81a. Análisis de varianza de la extracción total de B por los frutos, al final del periodo de cosecha, en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000026	0.0000008	15.78	0.0006	**
Repetición	3	0.0000002	0.0000007	1.31	0.3307	NS
Error experimental	9	0.0000005	0.0000006			
Total	15	0.0000033				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 82a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.65	0.21	0.08	0.9672	NS
Repetición	3	10.82	3.60	1.39	0.3158	NS
Error experimental	8	20.83	2.60			
Total	14	32.30				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 83a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3.23	1.07	0.51	0.6873	NS
Repetición	3	3.71	1.23	0.58	0.6424	NS
Error experimental	8	16.96	2.12			
Total	14	23.91				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 84a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2.67	0.89	0.35	0.7888	NS
Repetición	3	3.07	1.02	0.40	0.7539	NS
Error experimental	8	20.26	2.53			
Total	14	26.01				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después e siembra.

Cuadro 85a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	11.78	3.92	2.92	0.1001	NS
Repetición	3	2.94	0.98	0.73	0.5619	NS
Error experimental	8	10.75	1.34			
Total	14	25.49				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 86a. Análisis de varianza del contenido de Cu a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5.76	1.92	2.23	0.1622	NS
Repetición	3	3.06	1.02	1.29	0.3745	NS
Error experimental	8	6.89	0.86			
Total	14	15.73				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 87a. Análisis de varianza del contenido de Cu en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3.01	1.005	2.44	0.1317	NS
Repetición	3	1.18	0.395	0.96	0.4533	NS
Error experimental	9	3.71	0.412			
Total	15	7.91				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 88a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000000	0.00000000	0.51	0.6882	NS
Repetición	3	0.00000000	0.00000000	0.94	0.4655	NS
Error experimental	8	0.00000000	0.00000000			
Total	14	0.00000001				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 89a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000004	0.00000001	1.34	0.3288	NS
Repetición	3	0.00000002	0.00000001	0.59	0.6396	NS
Error experimental	8	0.00000008	0.00000001			
Total	14	0.00000014				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 90a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000004	0.00000016	2.96	0.0974	NS
Repetición	3	0.00000002	0.00000008	1.40	0.3117	NS
Error experimental	8	0.00000004	0.00000005			
Total	14	0.0000011				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 91a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000071	0.00000024	6.87	0.0133	*
Repetición	3	0.00000005	0.00000002	0.52	0.6808	NS
Error experimental	8	0.00000028	0.00000003			
Total	14	0.00000104				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 92a. Análisis de varianza de la extracción de Cu a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000034	0.00000011	2.69	0.1172	NS
Repetición	3	0.00000008	0.00000003	0.59	0.6371	NS
Error experimental	8	0.00000034	0.00000004			
Total	14	0.00000076				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 93a. Análisis de varianza de la extracción total de Cu por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000006	0.00000002	14.14	0.0009	**
Repetición	3	0.00000000	0.00000000	1.03	0.4231	NS
Error experimental	9	0.00000001	0.00000000			
Total	15	0.00000007				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 94a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	34235	11411	10.41	0.0039	**
Repetición	3	19502	6500	5.93	0.0197	*
Error experimental	8	8770	1096			
Total	14	62508				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 95a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2609	869	1.18	0.3780	NS
Repetición	3	2378	792	1.07	0.4141	NS
Error experimental	8	5290	740			
Total	14	10908				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 96a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	37228	12409	1.25	0.3540	NS
Repetición	3	44943	14981	1.51	0.2844	NS
Error experimental	8	79340	9917			
Total	14	161511				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 97a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	11542	3847	0.62	0.6192	NS
Repetición	3	11958	3989	0.65	0.6064	NS
Error experimental	8	49323	6165			
Total	14	72834				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 98a. Análisis de varianza del contenido de Fe a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	188377	62792	4.34	0.0431	*
Repetición	3	60043	20014	1.38	0.3166	NS
Error experimental	8	115824	14478			
Total	14	364245				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 99a. Análisis de varianza del contenido de Fe en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	296908	98969	2.55	0.1214	NS
Repetición	3	111166	37055	0.95	0.4555	NS
Error experimental	9	349959	38884			
Total	15	758034				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 100a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000116	0.0000038	5.48	0.0243	*
Repetición	3	0.0000051	0.0000017	2.42	0.1416	NS
Error experimental	8	0.0000056	0.0000007			
Total	14	0.0000223				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 101a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00005	0.000018	3.75	0.0600	NS
Repetición	3	0.00001	0.000008	0.72	0.5682	NS
Error experimental	8	0.00003	0.000004			
Total	14	0.00010				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 102a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0015	0.0005	4.82	0.0335	*
Repetición	3	0.0008	0.0002	2.68	0.1177	NS
Error experimental	8	0.0008	0.0001			
Total	14	0.0032				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 103a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0004	0.00015	1.76	0.2324	NS
Repetición	3	0.0003	0.00013	1.54	0.2773	NS
Error experimental	8	0.0006	0.00008			
Total	14	0.0015				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 104a. Análisis de varianza de la extracción de Fe a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0019	0.00063	2.26	0.1582	NS
Repetición	3	0.0001	0.00005	0.19	0.9034	NS
Error experimental	8	0.0022	0.00028			
Total	14	0.0043				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 105a. Análisis de varianza de la extracción total de Fe por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0010	0.0003	2.67	0.1106	NS
Repetición	3	0.0004	0.0001	1.03	0.4248	NS
Error experimental	9	0.0012	0.0001			
Total	15	0.0026				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01.

Cuadro 106a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1772	590	0.54	0.6682	NS
Repetición	3	9827	3275	2.99	0.0956	NS
Error experimental	8	8775	1094			
Total	14	20356				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 107a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1245	415	0.66	0.5981	NS
Repetición	3	1885	628	1.00	0.4401	NS
Error experimental	8	5015	626			
Total	14	8147				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 108a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	4013	1337	1.22	0.3640	NS
Repetición	3	3421	1140	1.04	0.4260	NS
Error experimental	8	8780	1097			
Total	14	16215				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después e siembra.

Cuadro 109a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2610	870	0.42	0.7464	NS
Repetición	3	2415	805	0.38	0.7671	NS
Error experimental	8	16738	2092			
Total	14	21763				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 110a. Análisis de varianza del contenido de Mn a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3497	1165	2.17	0.1692	NS
Repetición	3	1232	410	0.77	0.5445	NS
Error experimental	8	4293	536			
Total	14	9023				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 111a. Análisis de varianza del contenido de Mn en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	35.01	11.67	1.65	0.2456	NS
Repetición	3	23.81	7.93	1.12	0.3899	NS
Error experimental	9	63.56	7.06			
Total	15	122.38				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 112a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.000002	0.0000008	1.36	0.3228	NS
Repetición	3	0.000001	0.0000003	0.59	0.6365	NS
Error experimental	8	0.000004	0.0000005			
Total	14	0.000008				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 113a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00002	0.000008	2.96	0.0976	NS
Repetición	3	0.00001	0.000004	1.34	0.3285	NS
Error experimental	8	0.00002	0.000003			
Total	14	0.00006				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 114a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00034	0.00011	2.82	0.1070	NS
Repetición	3	0.00009	0.00003	0.80	0.5269	NS
Error experimental	8	0.00032	0.00004			
Total	14	0.00076				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 115a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0001	0.00006	1.44	0.3024	NS
Repetición	3	0.0001	0.00003	0.91	0.4770	NS
Error experimental	8	0.0003	0.00004			
Total	14	0.0006				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 116a. Análisis de varianza de la extracción de Mn a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00008	0.00002	1.27	0.3472	NS
Repetición	3	0.00005	0.00001	0.87	0.4961	NS
Error experimental	8	0.00001	0.00002			
Total	14	0.00031				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 117a. Análisis de varianza de la extracción total de Mn por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000013	0.00000045	13.23	0.0012	**
Repetición	3	0.0000001	0.00000004	1.34	0.3223	NS
Error experimental	9	0.0000003	0.00000003			
Total	15	0.0000017				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 118a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 161 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	163	54	0.77	0.5443	NS
Repetición	3	818	272	3.83	0.0571	NS
Error experimental	8	569	71			
Total	14	1550				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 119a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 203 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	91	30	0.59	0.6394	NS
Repetición	3	222	74	1.42	0.3062	NS
Error experimental	8	416	52			
Total	14	730				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 120a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 245 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	241	80	1.80	0.2244	NS
Repetición	3	119	39	0.89	0.4851	NS
Error experimental	8	357	44			
Total	14	718				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después e siembra.

Cuadro 121a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 287 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	192	64	1.18	0.3756	NS
Repetición	3	53	17	0.33	0.8043	NS
Error experimental	8	434	54			
Total	14	680				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 122a. Análisis de varianza del contenido de Zn a los 329 dds en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	953	317	11.25	0.0030	**
Repetición	3	141	47	1.67	0.2498	NS
Error experimental	8	225	28			
Total	14	1320				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 123a. Análisis de varianza del contenido de Zn en los frutos en el último corte del periodo de cosecha (343 dds) de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	31.95	10.65	4.02	0.0455	*
Repetición	3	9.16	3.05	1.15	0.3798	NS
Error experimental	9	23.86	2.65			
Total	15	64.98				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 124a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 161 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000003	0.00000011	2.42	0.1415	NS
Repetición	3	0.0000001	0.00000006	1.32	0.3329	NS
Error experimental	8	0.0000003	0.00000005			
Total	14	0.0000008				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 125a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 203 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000002	0.00000007	2.78	0.1101	NS
Repetición	3	0.0000001	0.00000005	1.85	0.2159	NS
Error experimental	8	0.0000002	0.00000002			
Total	14	0.0000006				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 126a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 245 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000026	0.0000009	3.90	0.0551	NS
Repetición	3	0.0000004	0.0000001	0.69	0.5819	NS
Error experimental	8	0.0000018	0.0000002			
Total	14	0.0000050				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 127a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 287 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000013	0.0000004	2.66	0.1198	NS
Repetición	3	0.0000004	0.0000001	0.90	0.4803	NS
Error experimental	8	0.0000013	0.0000001			
Total	14	0.0000031				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 128a. Análisis de varianza de la extracción de Zn a los 329 dds de la parte vegetativa de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.000006	0.0000022	1.37	0.3194	NS
Repetición	3	0.000002	0.0000007	0.46	0.7201	NS
Error experimental	8	0.000013	0.0000014			
Total	14	0.000022				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 129a. Análisis de varianza de la extracción total de Zn por los frutos, al final del periodo de cosecha, de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000161	0.00000054	39.91	0.0001	**
Repetición	3	0.00000005	0.00000002	1.19	0.3685	NS
Error experimental	9	0.00000012	0.00000001			
Total	15	0.00000178				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01.

Cuadro 130a. Análisis de varianza del área foliar a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	145610	48536.6	2.81	0.1004	NS
Repetición	3	58029	19343.1	1.12	0.3917	NS
Error experimental	9	155625	17291.7			
Total	15	359264				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 131a. Análisis de varianza del área foliar a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1904532	634844	2.13	0.167	NS
Repetición	3	839090	279696	0.94	0.461	NS
Error experimental	9	2683339	298148			
Total	15	5426962				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 132a. Análisis de varianza del área foliar a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	4446256	1482085	8.25	0.0060	**
Repetición	3	465816	155272	0.86	0.4944	NS
Error experimental	9	1617525	179726			
Total	15	6529607				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 133a. Análisis de varianza del área foliar a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	17856609	5952203	4.66	0.0314	*
Repetición	3	2793379	931126	0.73	0.5601	NS
Error experimental	9	11496286	1277365			
Total	15	32146275				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 134a. Análisis de varianza del área foliar a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	58754493	19584831	2.01	0.1831	NS
Repetición	3	6908229	2302743	0.24	0.8689	NS
Error experimental	9	87694030	9743781			
Total	15	153356753				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 135a. Análisis de varianza del área foliar a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	49616243	16538747	4.93	0.027	*
Repetición	3	12064669	4021556	1.20	0.364	NS
Error experimental	9	30183234	3353692			
Total	15	91864147				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 136a. Análisis de varianza del área foliar a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	58650611	19550203	3.51	0.062	NS
Repetición	3	1761924	587308	0.11	0.954	NS
Error experimental	9	50103938	5567104			
Total	15	110516474				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 137a. Análisis de varianza del área foliar a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	74769262	24923087	15.07	0.0007	**
Repetición	3	5985019	1995006	1.21	0.3621	NS
Error experimental	9	14888940	1654326			
Total	15	95643221				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 138a. Análisis de varianza del área foliar a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	53196349	17732116	3.57	0.0602	NS
Repetición	3	8243658	2747886	0.55	0.6590	NS
Error experimental	9	44735713	4970634			
Total	15	106175721				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 139a. Análisis de varianza del área foliar a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	69277370	23092456	10.80	0.0024	**
Repetición	3	9419478	3139826	1.47	0.2874	NS
Error experimental	9	19240972	2137885			
Total	15	97937820				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 140a. Análisis de varianza del número de hojas a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	986.75	328.92	2.79	0.1016	NS
Repetición	3	176.25	58.75	0.50	0.6925	NS
Error experimental	9	1060.7	117.86			
Total	15	2223.7				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 141a. Análisis de varianza del número de hojas a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	16274	5424	7.21	0.0091	**
Repetición	3	1598	532	0.71	0.5711	NS
Error experimental	9	6774	752			
Total	15	24646				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 142a. Análisis de varianza del número de hojas a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	451.5	150.5	0.08	0.9705	NS
Repetición	3	4887.5	1629.2	0.84	0.5053	NS
Error experimental	9	17451	1939.1			
Total	15	22790				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 143a. Análisis de varianza del número de hojas a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	10896	3632	0.78	0.535	NS
Repetición	3	31663	10554	2.26	0.150	NS
Error experimental	9	42013	4668			
Total	15	84572				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 144a. Análisis de varianza del número de hojas a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	142779	47593	1.75	0.226	NS
Repetición	3	43675	14558	0.54	0.669	NS
Error experimental	9	244730	27192			
Total	15	431184				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 145a. Análisis de varianza del número de hojas a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	157678	52559	1.02	0.429	NS
Repetición	3	178465	59488	1.15	0.380	NS
Error experimental	9	464963	51662			
Total	15	801107				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 146a. Análisis de varianza del número de hojas a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	254550	84850	1.99	0.1859	NS
Repetición	3	21901	7300	0.17	0.9131	NS
Error experimental	9	383445	42605			
Total	15	659897				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 147a. Análisis de varianza del número de hojas a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	432596	144198	12.09	0.0016	**
Repetición	3	9888	3296	0.28	0.8411	NS
Error experimental	9	107361	11929			
Total	15	549846				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 148a. Análisis de varianza del número de hojas a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	88876	29625	1.36	0.3159	NS
Repetición	3	48562	16187	0.74	0.5528	NS
Error experimental	9	196044	21782			
Total	15	333483				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 149a. Análisis de varianza del número de hojas a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	246198	82066	4.95	0.0267	*
Repetición	3	19134	6378	0.39	0.7665	NS
Error experimental	9	149070	16563			
Total	15	414403				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 150a. Análisis de varianza de la altura a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	20.6875	6.8958	1.97	0.189	NS
Repetición	3	76.1875	25.395	7.24	0.009	**
Error experimental	9	31.5625	3.5069			
Total	15	128.437				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 151a. Análisis de varianza de la altura a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	190.6875	63.5625	1.77	0.225	NS
Repetición	3	426.1875	142.062	3.96	0.047	*
Error experimental	9	323.0625	35.8958			
Total	15	939.9375				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 152a. Análisis de varianza de la altura a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	303.5	101.16	4.20	0.040	*
Repetición	3	40.5	13.52	0.56	0.654	NS
Error experimental	9	217.1	24.11			
Total	15	561.4				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 153a. Análisis de varianza de la altura a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	102.18	34.06	0.22	0.8826	NS
Repetición	3	158.68	52.89	0.34	0.7999	NS
Error experimental	9	260.87	157.4			
Total	15	1417.0				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 154a. Análisis de varianza de la altura a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	571.250	190.41	0.99	0.4419	NS
Repetición	3	710.250	236.75	1.23	0.3558	NS
Error experimental	9	1738.25	193.13			
Total	15	3019.75				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 155a. Análisis de varianza de la altura a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	196	65	0.18	0.9080	NS
Repetición	3	969	323	0.88	0.4854	NS
Error experimental	9	3289	365			
Total	15	4454				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 156a. Análisis de varianza de la altura a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	212	70.95	0.58	0.6400	NS
Repetición	3	225	75.04	0.62	0.6201	NS
Error experimental	9	2091	121.3			
Total	15	1529				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 157a. Análisis de varianza de la altura a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	338	112	0.15	0.9247	NS
Repetición	3	398	132	0.18	0.9067	NS
Error experimental	9	6611	734			
Total	15	7348				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 158a. Análisis de varianza de la altura a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	528	176	0.76	0.5424	NS
Repetición	3	624	208	0.90	0.4768	NS
Error experimental	9	2075	230			
Total	15	3227				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 159a. Análisis de varianza de la altura a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	2126	708	2.25	0.1522	NS
Repetición	3	2413	804	2.55	0.1211	NS
Error experimental	9	2841	315			
Total	15	7381				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 160a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00022	0.000075	0.33	0.8017	NS
Repetición	3	0.00112	0.000375	1.67	0.2427	NS
Error experimental	9	0.00202	0.000225			
Total	15	0.00337				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 161a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.04655	0.01551	2.66	0.1118	NS
Repetición	3	0.08730	0.02910	4.98	0.0263	*
Error experimental	9	0.05255	0.00583			
Total	15	0.18640				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 162a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0135	0.0045	0.58	0.642	NS
Repetición	3	0.0091	0.0030	0.39	0.763	NS
Error experimental	9	0.0699	0.0077			
Total	15	0.0926				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 163a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.065	0.021	1.15	0.3818	NS
Repetición	3	0.075	0.025	1.32	0.3262	NS
Error experimental	9	0.174	0.018			
Total	15	0.313				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 164a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.038	0.0127	0.72	0.571	NS
Repetición	3	0.013	0.0045	0.25	0.859	NS
Error experimental	9	0.162	0.0180			
Total	15	0.214				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 165a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.075	0.025	0.56	0.652	NS
Repetición	3	0.010	0.003	0.08	0.968	NS
Error experimental	9	0.398	0.044			
Total	15	0.484				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 166a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.060	0.020	4.39	0.036	*
Repetición	3	0.011	0.003	0.83	0.508	NS
Error experimental	9	0.041	0.004			
Total	15	0.112				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 167a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.104	0.034	0.98	0.445	NS
Repetición	3	0.058	0.019	0.55	0.662	NS
Error experimental	9	0.321	0.035			
Total	15	0.484				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 168a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.006	0.002	0.05	0.983	NS
Repetición	3	0.023	0.007	0.20	0.896	NS
Error experimental	9	0.352	0.039			
Total	15	0.381				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 169a. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.005	0.001	0.05	0.982	NS
Repetición	3	0.146	0.048	1.41	0.303	NS
Error experimental	9	0.311	0.034			
Total	15	0.463				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 170a. Análisis de varianza de materia seca a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	4.811	1.603	7.22	0.0091	**
Repetición	3	1.261	0.420	1.89	0.2012	NS
Error experimental	9	1.999	0.222			
Total	15	8.072				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 171a. Análisis de varianza de materia seca a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	100.76	33.588	6.72	0.0113	*
Repetición	3	30.693	10.231	2.05	0.1777	NS
Error experimental	9	44.960	4.9956			
Total	15	176.42				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 172a. Análisis de varianza de materia seca a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	157.5	52.51	3.56	0.0605	NS
Repetición	3	12.54	4.182	0.28	0.8362	NS
Error experimental	9	132.8	14.75			
Total	15	302.9				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 173a. Análisis de varianza del materia seca a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1453	484	5.84	0.0170	*
Repetición	3	856	285	3.44	0.0653	NS
Error experimental	9	746	82.9			
Total	15	3056				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 174a. Análisis de varianza de materia seca a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	10682	3560	9.67	0.0035	**
Repetición	3	434.2	144.7	0.39	0.7610	NS
Error experimental	9	3313	368.1			
Total	15	14430				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 175a. Análisis de varianza de materia seca a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	10857	3619	2.77	0.1027	NS
Repetición	3	5698	1899	1.46	0.2904	NS
Error experimental	9	11738	1304			
Total	15	28295				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 176a. Análisis de varianza de materia seca a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	24371	8123	14.15	0.0009	**
Repetición	3	4802	1600	2.79	0.1018	NS
Error experimental	9	5167	574			
Total	15	34341				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 177a. Análisis de varianza de materia seca a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	13308	4436	10.86	0.0024	**
Repetición	3	285	95	0.23	0.8714	NS
Error experimental	9	3677	408			
Total	15	17270				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 178a. Análisis de varianza de materia seca a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	20258	6752	4.17	0.0414	*
Repetición	3	3272	1090	0.67	0.5892	NS
Error experimental	9	14558	1617			
Total	15	38089				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 179a. Análisis de varianza de materia seca a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	8143	2714	28.76	0.0006	**
Repetición	3	1425	475	5.03	0.0446	*
Error experimental	9	566	94			
Total	15	10136				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 180a. Análisis de varianza del primer corte de frutos (256 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5918	1972	12.85	0.0013	**
Repetición	3	628	209	1.36	0.3145	NS
Error experimental	9	1382	153			
Total	15	7929				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 181a. Análisis de varianza del segundo corte de frutos (263 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	24613	8204	40.31	0.0001	**
Repetición	3	729	243	1.19	0.3659	NS
Error experimental	9	1831	203			
Total	15	27174				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 182a. Análisis de varianza del tercer corte de frutos (275 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	60195	20065	46.66	0.0001	**
Repetición	3	722	240	0.56	0.6548	NS
Error experimental	9	3869	429			
Total	15	64787				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 183a. Análisis de varianza del cuarto corte de frutos (282 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	22710	7570	10.88	0.0024	**
Repetición	3	788	262	0.38	0.7713	NS
Error experimental	9	6262	695			
Total	15	29761				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 184a. Análisis de varianza del quinto corte de frutos (289 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	8039	2679	20.49	0.0002	**
Repetición	3	502	167	1.28	0.3385	NS
Error experimental	9	1176	130			
Total	15	9719				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 185a. Análisis de varianza del sexto corte de frutos (294 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5877	1959	48.71	0.0001	**
Repetición	3	598	199	4.96	0.0267	*
Error experimental	9	362	40			
Total	15	6838				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 186a. Análisis de varianza del séptimo corte de frutos (301 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	37166	12388	526.96	0.0001	**
Repetición	3	378	126	5.37	0.0214	*
Error experimental	9	211	23			
Total	15	37756				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 187a. Análisis de varianza del octavo corte de frutos (308 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	76659	25553	207.71	0.0001	**
Repetición	3	1457	485	3.95	0.0474	*
Error experimental	9	1107	123			
Total	15	79224				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 188a. Análisis de varianza del noveno corte de frutos (316 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	54368	18122	202.56	0.0001	**
Repetición	3	568	189	2.12	0.1682	NS
Error experimental	9	805	89			
Total	15	55741				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 189a. Análisis de varianza del décimo corte de frutos (337 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	15718	5239	70.63	0.0001	**
Repetición	3	570	190	2.56	0.1198	NS
Error experimental	9	667	74			
Total	15					

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 190a. Análisis de varianza del onceavo corte de frutos (343 dds) del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	48696	16232	25.4	0.0001	**
Repetición	3	320	106	0.17	0.9157	NS
Error experimental	9	5751	639			
Total	15	54769				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 191a. Análisis de varianza del rendimiento total del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	405719	135239	36.54	0.0001	**
Repetición	3	10637	3545	0.96	0.4533	NS
Error experimental	9	33306	3700			
Total	15	449663				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 192a. Análisis de varianza del peso seco total de los frutos del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3537.55	1179.185	118.96	0.0001	**
Repetición	3	33.3359	11.11197	1.12	0.3909	NS
Error experimental	9	89.2149	9.912772			
Total	15	3660.10				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 193a. Análisis de varianza de rendimiento total por unidad de superficie de los frutos del periodo de cosecha de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1622878	540959	36.54	0.0001	**
Repetición	3	42551.38	14183.7	0.96	0.4533	NS
Error experimental	9	133224.6	14802.7			
Total	15	1798654				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 194a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3.2888	1.0962	5.93	0.016	*
Repetición	3	0.4103	0.1367	0.74	0.554	NS
Error experimental	9	1.6624	0.1847			
Total	15	5.3616				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 195a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	46.2494	15.4164	6.78	0.0110	+
Repetición	3	5.25972	1.75324	0.77	0.5390	NS
Error experimental	9	20.4777	2.27530			
Total	15	71.9869				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 196a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	42.37	14.12	7.10	0.0095	**
Repetición	3	9.40	3.134	1.58	0.2621	NS
Error experimental	9	17.89	1.988			
Total	15	69.67				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 197a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	162.06	54.02	0.92	0.4685	NS
Repetición	3	412.92	137.64	2.35	0.1405	NS
Error experimental	9	527.14	58.57			
Total	15	1102.12				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 198a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1098.97	366.32	1.49	0.2812	NS
Repetición	3	83.8703	27.956	0.22	0.9497	NS
Error experimental	9	2207.28	245.25			
Total	15	3390.12				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 199a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1203	401	1.66	0.2448	NS
Repetición	3	575	191	0.79	0.5282	NS
Error experimental	9	2180	242			
Total	15	3959				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 200a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1370	456	5.24	0.0229	*
Repetición	3	209	69	0.80	0.5232	NS
Error experimental	9	783	87			
Total	15	2364				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 201a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1778	592	33.37	0.0001	**
Repetición	3	42	14	0.79	0.5284	NS
Error experimental	9	159	17			
Total	15	1980				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 202a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1231	410	1.20	0.3644	NS
Repetición	3	1165	388	1.13	0.3860	NS
Error experimental	9	3080	342			
Total	15	5476				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 203a. Análisis de varianza del peso seco de hojas a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	578	192	2.43	0.1320	NS
Repetición	3	925	308	3.90	0.0490	*
Error experimental	9	712	79			
Total	15	2216				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 204a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 141 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.15347	0.05115	3.01	0.086	NS
Repetición	3	0.23487	0.07829	4.61	0.032	*
Error experimental	9	0.15282	0.01698			
Total	15	0.54117				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 205a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	8.6838	2.8946	3.45	0.0647	NS
Repetición	3	10.314	3.4380	4.10	0.0432	*
Error experimental	9	7.5413	0.8379			
Total	15	26.539				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 206a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	18.95	6.317	0.61	0.623	NS
Repetición	3	11.20	3.735	0.36	0.781	NS
Error experimental	9	92.70	10.30			
Total	15	122.6				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 207a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	359.71	119	6.10	0.015	*
Repetición	3	143.70	47	2.44	0.131	NS
Error experimental	9	176.78	19			
Total	15	680.20				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 208a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3303.4	1101.14	13.49	0.0011	*
Repetición	3	296.93	98.977	1.21	0.3599	NS
Error experimental	9	734.52	81.614			
Total	15	4334.8				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 209a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3273.7	1091.2	2.41	0.1345	NS
Repetición	3	2435.9	811.98	1.79	0.2187	NS
Error experimental	9	4078.7	453.19			
Total	15	9788.4				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 210a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	3216	1072	3.12	0.0807	NS
Repetición	3	1488	496	1.44	0.2934	NS
Error experimental	9	3090	343			
Total	15	7795				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 211a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	4788	1596	4.71	0.0306	*
Repetición	3	485	161	0.48	0.7059	NS
Error experimental	9	3052	339			
Total	15	8326				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 212a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5670	1890	3.37	0.0685	NS
Repetición	3	621	207	0.37	0.7772	NS
Error experimental	9	5052	561			
Total	15	11344				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 213a. Análisis de varianza del peso seco de tallos a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1140	380	1.34	0.3215	NS
Repetición	3	2010	670	2.36	0.1392	NS
Error experimental	9	2552	283			
Total	15	5703				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 214a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 161 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.1822	0.060750	6.47	0.0126	*
Repetición	3	0.0687	0.022916	2.44	0.1312	NS
Error experimental	9	0.8450	0.009389			
Total	15	0.3355				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 215a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0335	0.0111	0.37	0.776	NS
Repetición	3	0.2127	0.0709	2.34	0.141	NS
Error experimental	9	0.2724	0.0302			
Total	15	0.5187				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 216a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.068	0.022	0.75	0.547	NS
Repetición	3	0.261	0.087	2.89	0.094	NS
Error experimental	9	0.271	0.030			
Total	15	0.600				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 217a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.130	0.043	0.24	0.8631	NS
Repetición	3	0.327	0.109	0.62	0.6217	NS
Error experimental	9	1.594	0.177			
Total	15	2.052				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 218a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.105	0.035	0.66	0.5985	NS
Repetición	3	0.230	0.076	1.44	0.2943	NS
Error experimental	9	0.479	0.053			
Total	15	0.815				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 219a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.991	0.663	24.77	0.0001	**
Repetición	3	0.223	0.074	2.78	0.1021	NS
Error experimental	9	0.241	0.026			
Total	15	2.456				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 220a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.765	0.255	1.87	0.2047	NS
Repetición	3	0.783	0.261	1.92	0.1975	NS
Error experimental	9	1.227	0.136			
Total	15	2.776				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 221a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.291	0.430	1.25	0.3491	NS
Repetición	3	1.085	0.361	1.05	0.4178	NS
Error experimental	9	3.108	0.345			
Total	15	5.485				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 222a. Análisis de varianza del peso seco de flores a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.904	0.904	2.33	0.1492	NS
Repetición	3	1.049	1.049	2.70	0.1084	NS
Error experimental	9	1.166	0.129			
Total	15	3.120				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 223a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 182 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	48.71	16.23	14.17	0.0009	**
Repetición	3	6.119	2.039	1.78	0.2208	NS
Error experimental	9	10.31	1.146			
Total	15	65.14				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 224a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 203 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	86.35	28.78	15.21	0.0007	**
Repetición	3	2.129	0.709	0.38	0.7731	NS
Error experimental	9	17.02	1.891			
Total	15	105.5				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 225a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 224 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	182.3	60.79	12.39	0.0015	**
Repetición	3	26.63	8.877	1.81	0.2155	NS
Error experimental	9	44.15	4.906			
Total	15	253.1				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 226a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 245 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	154.6	51.56	5.81	0.0172	*
Repetición	3	16.20	5.401	0.61	0.6258	NS
Error experimental	9	79.81	8.868			
Total	15	250.7				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 227a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 262 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	984.5	328.1	11.25	0.0021	**
Repetición	3	171.5	57.18	1.96	0.1906	NS
Error experimental	9	262.5	29.16			
Total	15	1418				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 228a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 287 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	658	219.4	30.78	0.0001	**
Repetición	3	0.88	0.293	0.04	0.9881	NS
Error experimental	9	64.1	7.130			
Total	15	723				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 229a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 308 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1139	379.7	396.06	0.0001	**
Repetición	3	9.24	3.080	3.21	0.0759	NS
Error experimental	9	8.62	0.958			
Total	15	1157				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 230a. Análisis de varianza del peso seco de frutos a los 329 dds de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	484	161.4	182.02	0.0001	**
Repetición	3	2.48	0.827	0.93	0.4808	NS
Error experimental	9	5.32	0.887			
Total	15	492				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 231a. Comparación de medias del peso seco de la parte vegetativa de la planta, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

DDS	T ₁ (sol. 50%)	T ₂ (sol. 75%)	T ₃ (sol. 100%)	T ₄ (sol. 125%)	DMS
------(g planta ⁻¹)-----					
116	0.30 a	0.30 a	0.30 a	0.30 a	
141	2.01 c	2.20 bc	3.28 a	3.09 ab	1.04
161	12.39 b	15.68 ab	19.19 a	16.48 ab	4.87
182	21.58 a	21.20 a	25.88 a	23.72 a	8.58
203	41.15 a	46.93 a	55.92 a	59.22 a	19.99
224	46.80 b	55.34 b	62.39 b	105.51 a	40.80
245	66.80 a	74.53 a	102.99 a	124.41 a	79.28
262	73.68 b	79.70 b	114.64 ab	129.64 a	48.13
287	84.53 b	90.37 b	144.39 a	141.49 a	44.60
308	104.90 a	111.42 a	154.25 a	169.71 a	88.65
329	124.07 a	134.10 a	151.10 a	161.40 a	44.37

Cuadro 232a. Temperaturas máximas y mínimas registradas de agosto 31 de 2000 a febrero 6 de 2001 en los invernadero de cristales del Departamento de Fitotecnia con un higrotermógrafo, durante el ciclo de cultivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner, Chapingo, México, 1999-2000.

Fecha	Temperatura	Fecha	Temperatura	Fecha	Temperatura
Agosto 31	17-37	Noviembre 1	8-25	Enero 1	4-18
Septiembre 1	20-36	2	6-23	2	4-17
2	14-39	3	5-23	3	5-18
3	17-39	4	7-22	4	4-20
4	16-37	5	7-23	5	3-22
5	14-37	6	6-22	6	4-21
6	16-36	7	7-14	7	6-21
7	16-32	8	7-19	8	5-20
8	16-37	9	6-19	9	6-22
9	17-39	10	6-19	10	6-22
10	14-43	11	8-20	11	5-22
11	11-39	12	10-22	12	5-22
12	15-38	13	7-22	13	3-22
13	14-39	14	5-22	14	7-21
14	18-22	15	5-22	15	3-21
15	13-36	16	7-22	16	5-21
16	18-34	17	8-22	17	6-20
17	16-34	18	7-24	18	3-21
18	12-36	19	7-24	19	6-21
19	12-36	20	6-23	20	7-22
20	12-35	21	6-23	21	6-20
21	8-38	22	8-24	22	5-20

22	12-39	23	7-24	23	3-20
23	11-37	24	7-21	24	5-21
24	11-39	25	5-21	25	5-20
25	10-40	26	7-19	26	5-21
26	10-38	27	4-22	27	5-21
27	11-41	28	1-21	28	6-21
27	12-37	29	1-20	29	5-21
29	11-23	30	6-19	30	4-21
30	14-36	Diciembre 1	4-19	31	5-20
Octubre 1	14-28	2	4-19	Febrero 1	4-21
2	14-32	3	4-20	2	4-22
3	14-36	4	2-19	3	3-20
4	16-27	5	3-20	4	3-20
5	14-28	6	4-20	5	3-21
6	13-32	7	3-20	6	4-20
7	13-30	8	4-21		
8	12-29	9	5-22		
9	12-28	10	4-20		
10	12-30	11	6-19		
11	11-30	12	6-20		
12	10-30	13	5-20		
13	9-28	14	5-21		
14	12-25	15	7-19		
15	12-26	16	5-18		
16	10-28	17	4-17		
17	9-26	18	7-20		
18	9-24	19	8-17		
19	9-26	20	7-21		
20	7-25	21	7-19		
21	8-26	22	4-20		
22	5-26	23	4-19		
23	5-26	24	5-20		
24	4-25	25	6-20		
25	5-26	26	6-21		
26	6-24	27	7-22		
27	5-23	28	5-18		
28	8-24	29	3-18		
29	8-24	30	2-19		
30	8-25	31	3-17		
31	7-24				

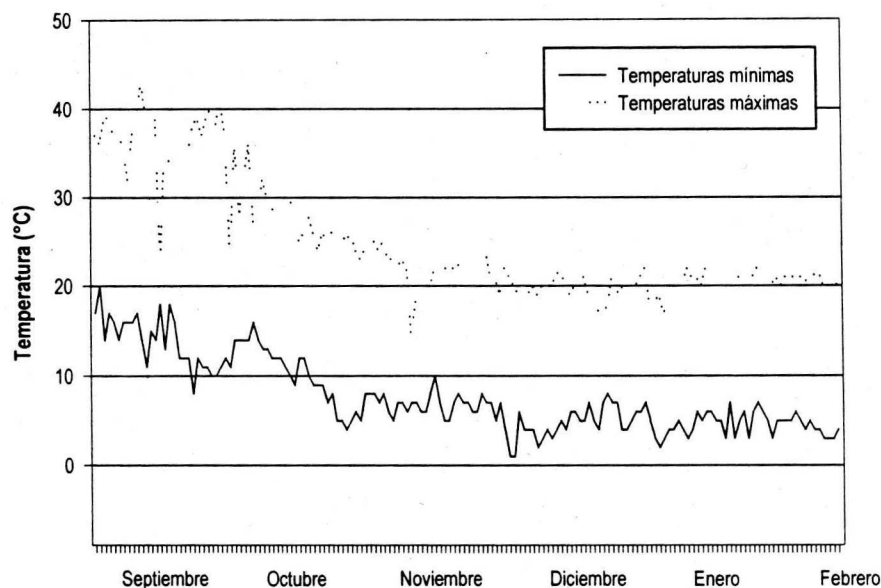


Figura 1a. Temperaturas máximas y mínimas registradas del 31 de agosto de 1999 al 6 de febrero de 2000 con un higrómetro, en los invernaderos de cristal del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, México.

Cuadro 233a. Análisis de varianza de la extracción de N los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	10.93	3.64	4.43	0.0410	*
Repetición	3	0.49	0.16	0.20	0.8941	NS
Error experimental	8	6.58	0.82			
Total	14	18.01				

NS= no significativa, * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, dds= días después de siembra.

Cuadro 234a. Análisis de varianza de la extracción de N los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	19.54	6.51	15.82	0.0010	**
Repetición	3	2.85	0.95	2.31	0.1528	NS
Error experimental	8	3.29	0.41			
Total	14	25.69				

NS= no significativa, * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, dds= días después de siembra.

Cuadro 235a. Análisis de varianza de la extracción de P los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.080	0.026	3.40	0.0740	NS
Repetición	3	0.004	0.001	0.19	0.8990	NS
Error experimental	8	0.063	0.007			
Total	14	0.148				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 236a. Análisis de varianza de la extracción de P los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.08	0.028	6.08	0.0185	*
Repetición	3	0.01	0.003	0.84	0.5089	NS
Error experimental	8	0.03	0.004			
Total	14	0.13				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 237a. Análisis de varianza de la extracción de K los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	5.93	1.97	5.73	0.0216	*
Repetición	3	0.30	0.10	0.30	0.8255	NS
Error experimental	8	2.76	0.34			
Total	14	9.01				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 238a. Análisis de varianza de la extracción de K los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	11.18	3.72	9.27	0.0055	**
Repetición	3	2.83	0.94	2.35	0.1485	NS
Error experimental	8	3.21	0.40			
Total	14	17.23				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 239a. Análisis de varianza de la extracción de Ca los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.75	0.25	1.32	0.3332	NS
Repetición	3	0.42	0.14	0.76	0.5492	NS
Error experimental	8	1.51	0.18			
Total	14	2.69				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 240a. Análisis de varianza de la extracción de Ca los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	1.49	0.49	2.67	0.1187	NS
Repetición	3	0.24	0.08	0.44	0.7296	NS
Error experimental	8	1.49	0.18			
Total	14	3.23				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 241a. Análisis de varianza de la extracción de Mg los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.23	0.07	1.55	0.2762	NS
Repetición	3	0.07	0.02	0.52	0.6802	NS
Error experimental	8	0.40	0.05			
Total	14	0.72				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 242a. Análisis de varianza de la extracción de Mg los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.16	0.05	1.55	0.2747	NS
Repetición	3	0.11	0.03	1.13	0.3918	NS
Error experimental	8	0.27	0.03			
Total	14	0.56				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 243a. Análisis de varianza de la extracción de B los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00027	0.00009	6.91	0.0131	*
Repetición	3	0.00003	0.00001	0.75	0.5500	NS
Error experimental	8	0.00010	0.00001			
Total	14	0.00041				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 244a. Análisis de varianza de la extracción de B los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00011	0.000039	6.40	0.0161	*
Repetición	3	0.00002	0.000008	1.41	0.3090	NS
Error experimental	8	0.00004	0.000006			
Total	14	0.00019				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 245a. Análisis de varianza de la extracción de Cu los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000069	0.00000023	6.16	0.0179	*
Repetición	3	0.00000003	0.00000001	0.26	0.8531	NS
Error experimental	8	0.00000030	0.00000004			
Total	14	0.00000102				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 246a. Análisis de varianza de la extracción de Cu los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000052	0.00000017	3.76	0.0597	NS
Repetición	3	0.00000005	0.00000002	0.38	0.7694	NS
Error experimental	8	0.00000037	0.00000005			
Total	14	0.00000094				

NS= no significativa, * p≤ 0.05, ** p≤ 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 247a. Análisis de varianza de la extracción de Fe los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0004	0.00016	1.10	0.4039	NS
Repetición	3	0.0002	0.00007	0.52	0.6796	NS
Error experimental	8	0.0011	0.00014			
Total	14	0.0018				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 248a. Análisis de varianza de la extracción de Fe los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0031	0.0010	3.42	0.0729	NS
Repetición	3	0.0003	0.0001	0.37	0.7749	NS
Error experimental	8	0.0024	0.0003			
Total	14	0.0060				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 249a. Análisis de varianza de la extracción de Mn los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00018	0.00006	1.33	0.3304	NS
Repetición	3	0.00005	0.00001	0.37	0.7775	NS
Error experimental	8	0.00037	0.00004			
Total	14	0.00061				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 250a. Análisis de varianza de la extracción de Mn los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.000091	0.000030	1.38	0.3161	NS
Repetición	3	0.000054	0.000018	0.82	0.5169	NS
Error experimental	8	0.000175	0.000021			
Total	14	0.000321				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 251a. Análisis de varianza de la extracción de Zn los 287 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000129	0.0000043	2.16	0.1703	NS
Repetición	3	0.0000007	0.0000002	0.13	0.9402	NS
Error experimental	8	0.0000159	0.0000020			
Total	14	0.0000297				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 252a. Análisis de varianza de la extracción de Zn los 329 dds de la parte aérea de plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000080	0.0000026	1.60	0.2652	NS
Repetición	3	0.0000013	0.0000004	0.27	0.8472	NS
Error experimental	8	0.0000134	0.0000016			
Total	14	0.0000228				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 253a. Análisis de varianza de la extracción total de N en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	26.00	8.66	17.65	0.0004	**
Repetición	3	2.89	0.96	1.96	0.1900	NS
Error experimental	9	4.42	0.49			
Total	15	33.32				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 254a. Análisis de varianza de la extracción total de P en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.10	0.035	3.28	0.0725	NS
Repetición	3	0.01	0.006	0.60	0.6305	NS
Error experimental	9	0.09	0.010			
Total	15	0.22				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 255a. Análisis de varianza de la extracción total de K en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	13.21	4.40	13.41	0.0011	**
Repetición	3	2.65	0.88	2.69	0.1091	NS
Error experimental	9	2.95	0.32			
Total	15	18.82				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 256a. Análisis de varianza de la extracción total de Ca en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.29	0.09	0.49	0.6963	
Repetición	3	0.88	0.29	1.50	0.2800	
Error experimental	9	1.77	0.19			
Total	15	2.95				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 257a. Análisis de varianza de la extracción total de Mg en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.23	0.07	0.84	0.5066	NS
Repetición	3	0.26	0.08	0.94	0.4594	NS
Error experimental	9	0.83	0.09			
Total	15	1.33				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 258a. Análisis de varianza de la extracción total de B en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00018	0.000060	3.97	0.0468	*
Repetición	3	0.00003	0.000012	0.85	0.5029	NS
Error experimental	9	0.00013	0.000015			
Total	15	0.00035				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 259a. Análisis de varianza de la extracción total de Cu en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00000032	0.00000011	2.57	0.1195	NS
Repetición	3	0.00000005	0.00000002	0.38	0.7668	NS
Error experimental	9	0.00000038	0.00000004			
Total	15	0.00000075				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 260a. Análisis de varianza de la extracción total de Fe en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0034	0.0011	3.24	0.0744	NS
Repetición	3	0.0006	0.0002	0.67	0.5942	NS
Error experimental	9	0.0031	0.0003			
Total	15	0.0072				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 261a. Análisis de varianza de la extracción total de Mn en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.00017	0.000057	1.23	0.3530	NS
Repetición	3	0.00003	0.000011	0.24	0.8685	NS
Error experimental	9	0.00041	0.000046			
Total	15	0.00062				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.

Cuadro 262a. Análisis de varianza de la extracción total de Zn en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) sometidas a cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner. Chapingo, México, 1999-2000.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr >F	Significancia
Tratamientos	3	0.0000066	0.000002	0.87	0.4918	NS
Repetición	3	0.0000029	0.000001	0.39	0.7629	NS
Error experimental	9	0.0000229	0.000002			
Total	15	0.0000326				

NS= no significativa, * p= 0.05, ** p= 0.01, dds= días después de siembra.