

**ANALISIS DEL CRECIMIENTO Y DE LA ABSORCION DE
NUTRIMENTOS EN DOS TIPOS DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM L.)
EN ALAJUELA.**

Alvaro Alonso Azofeifa Delgado.

**Tesis presentada para optar al grado de Licenciado en Ingeniería
Agronómica con énfasis en Fitotecnia.**

**ESCUELA DE FITOTECNIA.
FACULTAD DE AGRONOMIA.
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.**

2000.

**ANALISIS DEL CRECIMIENTO Y DE LA ABSORCION DE
NUTRIMENTOS EN DOS TIPOS DE CHILE (CAPSICUM ANNUUM L.)**

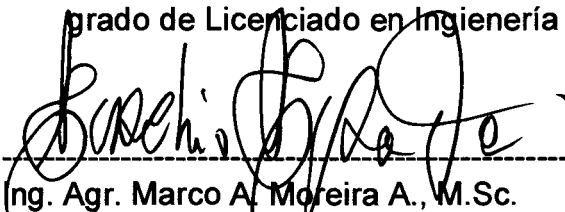
EN ALAJUELA.

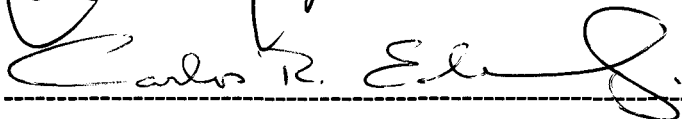
Alvaro Alonso Azofeifa Delgado.

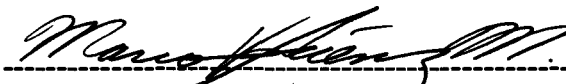
TESIS

Presentada a la Escuela de Fitotecnia como requisito parcial para optar al

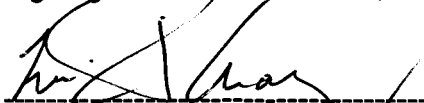
grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia.

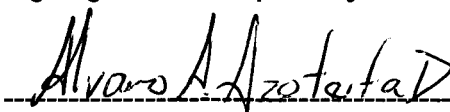

----- Director de Tesis.
Ing. Agr. Marco A. Moreira A., M.Sc.


----- Miembro del Tribunal.
Ing. Agr. Carlos R. Echandi G., M.Sc.


----- Miembro del Tribunal.
Ing. Agr. Marco V. Saénz M., M.Sc.


----- Miembro del Tribunal.
Ing. Agr. Gloria Bertsch H., M.Sc.


----- Director de Escuela.
Ing. Agr. Luis Felipe Araúz C., Ph.D.


----- Sustentante.
Alvaro Alonso Azofeifa Delgado.

San José, 23 de febrero del 2000.

DEDICATORIA

A mis padres:

Hernán Azofeifa V. y Esmeralda Delgado B.

A mis abuelos:

Feliciano (Don Chano) Azofeifa V. y Bienvenido Delgado Ch.

AGRADECIMIENTO

Hago manifiesto mi agradecimiento a las siguientes personas, colaboradores del presente trabajo, a quienes expreso mi gratitud.

Al Ing. Marco A. Moreira M.Sc., director de tesis, por su amistad y valiosa ayuda y acertados consejos durante la realización del trabajo.

A los Ings. Agrs. Carlos Echandi, Marco V. Saénz, Floria Bertsch y Luis Felipe Arauz por sus contribuciones durante la realización y revisión del trabajo.

Al Ing Agr. Walter González por su colaboración en el análisis de los datos.

Al personal de campo del Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Fabio Baudrit M., especialmente al señor Miguel Castro Rojas.

A mi hermano Hernán y a su esposa Alexandra por la ayuda en la edición y levantado de texto.

A mis padres por su ejemplo de trabajo y constante apoyo.

A mi Dios, creador de todo.

CONTENIDO

	Página
Presentación	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Contenido.....	v
Lista de cuadros.....	ix
Lista de figuras.....	xi
Resumen.....	xv
Introducción.....	1
Revisión de literatura.....	4
Origen.....	4
Descripción botánica.....	4
Chile jalapeño Hot.....	6
Chile dulce UCR 589.....	7
Efecto del ambiente sobre el crecimiento.....	7
Crecimiento, desarrollo y fenología.....	9
Análisis del crecimiento y nutrición.....	12
Materiales y métodos.....	23
Localización.....	23
Experimento de campo.....	23

Material experimental.....	24
Diseño experimental.....	24
Manejo del cultivo.....	25
Metodología.....	27
VARIABLES EVALUADAS.....	29
Resultados y discusión.....	32
Pesos secos.....	32
Peso seco de la raíz.....	33
Peso seco de tallo y hojas (parte aérea).....	34
Peso seco de la flor.....	37
Peso seco de fruta.....	39
Peso seco total.....	41
Distribución de la biomasa, en las secciones de la planta de chile dulce UCR 589, a través del ciclo de crecimiento.....	45
Distribución de la biomasa, en las secciones de la planta de chile Jalapeño Hot, a través del ciclo de crecimiento.....	47
Parámetros fisiológicos y morfológicos.....	50
Índice de crecimiento relativo.....	50
Índice de asimilación neta.....	53
Razón de área foliar.....	58
Razón de peso radical.....	60

Razón de peso comercial.....	63
Índice de área foliar.....	65
Desarrollo del fruto.....	70
Nutrición.....	72
Absorción de nutrientes en las plantas de chile jalapeño hot.....	72
Absorción de nutrientes en las plantas de chile dulce UCR 589.....	79
Distribución porcentual del Potasio, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.....	87
Distribución porcentual del Nitrógeno, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.....	90
Distribución porcentual del Fósforo, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.....	92
Distribución porcentual del Magnesio, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.....	95
Distribución porcentual del Azufre, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.....	98
Distribución porcentual del Calcio, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.....	102
Propuesta de fertilización.....	106
Conclusiones.....	109
Bibliografía.....	112

Apéndice.....	121
---------------	-----

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°.	Página.
1. Niveles foliares adecuados de nutrimentos para chile dulce y picantes indicados por Ludwick (1990) citado por Jones, <u>et al.</u> (1991).....	22
2. Extracción de nutrimentos del suelo por parte de plantas de chile, indicados por Valadez (1993).....	22
3. Peso seco (g) de la flor, fruta, raíz, parte aérea y total, de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot durante su ciclo de crecimiento. Alajuela, 1995.....	32
4. Índices fisiológicos y morfológicos, de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot, durante su ciclo de cultivo. Alajuela, 1995.....	50
5. Aumento en tamaño de los frutos, de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot, durante su desarrollo. Alajuela, 1995.....	70
6. Absorción de nutrimentos, (g/ planta) en plantas de chile Jalapeño Hot, durante su ciclo de crecimiento. Alajuela, 1995.....	72
7. Absorción de nutrimentos (g / planta), en la planta de chile dulce UCR 589, durante el ciclo de cultivo. Alajuela, 1995.....	79
8. Propuesta de fertilización (en porcentaje y en Kg/ha), de los principales nutrientes, para las plantas de chile dulce UCR 589, durante el ciclo de producción.....	107

Cuadro N°.	Página.
9. Propuesta de fertilización (en porcentaje y en Kg/ha), de los principales nutrientes, para las plantas de chile Jalapeño Hot, durante el ciclo de producción.....	108
A-1. Promedios mensuales de humedad relativa, temperatura, brillo solar y precipitación durante el experimento. Alajuela, 1995.....	121
A-2. Características químicas del suelo donde se realizó el experimento. Alajuela, 1995.....	121
A-3. Características físicas del suelo donde se realizó el experimento. Alajuela, 1995.....	121
A-4. Diámetro del tallo (cm), longitud de raíz (cm), longitud aérea (cm) y área foliar (cm ²) de las plantas de chile dulce UCR 589 y Jalapeño Hot, durante su ciclo de crecimiento. Alajuela, 1995.....	121
A-5. Valores observados de algunas características de rendimiento en plantas de chile dulce UCR 589 y Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	122
A-6. Valores observados de algunas características fenológicas en las plantas de chile dulce UCR 589 y Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	123
A-7. Participación porcentual en peso, de los elementos nutritivos; N,P,K,Ca ,Mg y S, respecto del peso seco final de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura N°	Página.
1. Peso seco (g) de la raíz, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	33
2. Peso seco (g) de la parte aérea, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	34
3. Peso seco (g) de las flores, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	37
4. Peso seco (g) de los frutos, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	39
5. Peso seco total (g) , durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	41
6. Distribución porcentual de la materia seca, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	45
7. Distribución porcentual de la materia seca, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	47
8. Índice de Crecimiento Relativo, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.....	51
9. Índice de Asimilación Neta, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.....	54
10. Razón de Area Foliar, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.....	58

11. Razón de Peso Radical, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.....	60
12. Razón de Peso Comercial, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.....	63
13. Índice de Area Foliar, durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.....	65
14. Absorción de los elementos K,N y Ca, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	75
15. Absorción de los elementos S,P y Mg, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	76
16. Absorción de los elementos Fe y Mn, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	77
17. Absorción de los elementos Cu, B, y Zn, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	78
18. Absorción de los elementos K,N y P, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	81
19. Absorción de los elementos Ca, Mg y S, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	82
20. Absorción de los elementos Fe y Mn, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	84

21. Absorción de los elementos Cu,B y Zn, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	85
22. Distribución porcentual del potasio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	87
23. Distribución porcentual del potasio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	89
24. Distribución porcentual del Nitrógeno, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	91
25. Distribución porcentual del Nitrógeno, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	91
26. Distribución porcentual del Fósforo, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	92
27. Distribución porcentual del Fósforo, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	94

Figura N°.	Página.
28. Distribución porcentual del Magnesio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	96
29. Distribución porcentual del Magnesio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	97
30. Distribución porcentual del Azufre, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	99
31. Distribución porcentual del Azufre, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	100
32. Distribución porcentual del Calcio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.....	102
33. Distribución porcentual del Calcio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.....	104

RESUMEN

En el presente trabajo se analizó el patrón de crecimiento y absorción de nutrientes en dos tipos de chile; dulce “UCR 589” y picante “Jalapeño Hot”, a través de su ciclo de cultivo.

Para cada tipo de chile, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, donde los tratamientos correspondieron a las épocas de muestreo. En cada muestreo, se determinó el área foliar, peso seco y absorción de nutrimentos en cada sección de la planta (raíz, parte aérea, flor y fruta).

Se determinó que ambos tipos de chile presentan un patrón de crecimiento sigmoideal, con las siguientes fases: Fase inicial, preparatoria al crecimiento. Fase 2, de rápido crecimiento vegetativo y reproductivo, caracterizada por presentar los valores de ICR e IAN más altos, y los de IAF y K crecientes. Fase 3, el crecimiento vegetativo y reproductivo disminuye gradualmente, ICR, IAN y RAF son decrecientes y el K permanece constante. Fase 4, el crecimiento termina y se presenta la madurez, ICR con valores cercanos a cero. Fase 5, senescencia de la planta, los valores de ICR son negativos.

Se determinó, que la distribución de la biomasa, en ambos tipos de chile, está ligada a la fenología de la planta, especialmente con la floración y fructificación. El UCR 589 invierte más fotoasimilados hacia la producción de fruta, que hacia la parte vegetativa, el Jalapeño Hot invierte en partes relativamente similares entre la producción de follaje y de frutos. La planta de

chile dulce UCR 589 limita el crecimiento vegetativo cuando inicia la fructificación, especialmente cuando los frutos presentan las mayores tasas de crecimiento.

La extracción total de nutrimentos, en ambos tipos de chile, muestra el orden decreciente: $K_2O > N > P_2O_5 > CaO > SO_4 > MgO > Fe_2O_3 > Mn > Cu > B_2O_3 > Zn$. Con la modificación en las plantas de chile Jalapeño Hot en donde el P_2O_5 ocupa el quinto y no el tercer lugar de extracción. La cantidad de nutrientes en las distintas partes de la planta fluctúan a través del ciclo de crecimiento. Al final del ciclo de cultivo el Jalapeño Hot acumula los elementos K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y B principalmente en la parte aérea. El P y S en la fruta. El Fe en partes iguales entre la raíz y la parte aérea. El N lo acumula principalmente entre los frutos y la parte aérea. El chile dulce UCR 589 acumula el N, P, Mg, K, S, Cu y Zn en mayor porcentaje en los frutos. El Ca, B y Mn en la parte aérea y el Fe en la raíz.

INTRODUCCION

El chile dulce ocupa el segundo lugar en consumo en Centro América, después del tomate, entre las hortalizas de fruto (Jiménez, et al., 1990). Es considerada una de las hortalizas de mayor valor nutritivo, especialmente en relación al contenido de vitamina C (ácido ascórbico), superando a todas las hortalizas y a muchas frutas, incluyendo a los cítricos (Saborío, 1994).

En el CENADA, en 1991 se dio una oferta de 1079,5 toneladas con un promedio de 89,96 Ton/ mes.

Por otro lado, el chile picante es una de las hortalizas más importantes en la industria de conservas en nuestro país. Tradicionalmente, la producción de este tipo de chile se ha destinado al consumo interno, como materia prima en la elaboración de diversos productos.

Para Saborío (1994), la producción de chile jalapeño es una excelente alternativa de diversificación debido a su potencial de exportación.

Chinchilla y Hernández (1988) se refieren al potencial de la producción y exportación del chile picante de tipo jalapeño con el propósito de enlatarlo y enviarlo al mercado de los Estados Unidos, durante los meses de julio a octubre, época en la que existe un faltante de 200 a 300 hectáreas de cultivo, debido a que México, su principal proveedor, no está en producción. También señalan la existencia de un mercado de exportación a Europa, principalmente a Francia, Inglaterra y Holanda.

Por otro lado, se menciona que la demanda de chile jalapeño en el mercado de Norte América se ha incrementado entre un 15 a un 20% anual, debido, principalmente, a un crecimiento de la cocina étnica en los Estados Unidos. La demanda de productos elaborados con estos chiles (salsas, polvos, etc) es amplia y durante todo el año. Se debe mencionar que el principal condimento envasado de venta en los Estados Unidos de Norte América es la salsa de chile jalapeño, en el año 1991, el valor de las ventas de este tipo de salsas, ascendió a 674 millones de dólares (¹ / J.L. Zamora, comunicación personal).

En nuestro país, existen las condiciones agroclimáticas apropiadas, para desarrollar plantaciones comerciales de chile dulce y picante, así como para lograr altos rendimientos por área (Barrientos, 1988). Sin embargo, para nuestras condiciones es poca la información que existe sobre los requerimientos nutricionales, durante el ciclo de la planta y períodos de máxima absorción de los diferentes nutrimentos. También, se debe señalar la necesidad de realizar un estudio detallado sobre el crecimiento, con el fin de cuantificar diferentes aspectos del mismo, como lo son: duración del ciclo, etapas de desarrollo, distribución de fotoasimilados por órganos, entre otros.

Los análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos son básicos para comprender mejor los procesos fisiológicos que determinan la producción

¹ / División Agrícola, Exportpack S.A.

vegetal y justificar ciertas prácticas de manejo del cultivo, como por ejemplo la fertilización, para tratar de lograr los mejores rendimientos y aumentar la calidad del producto. Finalmente, se debe indicar que la deficiencia mineral es una condición adversa para la planta, pues, no sólo la predispone a bajos rendimientos, sino, también, a enfermedades y plagas, por lo que una fertilización balanceada y un mayor conocimiento de la fenología del cultivo, son ideales para aumentar la resistencia general de las plantas a estos agentes bióticos. Además, con un manejo adecuado de la fertilización se procura una producción económicamente rentable, tecnológicamente acertada y ambientalmente saludable, lo que conlleva a un sistema de producción más racional y congruente con la naturaleza.

Esta investigación tuvo como objetivos:

A) Analizar el patrón de crecimiento de las plantas en dos tipos de chile (dulce, UCR - 589 y Jalapeño, Hot - Asgrow).

B) Establecer las bases para una fertilización racional del cultivo de chile, mediante la determinación de la absorción de nutrimentos, a través del ciclo de cultivo para cada tipo de chile.

C) Relacionar la dinámica del crecimiento con la absorción de nutrimentos en los dos tipos de chile.

CAPITULO I

REVISION DE LITERATURA

A. ORIGEN.

El género Capsicum sp. de la familia Solanaceae se originó en la zona tropical del continente Americano, (Yamaguchi, 1983; ICA, 1980). Tindall (1987) señala que su centro de origen y dispersión fue probablemente México, de donde fue trasladado a Centro y Sur América antes del año 1500 dC. Por otra parte, Valadez (1993), menciona a los Andes de Sur América y el Alto Amazonas como su centro de origen, y agrega que C. annuum L. se aclimató en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles.

La clasificación de los Capsicum cultivados es difícil. En la actualidad se admite que hay 5 especies en cultivo: C. annuum, C. chinense, C. frutescens, C. baccatum, y C. pubescens. (León, 1987).

B. DESCRIPCION BOTANICA.

Las plantas de chile, inicialmente tienen el tallo y las ramas con una consistencia herbácea. Luego, los tallos se tornan semileñosos (ICA, 1989). La altura promedio de la planta adulta puede variar, según el tipo, desde unos 40 cm. hasta más de 150 cm. (Tindall, 1987).

El tallo erguido y leñoso en la base, presenta un crecimiento simpodial, donde, tallo y ramas se forman de sectores en cuyo nudo superior hay, por lo general, yemas florales y 2 ramillas que forman un dicasio, una de ellas más desarrollada que la opuesta. La rama más grande continúa el crecimiento y en su nudo superior se repite la norma de inflorescencias y ramas. El crecimiento simpodial determina que tallos y ramas crezcan en zigzag (León, 1987; ICA, 1980). Estas plantas presentan un crecimiento normalmente indeterminado, con ramas dicotómicas, que pueden ser erectas o semipostradas (ICA, 1980; Tindall, 1987).

Las hojas son simples, glabras, alternas, y pecioladas, de color verde brillante de forma ovalada y, o elongada, con el ápice agudo y la base a menudo asimétrica (ICA, 1980; León, 1987; Saborío, 1994).

Las flores son hermafroditas, perfectas, normalmente una por cada nudo. Se forman en las axilas de las ramas y su fecundación, en chile dulce, es claramente autógama, no sobrepasando, generalmente, el porcentaje de alogamia el 10% (Valadez, 1993; Saborío, 1994). El chile Jalapeño presenta heterostilia. La flor presenta una coloración entre amarilla y, o blanca verduzca, con 5 sépalos y 5 o 6 pétalos, de pedicelo corto, un diámetro aproximado a los 15 mm. y de un cáliz concrecente con el fruto (ICA, 1980; Tindall, 1987).

El fruto es una baya semicartilaginosa, de forma y tamaño variable (ICA, 1980). El color verde de los frutos, se debe a la alta cantidad de clorofila, acumulada en las capas del pericarpo. Los frutos maduros toman color rojo o

amarillo, debido a los pigmentos licopersina, xantofila y caroteno (Valadez, 1993). Algunas variedades tienen frutos con alto valor en capsicina, por lo que su pungencia (picor) es mayor. Esta característica es controlada genéticamente por un gen dominante (Valadez, 1993; Rylski, 1986).

Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes; suelen tener de 3 a 5 mm. de longitud. Se insertan sobre una placenta cónica, de disposición central y de color amarillo pálido.

La raíz es de tipo pivotante, con una profusa producción de raíces secundarias, las cuales pueden alcanzar un desarrollo de más de 100 cm. de profundidad (Saborío, 1994), y lateralmente hasta 120 cm. Pero, la mayoría de raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm. (Guenko, 1983 citado por Valadez, 1993). El sistema radical está reforzado, además, con un número elevado de raíces adventicias.

C. CHILE JALAPEÑO HOT.

Este cultivar presenta una planta erecta, compacta y fuerte, con una buena cobertura de follaje (Solera, 1977). Se utiliza para procesamiento. Sus frutos son muy picantes, alargados, de paredes gruesas y cubiertos con pequeñas cicatrices longitudinales muy características. De forma cilíndrica, con un adelgazamiento gradual y diámetro máximo normal, a la altura del hombro, de 2,5 cm. y una longitud promedio de 6,25 cm. Presenta una coloración verde en estado inmaduro

y roja al madurar, de 20 a 30 gramos de peso fresco, madura aproximadamente a los 75 días después del trasplante. El rendimiento promedio es de 15 a 20 toneladas por hectárea (ASGROW, 1993; ICA, 1980; Valadez, 1993).

D. CHILE DULCE UCR 589.

González (1989) indica que las plantas de este tipo de chile, presentan un hábito de crecimiento erecto, y son muy productivas. Los frutos son de forma cónica, con el extremo inferior puntiagudo, de paredes gruesas y no presentan hendidura en la unión del pedúnculo. Además menciona, que el peso promedio es de 69, 93 gramos, con una disposición colgante.

E. EFECTO DEL AMBIENTE SOBRE EL CRECIMIENTO.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE (1993), menciona que el chile necesita de ciertos factores de crecimiento como: luz, agua, temperatura y nutrimentos para su desarrollo normal, a la vez, los niveles de estos factores y sus interacciones afectan el crecimiento del cultivo.

Según Rylski (1986), las plantas de chile son muy sensibles a las condiciones ambientales imperantes durante su desarrollo. Además, señala que la temperatura es el factor ambiental de mayor importancia para la formación y producción de frutos.

Las temperaturas altas, aumentan la tasa de crecimiento del chile y las bajas la reducen, por esa razón, el tiempo que el chile demora para completar su ciclo, es mayor donde la temperatura media es baja (CATIE, 1993).

Según Tindall (1987), las temperaturas entre los 21 y 25 °C son las óptimas para el cultivo del chile. Se requieren temperaturas mayores en la fase de crecimiento vegetativo y menores en la fase reproductiva. Con temperaturas mayores de 32 °C ocurre mayor caída de flores y a temperaturas sobre los 39°C hay bloqueo del proceso de fructificación. Indica además, que a temperaturas en el suelo menores de 17 °C ó mayores de 30 °C ocurre un crecimiento lento. Señala que la temperatura del suelo óptima para la germinación es entre los 25 a 30°C. Además, Rylski (1986) señala que, desde el punto de vista comercial, las temperaturas nocturnas entre los 17 y 18 °C aseguran una buena formación y producción de frutos en la mayoría de cultivares de C. annuum investigados.

Tindall (1987) señala que las precipitaciones entre 600 y 1200 mm. son consideradas generalmente adecuadas, un déficit de agua provoca caída de yemas y flores, y su exceso afecta la floración y fructificación. Se menciona además, que el consumo de agua es de 2,5 a 5,0 mm por día.

Una humedad relativa baja, implica mayor transpiración y déficit de agua en la planta, lo que conlleva a una mayor caída de flores y a la formación de frutos pequeños.

Un fuerte rocío nocturno, durante la etapa de crecimiento vegetativo, puede duplicar la tasa de crecimiento en las plantas de chile.

En relación con la luz, el CATIE (1993) menciona que la aplicación de una sombra en el semillero de hasta un 55%, aumenta el tamaño de las plantas. Un exceso de sombra en campo, reduce la tasa de crecimiento del chile y, también, puede provocar aborto de flores y frutos. Tindall (1987) añade que la mayoría de los tipos de chile son plantas de fotoperíodo neutro.

F. CRECIMIENTO, DESARROLLO Y FENOLOGIA.

El período de preemergencia varía entre los 8 y 12 días, y es más corto a temperaturas mayores (CATIE 1993). En esta fase, emerge primero una pequeña raíz pivotante (la radícula) y poco después, un par de hojas alargadas (las hojas cotiledonares). Una vez emergidas, el crecimiento de la parte aérea procede lentamente, mientras la planta invierte sus recursos en el desarrollo de la raíz pivotante (CATIE, 1993).

El desarrollo y crecimiento de la raíz es dinámico y altamente dependiente del ambiente del suelo. La raíz de la planta crece continuamente. Su proliferación depende de la disponibilidad de agua y nutrientes del suelo (Taiz y Zeiger, 1991).

Luego de que las hojas cotiledonares emergen, con un crecimiento vegetativo inicial muy lento, empiezan a desarrollarse las hojas verdaderas, que tienen la apariencia normal de las hojas de chile, aunque más pequeñas. A partir de este momento, se evidencia un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la

planta sigue desarrollando el sistema radical. Hacia el final de la etapa de plántula, la tasa de crecimiento de la raíz pivotante empieza a disminuir (CATIE, 1993).

Saborío (1994) indica que la planta presenta un crecimiento lento durante los primeros 50 a 75 días. Después de ese período el crecimiento se acelera, coincidiendo también con una mayor absorción de nutrientes debido a la fructificación.

A partir de la producción de la 6ª y 8ª hoja, la tasa de crecimiento del sistema radical, empieza a disminuir gradualmente, y la del follaje y de los tallos se incrementa. El tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambas ramas se subramifican. La tasa de crecimiento de la planta alcanza su máximo, luego de lo cual, disminuye gradualmente a medida que la planta entra en floración y fructificación y los frutos en desarrollo empiezan a acumular los productos de la fotosíntesis (CATIE, 1993).

Al iniciar la etapa de floración, el chile produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas. Este período de floración se prolonga hasta que la carga de los frutos cuajados corresponda a la capacidad de llenado de frutos que tenga la planta (CATIE, 1993).

El número de frutos en formación por planta de chile, es bajo comparado con el número de flores producidas (Rylski, 1986). Tindall (1987) señala que de las flores formadas, aproximadamente entre el 40 al 50% llega a ser fruto. Generalmente, el número de frutos en formación en los nudos inferiores es mayor,

respecto al de los nudos superiores, esto como un efecto de mejor sumidero de los frutos inferiores. Además, si las flores de los nudos inferiores caen por algún motivo, entonces, el porcentaje de fructificación de los nudos superiores aumenta (Rylski, 1986).

A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores. Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores. De esta manera, el chile tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo (Hall, 1977; CATIE, 1993).

Por otro lado, Milthorpe y Moorby (1982), mencionan que en los Capsicum una yema lateral reinicia el crecimiento cuando se induce la floración del meristemo terminal. Por consiguiente, las fases de crecimiento vegetativo y reproductivo se entremezclan en el tiempo.

Rylski (1986), indica que bajo ciertas condiciones ambientales, una fuerte producción de frutos, en los nudos bajos de la planta, puede hacer que ésta presente un crecimiento determinado, es de notar, que el crecimiento normal de las plantas de chile es indeterminado. Se agrega, además, que los frutos de chile son clasificados como no climatéricos (Biale, 1964).

G. ANALISIS DEL CRECIMIENTO Y NUTRICION.

Los estudios de análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos son básicos para comprender los procesos fisiológicos, que determinan el desarrollo vegetal y la conformación de los factores de rendimiento, lo que hace posible evaluar y mejorar las prácticas agronómicas aplicables, para incrementar la productividad.

Taiz y Zeiger (1991) definen el crecimiento como un incremento constante en el tamaño o talla de un organismo. A la vez señalan, que éste está acompañado de dos procesos; morfogénesis y diferenciación. El primero, es el desarrollo de la forma o modelo de la célula u órgano. El segundo, es el proceso por el cual las células cambian estructural y bioquímicamente, para formar o adquirir funciones especializadas.

Bertsch (1995) indica que, la forma y proporciones, adquiridas por una planta, a lo largo de las diferentes etapas de su desarrollo, son una expresión de la interacción entre los factores genéticos internos y los ambientales o externos.

Según Taiz y Zeiger (1991), la medida del peso seco es el criterio más apropiado para medir el crecimiento. Además mencionan, que otro parámetro confiable, que se puede utilizar, es la medida del área foliar .

El crecimiento de una planta no se realiza con una velocidad uniforme; al inicio ocurre lentamente, aumentando de manera gradual, hasta que alcanza una tasa máxima, y después disminuye hasta que cesa por completo (CFA, 1995).

Cuando se grafica el crecimiento, sobre períodos continuos de tiempo, se obtiene frecuentemente una curva en forma sigmoide (Taiz y Zeiger, 1991).

Bertsch (1980) señala, que en la curva de crecimiento de una planta se distinguen tres etapas: La primera; una fase inicial o logarítmica, en donde la planta joven, cuenta con una reducida área foliar y sistema radical. La segunda; fase vegetativa o exponencial, el crecimiento es rápido y el poder de asimilación de la planta, aumenta a medida que sus órganos se desarrollan. La tercera; fase de estabilización, después del inicio de la fructificación, ocurre una disminución del crecimiento hasta estabilizarse.

Rylski (1986) señala que en los Capsicum , la curva de crecimiento describe un patrón del tipo sigmoidal.

Por otro lado, Shibles (1987) manifiesta que los factores de mayor importancia en la determinación de la tasa de crecimiento de un cultivo (comunidad de plantas) son: el área foliar, la densidad de flujo de la luz fotosintéticamente activa y sus interacciones.

Tanto el Índice de Área Foliar (IAF), como la densidad de flujo de la luz fotosintéticamente activa, pueden variar sobre un amplio rango, dependiendo sobre todo del estado de desarrollo de la planta, densidad de cultivo y clima (Shibles, 1987).

Milthorpe y Moorby (1982) mencionan que la tasa absoluta de crecimiento es función de dos componentes: la cantidad de materia en crecimiento presente y la tasa de funcionamiento del mismo, en relación a la influencia del ambiente.

Señala además, que se supone que todo el crecimiento ya efectuado contribuye al nuevo que se está verificando, por lo tanto, el índice apropiado a utilizar es la tasa de incremento de la materia seca, por unidad de tiempo y por unidad de materia seca presente, lo cual recibe el nombre de "Tasa de crecimiento relativo".

Por otra parte, Ascencio (1972), manifiesta que como el peso seco de una planta, no representa la totalidad de su capital productivo, pues, una parte considerable de la misma está formada por material de sostén y por lo tanto no activo en el crecimiento, y como el incremento en materia seca puede atribuirse en su mayor parte a la fotosíntesis, Blackman propuso el cálculo del incremento en materia seca por unidad de área foliar, IAN, ya que, ésta representa la unidad fotosintética activa de la planta.

Loomis y Williams (1963), son del criterio que el IAN es el índice más importante en los estudios de productividad y rendimiento de los cultivos. Este índice se refiere, a la tasa de incremento en peso seco de la planta por unidad de material activo en el crecimiento. Por material activo en el crecimiento se entiende cualquier componente en la planta relacionado fundamentalmente con la asimilación del carbono.

Por su parte, Radford (1967) señala que para un estudio de análisis del crecimiento se requiere: a) medir el material presente en la planta, donde lo más común es medir el peso seco total de la planta, b) medir la magnitud del sistema de asimilación de la planta, referido frecuentemente al área foliar total.

Según Shibles (1987), el área foliar es la medida usual del tejido fotosintetizador de una comunidad de plantas. Además indica, que la cantidad de área foliar es importante, porque ésta determina la cantidad o importe de energía solar que es absorbida y convertida a materiales orgánicos. También menciona, que otros tejidos de la planta pueden contribuir.

Steer y Pearson (1976) indican que todas las hojas de la planta de Chile exportan el mismo porcentaje de carbono fijado. No obstante, la tasa de fijación por unidad de área es diferente entre las hojas jóvenes y las adultas. También menciona que los frutos son capaces de fijar carbono para su desarrollo, pero, además, los fotoasimilados son importados desde las hojas del eje principal, de donde se encuentra el fruto. Estos asimilados son la principal fuente, contribuyendo en aproximadamente 7,5 veces más en carbono que aquel fijado por los mismos frutos.

Con el fin de cuantificar el efecto, de diferentes cantidades y calidades de los factores externos sobre el crecimiento, se han derivado una serie de fórmulas matemáticas, conocidas como Índices de Crecimiento (Bertsch 1995).

A continuación se presentan algunos de los índices fisiológicos y morfológicos de uso más frecuente:

Índice de Crecimiento Relativo (ICR):

$$ICR = \frac{dP}{dt} \times \frac{1}{P} = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

Se refiere al incremento de peso (P) por unidad de peso presente por unidad de tiempo (t).

Indice de Asimilación Neta (IAN):

$$\text{IAN} = \frac{dP}{dt} \times \frac{1}{A} = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1}$$

Se refiere al incremento de peso (P) por unidad de área fotosintética (A) por unidad de tiempo (t).

Indice de Area Foliar (IAF):

$$\text{IAF} = \frac{\text{Area foliar total}}{\text{Superficie de suelo ocupada}}$$

Razón de Area Foliar (RAF):

$$\text{RAF} = \frac{\text{Area foliar total}}{\text{Peso seco de la planta}}$$

Razón de Peso Comercial (K):

$$K = \frac{\text{Peso seco parte comercial}}{\text{Peso seco planta total}}$$

Razón de Peso Radical (RPR):

$$\text{RPR} = \frac{\text{Peso seco raíz}}{\text{Peso seco planta total}}$$

Miranda (1994), en su estudio sobre el crecimiento y absorción de nutrimentos en chile jalapeño, determinó que el patrón de crecimiento se puede dividir en tres etapas:

La primera: fase de crecimiento inicial, se extiende desde los 0 días hasta los 105 días después de la siembra. Donde la planta está empezando a desarrollar su sistema radical y foliar. El IAF inicia su crecimiento, y el ICR e IAN exhiben los valores máximos.

La segunda: fase de crecimiento exponencial, de los 105 hasta los 225 días después de la siembra. La planta experimenta un rápido crecimiento, el cual se manifiesta con una gran acumulación de materia seca. El IAF alcanza su máximo valor y el ICR e IAN decrecen paulatinamente.

La tercera: fase de estabilización y madurez, de los 225 días después de la siembra a final del ciclo. El crecimiento es lento y tiende a estabilizarse. El IAF decrece, el ICR y el IAN muestran valores muy cercanos a cero.

Bertsch (1993) menciona que la absorción de nutrimentos es un fenómeno que ocurre día a día. Cada proceso involucra nutrimentos cualitativa y cuantitativamente diferentes. Por consiguiente, definir claramente la duración y cambio en peso de cada una de las etapas que transcurren durante el ciclo de un cultivo y asociar estos cambios con concentraciones de elementos en los diferentes tejidos de la planta, permitirá familiarizarse con los requisitos nutricionales totales, o por etapas de ese cultivo y con los momentos de máxima absorción.

Una curva de absorción es una gráfica acumulada o por etapas de la cantidad de nutrimento absorbido (Kg / ha ó, g / planta), en función de la edad del cultivo. Se genera haciendo las respectivas relaciones de peso seco con concentración. Pueden hacerse por períodos igualmente espaciados, por etapas de desarrollo, para la planta total, ó por órganos. Además, por su relación con la genética de la planta, la información resulta bastante extrapolable, si se hace referencia al rendimiento obtenido (Bertsch, 1993).

El manual de la "California Fertilizer Association", CFA (1995), menciona que cuando se grafica la absorción de nutrimentos contra el tiempo, la acumulación de nutrimentos, se ajusta bastante a la forma de la curva de crecimiento. Además, dado que debe haber nutrientes para que ocurra el crecimiento, la absorción precede al crecimiento. También señala, que un déficit temporal de nutrientes causa irregularidades en la curva y, un déficit importante, detendrá el crecimiento.

Miranda (1994) señala que existe correlación entre las curvas de absorción de nutrimentos y las de crecimiento en chile jalapeño.

Para Bertsch (1993) la nutrición es uno de los aspectos más manejables de un cultivo. Sin embargo, para poder hacerlo en forma eficiente, lo primero que hay que hacer, es conocer el comportamiento de los nutrimentos dentro de ese cultivo.

La fertilización es una de las prácticas agronómicas más importantes para obtener altos rendimientos. No obstante, la información actual para nuestras condiciones, sobre los requerimientos nutricionales, la forma y momento en que los fertilizantes deben ser aplicados, tanto para el chile dulce como para el jalapeño, es muy escasa e imprecisa.

En el estudio de Ulate (1981), con dosis crecientes de nitrógeno (0, 100, 200, 300 y 400 Kg / ha de NH_4NO_3) en combinación con 300 Kg / ha de P_2O_5 , encontró, que el peso y número total de frutos de primera fueron afectados por la dosis. Se presentó un aumento en el peso de la producción al emplear 100 Kg /

ha de N, tendiendo a acentuarse con 200 Kg / ha y disminuyendo al usar 300 Kg / ha. En relación a los frutos de segunda y frutos total, no hubo efecto de la dosis de nitrógeno, tanto en el número como en el peso.

Por su parte Hernández (1978) menciona que en experimentos realizados en Cartago, se lograron los mejores rendimientos en frutos de primera y frutos total con la dosis de 200 Kg / ha de N y 300 Kg / ha de P₂O₅.

Por otro lado, en el manual publicado por el CATIE (1993) se indica que los elementos requeridos en cantidades mayores por las plantas de chile son: el nitrógeno, fósforo y potasio, y en cantidades menores el Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, Cu (en orden descendente de cantidad). A la vez, se refiere a las siguientes dosis de nutrimentos, 100 Kg de nitrógeno y entre 100 y 150 Kg de fósforo por hectárea y una cantidad semejante de potasio. Además señala que la fertilización al suelo se puede complementar con abonos foliares, que contengan elementos menores como el B, Zn, S, etc.

También, se debe mencionar que Barrientos (1988) en un experimento para determinar las necesidades de N, P y Mg en chile dulce en asocio con café, determinó que el mejor tratamiento es de 150 Kg/ha de nitrógeno, 250 Kg / ha de P₂O₅ y 0,5 Kg / ha de Mg.

En plantas de chile jalapeño, Miranda (1994) determinó el siguiente orden decreciente de absorción foliar de macronutrientes: K > N > Ca > Mg > S > P. Para los micronutrientes: Fe > Mn > Zn > Cu > B. A la vez, indica los siguientes valores extraídos de nutrimentos por el chile jalapeño en Kg / ha: 194,44; 138,89;

83,33; 33,33; 16,66; 13,88; 3,47; 0,42; 0,17; 0,14; y 0,11 de K; N; Ca; Mg; P; S; Fe; Mn; Cu; Zn; B, respectivamente.

Yamaguchi (1983) señala las siguientes dosis de fertilizante 170 a 220 Kg / ha de N, 22 Kg / ha de P. Agrega, que el potasio se aplica cuando su disponibilidad en el suelo es baja.

El Instituto Colombiano de Agricultura, ICA (1980), menciona que las plantas de chile son exigentes de fósforo y nitrógeno, además el potasio asegura un aumento importante de la producción y una mejora de la calidad. Un buen suministro de potasio a la planta, la hace más resistente a la marchitez de sus raíces y predispone al fruto a una mayor riqueza hídrica. También se menciona que, un exceso de N favorece un crecimiento excesivo y por lo tanto, la planta puede presentar problemas de quiebra y caída de ramas.

En adición a lo anterior, Rylski (1986) indica que la nutrición con nitrógeno, puede influenciar el desarrollo reproductivo en los chiles. En general, la producción de fruta y su posterior desarrollo se incrementan con altos niveles de nitrógeno.

Fernandes (1972) citado por Bertsch (1995), señala que un rendimiento por hectárea de 421875 frutos, requiere de 51, 5, 84, 65, 8, 5, Kg / ha de N, P, K, Ca, Mg y S respectivamente. Además, Bertsch (1995), indica que Haag (1970), reporta que para un rendimiento por hectárea de 16 toneladas se requiere de 31, 6, 42, 2 y 4 Kg / ha de N, P, K, Mg y S respectivamente.

Achhireddy et al (1982) establecen que el contenido total de nitrógeno en la fruta continúa incrementándose sobre el día 55 después de la antesis. Además, señalan, que las paredes del fruto acumulan cerca del 90 % del nitrógeno total del fruto.

En un experimento realizado en la zona norte de Costa Rica, con plantas de chile picante variedad Cayenne, Jiménez (1992) determinó el siguiente orden decreciente de absorción de nutrimentos; $K_2O > N > CaO > MgO > SO_4 > P_2O_5$, que corresponde a: 4,75; 4,18; 1,81; 0,61; 0,42; 0,34 gramos por planta respectivamente. Además menciona las siguientes dosis de nutrimentos para chile picante, Cayenne criollo y Panamá para la zona Norte y Atlántica de Costa Rica; 274 Kg / ha de nitrógeno, 219 Kg / ha de P_2O_5 y 326 Kg / ha de K_2O .

Alers-Alers y Orengo-Santiago (1977), en un experimento de fertilización, con dosis de 224, 448 y 93 Kg / ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, fraccionados y con diferentes formas de aplicación. No encontraron diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento de mayor rendimiento, 45 ton / ha, consistió en la aplicación de la mitad del N al transplante y el resto en la floración, y el P colocado alrededor de la planta en el transplante.

Zapata, et al. (1992) indican que una planta de chile con deficiencia de nitrógeno, presenta un escaso desarrollo, una coloración amarillenta muy extendida por toda la superficie foliar, incluso en las nervaduras y con hojas de tamaño pequeño. Así mismo, una deficiencia de hierro ocasiona una coloración

amarillenta en las zonas intervenales de la hoja, si la deficiencia se agudiza la tonalidad se torna más amarilla.

En adición, el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (1980), menciona que una deficiencia de boro ocasiona enanismo en las plantas, con abundantes brotes en forma de roseta, y frutos y hojas deformes.

En el cuadro 1, se presentan los niveles foliares de nutrimentos, citados por Jones et al (1991), y considerados como adecuados, según el estado de desarrollo de la planta de chile. En el cuadro 2, se muestra la extracción de nutrientes del suelo, por parte de las plantas de chile, según su rendimiento.

Cuadro 1. Niveles foliares adecuados de nutrimentos para chile dulce y picantes indicados por Ludwick (1990) citado por Jones, et al. (1991).

Elemento.	Chile Picante.		Chile Dulce.	
	Inicio del desarrollo.	Formación de frutos.	Inicio del desarrollo.	Formación de frutos.
NO ₃ - N / %	0,70	0,20	1,20	0,50
PO ₄ - P %	0,30	0,25	0,40	0,25
K / %	6,0	5,0	6,0	5,0

Cuadro 2. Extracción de nutrimentos del suelo por parte de plantas de chile, indicados por Valadez (1993).

Parte de la planta.	Rendimiento.	N.	P.	K.	Ca.	Mg.
	Ton / ha.	Kg / ha.	Kg / ha.	Kg / ha.	Kg / ha.	Kg / ha.
Frutos. ^{1/}	4,48	6,72	11,2	6,72	1,12	3,36
Hojas y tallo. ^{1/}	6,72	20,16	19,04	14,56	20,16	22,4
Frutos. ^{2/}	1,35	34,72	10,08	24,64	4,48	3,36
Hojas y tallo. ^{2/}	2,02	57,12	8,96	38,08	53,76	36,96

^{1/} Hester y Sheldon citados por Valadez (1993).

^{2/} Knott. Citado por Valadez (1993).

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

A. LOCALIZACION.

El trabajo de campo se realizó en la Estación Experimental Fabio Bauridt Moreno (EEFBM), de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Ubicada en el barrio San José, del cantón Central de la provincia de Alajuela, a una altura de 840 msnm.

Los análisis químicos y de materia seca se realizaron en el Laboratorio de Suelos, del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), Universidad de Costa Rica.

B. EXPERIMENTO DE CAMPO.

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del trabajo se muestran en el cuadro número A-1.

Se realizaron tres análisis químicos completos de suelo al terreno donde se realizó el experimento. El primero, al momento del transplante. El segundo, al inicio de la cosecha. El último, al inicio de la senescencia de las plantas.

Además, se realizó un análisis textural del suelo. Estas características químicas y físicas se resumen en los cuadros A-2 y A-3, respectivamente.

C. MATERIAL EXPERIMENTAL.

El material experimental que se utilizó para este trabajo, fueron dos tipos de chile; el primero es el cultivar UCR-589 (EEFBM) de sabor dulce, el otro material de sabor picante, tipo jalapeño, es el cultivar Hot , de la casa comercial ASGROW.

D. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para cada tipo de chile, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y 13 tratamientos, que correspondieron a las épocas de muestreo; a saber: el primero fue 14 días después del 85% de plántulas emergidas (26 días después de la siembra), luego a los 40, 54, 68, 82, 96, 110, 124, 138, 152, 166, 180 y 194 días después de la siembra. La parcela experimental consistió de 3 surcos de 6,00 metros de largo, espaciados 1,2 metros. En cada surco se sembraron 15 plantas a una distancia de 0,4 metros una de otra, para un total de 45 plantas, en un área de 21,6 m² por parcela total. Para la parcela útil se tomaron las 8 plantas centrales y los bordes quedaron conformados por los surcos externos y las 3 y 4 plantas laterales del surco central.

Se realizó el respectivo análisis de variancia a las variables de; peso seco, índices fisiológicos y morfológicos, y a la absorción de nutrimentos. Además se realizó la prueba de Duncan.

E. MANEJO DEL CULTIVO.

La siembra del almácigo se realizó el 3 de mayo de 1995, en bandejas de estereofón de 128 celdas. Cada celda tiene una profundidad de 7,5 cm. y un ancho lateral de 2,5 cm.

Estas bandejas se llenaron con un sustrato, compuesto por una mezcla de suelo 60%, granza de arroz 30% y 10% de madera de poró en descomposición molida. Además, de 18 Kg de la fórmula 10-30-10 por m³ de la mezcla.

Este sustrato se desinfectó con calor previo a la siembra.

Se sembraron 2 semillas por celda, a una profundidad entre 1 a 1,5 cm.

Luego de la emergencia, se raleó, dejando únicamente la mejor plántula.

El transplante se hizo el 6 de junio de 1995, con plantas de buen vigor que tenían entre 4 y 6 hojas desarrolladas.

La distancia de siembra fue de 0,40 metros entre plantas y 1,2 metros entre hileras, para una densidad de 20833 plantas por hectárea.

Al fondo del hoyo de transplante se colocaron 20 g de la fórmula 10-30-10 (1ª fertilización). A los 15 días se realizó la segunda fertilización, aplicándose nuevamente 20g. de la fórmula anterior más 5 g. de la fórmula 18-5-15-6-2 por planta. Al mes de transplante, se fertilizó por tercera vez, con una mezcla de Nitrato de amonio 2,5 g. más 2,5 g. de la fórmula 18-5-15-6-2. por planta. A los 45 días después del transplante, se aplicó nuevamente, las fórmulas mezcladas 18-

5-15-6-2 y Nitrato de amonio a razón de 2,5 g y 5,0 gramos por cada planta respectivamente (4^a fertilización). Posteriormente, se llevaron a cabo tres fertilizaciones adicionales, con la fórmula 18-5-15-6-2, a razón de 20g. por planta, a los dos, tres y cuarto meses después del transplante. Para un total de 398, 323, 302, 88, 29 Kg / ha de N, P₂O₅, K₂O, MgO y B₂O₃, respectivamente.

Así mismo se realizaron aplicaciones foliares, con las fórmulas 12-53-0, 20-20-20 en el almácigo y posterior al transplante, con elementos menores (Boro, Zinc, Hierro, Molibdeno, etc) y medios (Azufre, Magnesio, Calcio).

El control de plagas y enfermedades se realizó según la ocurrencia de éstas y con productos específicos.

El manejo de malas hierbas se realizó mediante la aporca y con aplicaciones dirigidas de paraquat.

La aporca se realizó al momento de la tercera fertilización. El amarre de ramas y tallos a la espaldera se inició al mes y medio del transplante.

El chile Jalapeño Hot se cosechó cada 14 días, a partir del momento en que los primeros frutos alcanzaran el tamaño comercial. Se clasificó por categorías. Frutos de primera: frutos sanos, verdes, con un diámetro máximo entre 2,5 y 3 cm. y una longitud entre 5 a 7 cm. Frutos de segunda: frutos sanos, verdes, con una longitud mayor que 7cm. o menor a 5 cm. y un diámetro mayor a 3 cm. o menor que 2,5 cm. Frutos no comerciales: frutos inmaduros o que presentaron daños por patógenos ó insectos.

El chile dulce UCR-589 se cosechó cada 4 días, a partir del momento en que se presentaron frutos maduros y, o pintones. Se clasificó en las siguientes categorías: Frutos de primera: frutos sanos, con un diámetro no menor de 7,62 cm y un largo mayor de 8,89 cm. Frutos de segunda: frutos sanos, con un diámetro y largo no menor de 6,35 cm. Frutos de tercera: frutos pequeños, sanos, con un diámetro y largo menor a 6,35 cm. Frutos no comerciales: frutos inmaduros o que presentaron daños por patógenos o insectos.

F. METODOLOGIA.

Para medir el crecimiento de la planta (peso seco y área foliar), y la ~~absorción~~ *absorción* de nutrimentos, se realizaron 13 muestreos cada 14 días, contabilizados a partir del momento en que se obtuvo más de un 85% de plántulas emergidas. La muestra analizada, para cada tipo de chile, correspondió a 32 plantas enteras (8 plantas por repetición).

Las plantas se lavaron con agua corriente y, posteriormente, se enjuagaron con agua destilada. Luego se separaron en secciones: a) parte aérea (pecíolo, lámina y tallo), b) raíz, c) flores y d) frutos.

La determinación del área foliar, en cada uno de los muestreos, se realizó por medio de una relación de peso, entre el peso de una muestra representativa de área foliar conocida, tomada con un saca bocados, con el peso foliar de la muestra.

Para determinar el peso seco, el material (clasificado según el tipo de chile, en secciones y por repetición) se colocó en bolsas de papel. Se introdujo en una estufa a 70°C por 24 a 48 horas hasta que alcanzó peso constante.

Para el análisis químico de cada tipo de chile, se utilizó una muestra compuesta formada a partir de las plantas de las cuatro repeticiones, y según la sección de la planta a analizar.

Para la determinación de la concentración y absorción de nutrimentos, en las secciones de la planta antes señaladas, las muestras secas se molieron y se pasaron por una malla # 40. Luego, se utilizó la siguiente metodología según el nutrimento: para el nitrógeno, se utilizó la metodología de micro-kjeldahl propuesta por Muller (1961). Para los otros elementos, se hizo una digestión nitroperclórica, determinándose el fósforo por colorimetría, el potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, hierro y cinc por espectrofotometría y el azufre por turbidimetría, según los métodos dados por Díaz-Romeau y Hunter (1978). La determinación del boro se realizó en el autoanalizador "FIA".

Para evaluar el crecimiento de los frutos, en cada tipo de chile, se seleccionaron aleatoriamente 25 plantas, en cada planta se escogió uno de los primeros botones florales formados. Una vez elegido el botón floral, se etiquetó, luego cada semana, se realizaron evaluaciones de longitud y diámetro del fruto, hasta el momento de la cosecha comercial.

G. VARIABLES EVALUADAS.

Para el análisis del crecimiento:

1) Peso seco (g) ;

a) Parte aérea (pecíolo, lámina y tallo).

b) Raíz.

c) Flores.

d) Frutos.

2) Area foliar (cm^2).

3) Parámetros fisiológicos:

a) Índice de Crecimiento Relativo (ICR).

b) Índice de Asimilación Neta (IAN).

4) Parámetros morfológicos:

a) Índice de Area Foliar (IAF).

b) Razón de Area Foliar (RAF).

c) Razón de Peso Comercial o Índice de cosecha (K).

ch) Razón de Peso Radical (RPR).

5) Desarrollo del fruto:

- a) Largo del fruto (cm), medido desde el pedúnculo hasta el extremo distal.**
- b) Diámetro (cm), medido a la altura de la unión del pedúnculo con el fruto.**

6) Número y peso (g) de los frutos por categoría:

Chile dulce UCR-589:

- a) Frutos de primeras: frutos sanos, con un diámetro no menor de 7,62 cm y un largo mayor de 8,89 cm.**
- b) Frutos de segunda: frutos sanos, con un diámetro y largo no menor de 6,35 cm.**
- c) Frutos de tercera: frutos pequeños, sanos, con un diámetro y largo menor a 6,35 cm.**
- d) Frutos no comerciales: frutos inmaduros o que presentan daños por patógenos o insectos.**

Chile Jalapeño Hot:

- a) Frutos de primera: frutos sanos, verdes, con un diámetro máximo entre 2,5 y 3 cm. y una longitud entre 5 a 7 cm.**
- b) Frutos de segunda: frutos sanos, verdes, con una longitud mayor que 7cm. o menor a 5 cm. y un diámetro mayor a 3 cm. o menor que 2,5 cm.**
- c) Frutos no comerciales: frutos inmaduros o que presentaron daños por patógenos ó insectos.**

Para el estado nutricional:

1) Absorción total de la planta y por secciones (órganos) de los elementos nutritivos N, P, K, Ca, Mg, B, S, Fe, Cu, Zn y Mn en gramos, para cada tipo de chile, en las diferentes épocas de muestreo durante el ciclo de cultivo.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

A. PESOS SECOS.

En el cuadro 3, se presentan los valores para las variables peso seco de:

raíz, tallo y hojas, flor, fruto y total, de las plantas de chile Jalapeño Hot y del chile dulce UCR 598, durante el ciclo de crecimiento.

Inicialmente, cada sección de la planta, se analiza de manera individual.

Luego, se analiza la distribución de toda la materia seca en la planta, durante el ciclo de crecimiento.

Cuadro 3. Peso seco (g) de la flor, fruta, raíz, parte aérea y total, de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot durante su ciclo de crecimiento. Alajuela, 1995.

D.D.S. ^{1/}	JALAPENO HOT.					UCR 589.				
	Flor.	Raíz.	Aérea. ^{2/}	Fruta.	Total.	Flor.	Raíz.	Aérea. ^{2/}	Fruta.	Total.
26	0,000 c ^{3/}	0,002 f	0,04 d	0,00 f	0,04 f	0,000 i	0,001 e	0,02 e	0,00 f	0,02 g
40	0,000 c	0,074 f	0,31 d	0,00 f	0,39 f	0,000 i	0,058 e	0,17 e	0,00 f	0,23 g
54	0,000 c	0,197 f	1,16 d	0,00 f	1,35 f	0,000 i	0,157 e	0,76 e	0,00 f	0,92 g
68	0,004 c	0,332 f	3,55 d	0,21 f	4,10 f	0,007 h	0,347 e	2,93 e	0,00 f	3,28 g
82	0,260 ab	0,658 ef	8,67 d	2,62 f	12,22 f	0,133 e	1,085 e	10,04 d	0,71 fe	11,97 g
96	0,333 a	1,637 def	20,45 c	13,31 e	35,73 e	0,251 b	2,404 d	24,92 c	12,77 e	40,35 f
110	0,090 bc	2,294 cde	30,54 bc	31,63 d	64,56 d	0,044 g	3,363 dc	34,23 b	69,72 d	107,40 e
124	0,000 c	2,780 cd	30,23 bc	43,08 c	76,10 cd	0,000 i	3,116 dc	25,79 c	136,50 c	165,40 d
138	0,025 c	3,970 bc	34,19 b	49,04 b	87,22 bc	0,000 i	4,052 c	35,98 b	175,20 b	215,20 c
152	0,210 ab	5,295 b	42,64 ab	50,03 b	98,17 b	0,071 f	5,647 b	38,17 b	195,80 a	239,0 ba
166	0,250 ab	4,922 b	38,89 b	53,42 ab	97,49 b	0,244 c	5,996 ba	34,46 b	198,20 a	238,90 ba
180	0,237 ab	5,363 b	35,78 b	54,13 ab	95,51 b	0,315 a	6,118 ba	39,14 b	188,10 a	233,70 b
194	0,085 bc	7,457 a	53,61 a	56,71 a	117,86 a	0,163 d	6,750 a	47,57 a	194,70 a	249,10 a

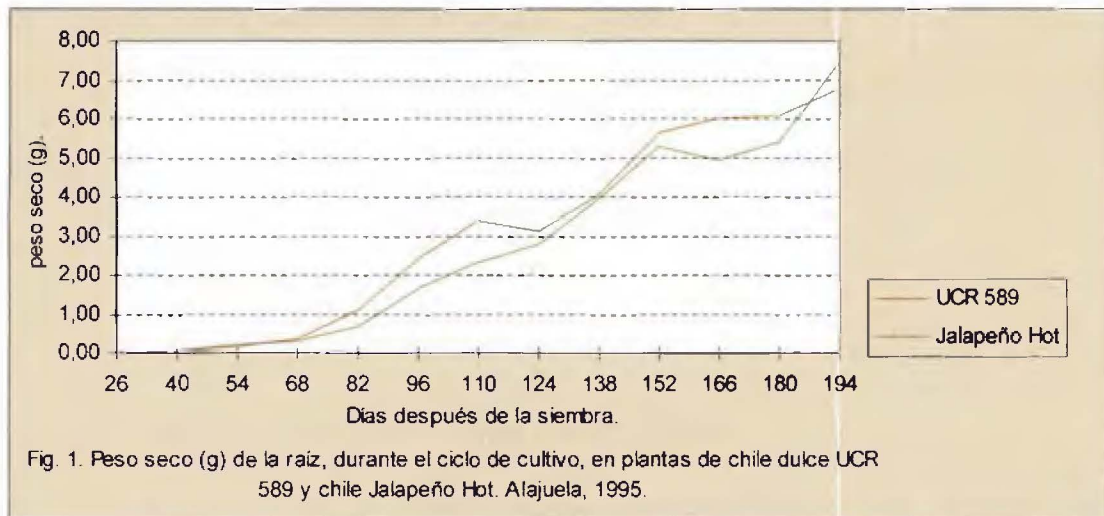
1/ D.D.S. = Días después de la siembra.

2/ Tallo y hojas.

3/ Promedios con igual letra, en la misma columna, no difieren según prueba de Duncan, ($P \leq 0,05$).

1. Peso seco de la raíz.

La figura 1, corresponde a la curva de peso seco de la raíz, a través del ciclo de cultivo, para ambos tipos de chile. En el cuadro 3, se presentan los valores para esta variable.



En general, se nota que a través del ciclo de cultivo, el peso seco de la raíz, para ambos tipos de chile, muestra una tendencia, relativamente similar.

Durante el período de evaluación, el crecimiento de la raíz observado, en los dos tipos de chile, se puede dividir en 4 fases generales. Dentro de cada fase ocurren valores estadísticamente similares, (Duncan $P \leq 0,05$), además, la tendencia y, o comportamiento de estos son parecidos.

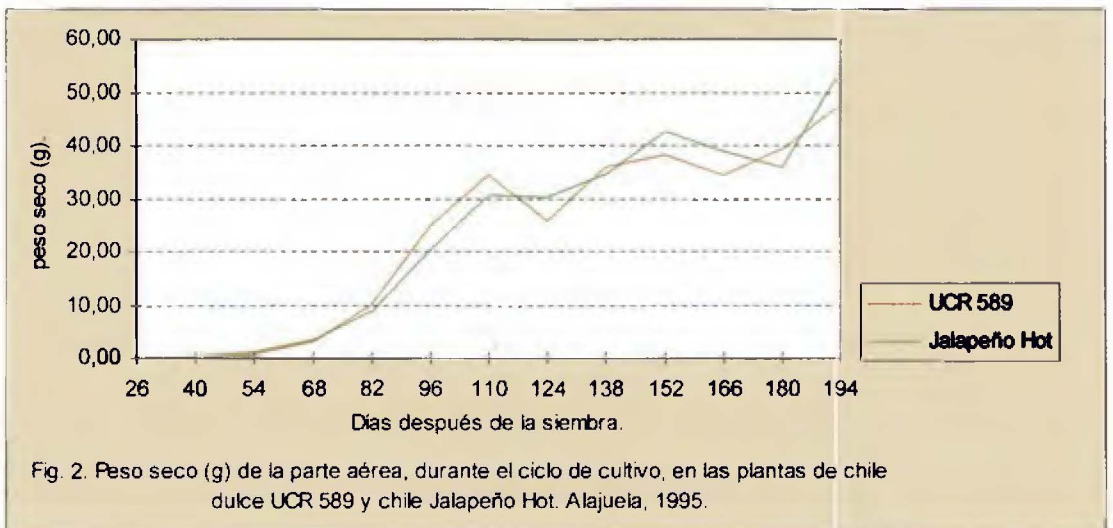
La primera, se extiende hasta los 82 dds, la planta se encuentra en crecimiento vegetativo y a iniciado la floración. Se presentan pesos secos e incrementos en peso de la raíz relativamente pequeños. La segunda fase, ocurre al momento que la planta presenta los crecimientos vegetativos y reproductivos más significativos, y se prolonga hasta la segunda floración (82 hasta los 152

dds), caracterizada por incrementos de peso de raíz más intensos. La tercera fase, se desarrolla a partir de los 152 días y termina a los 180 dds, final del ciclo, con una tendencia del peso seco de la raíz, a mantenerse estadísticamente igual. La última fase, se puede interpretar como el inicio de un segundo ciclo de crecimiento, y se extiende de los 180 a 194 dds.

En general, se puede señalar que el tipo de chile dulce UCR 589, presenta valores de peso seco de raíz ligeramente superiores a los registrados por el chile Jalapeño Hot.

2. *Peso seco de tallo y hojas (parte aérea).*

En la figura 2, se muestra el comportamiento de la curva de peso seco de la parte aérea, durante el ciclo de cultivo. Los valores para esta variable aparecen en el cuadro 3.



En ambos tipos de chile, el patrón de comportamiento de la curva de peso seco, es muy similar, desde el inicio hasta los 110 dds, en este momento, la planta tiende a disminuir el crecimiento vegetativo. A partir de este momento, se mantiene la tendencia del comportamiento, de ambas curvas; más no las magnitudes. Además, las curvas se presentan con altibajos hasta el final del ciclo de cultivo.

En general, las curvas de incremento del peso seco aéreo, se pueden separar en 4 fases para el chile dulce UCR 589 y en 5 para el chile Jalapeño Hot. La primera, con incrementos iniciales leves y pesos estadísticamente iguales, ambos tipos de chile se encuentran en estado de plántula y presentan un tenue desarrollo foliar, ocurre de los 26 a 68 dds para el chile UCR 589, y de los 26 a los 82 días para el chile Jalapeño Hot. La segunda, se desarrolla de los 68 días el UCR 589 y de los 82 días el Jalapeño Hot, hasta los 110 dds; con incrementos muy pronunciados de peso aéreo. Comprende el período de la primer floración, además se observa el mayor crecimiento vegetativo. La tercera, se describe de la siguiente manera: para el chile dulce UCR 589, de los 110 hasta los 180 dds (final del ciclo); notándose que, en promedio, el peso seco de la parte aérea se mantiene relativamente estable, sin diferencia estadística, Duncan $P \leq 0,05$, aunque la curva se presenta con fluctuaciones de peso seco. Se debe considerar que la planta se encuentra en fructificación y que, de los 96 a 152 dds, el chile UCR 589 muestra incrementos muy fuertes en el peso de los frutos, y éstos pueden repercutir en el comportamiento del peso (crecimiento) de la parte aérea.

Al respecto en el manual del CATIE (1993), se menciona que dependiendo del estado en sí de la planta, se inhibe el crecimiento vegetativo, cuando los frutos crecen y que cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo.

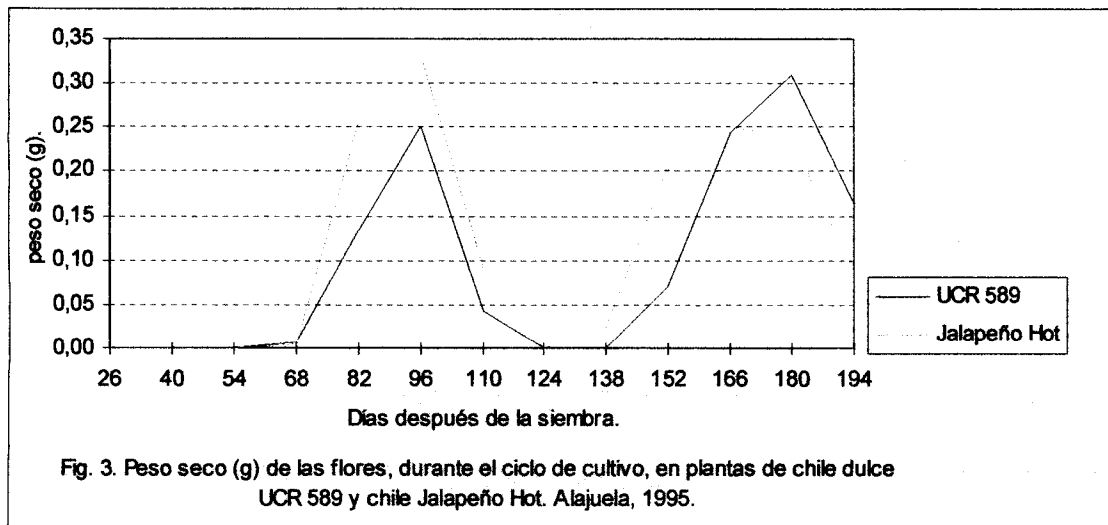
Para el caso del chile Jalapeño Hot, de los 110 días hasta los 180 dds (donde la planta a disminuido la floración y presenta abundante formación y llenado de frutos), los valores de peso seco de la parte aérea no presentan diferencia estadística, Duncan $P \leq 0,05$. No obstante, la tendencia del crecimiento de la parte aérea, que se observa en la figura 2, se puede separar de la siguiente manera: de los 110 hasta los 152 dds ocurre una tercera fase, donde, los incrementos en peso son menos intensos, el crecimiento vegetativo es menos obvio. El máximo peso seco de la parte aérea, durante el primer ciclo de crecimiento, se logra a los 152 dds. Una cuarta fase, comprendería de los 152 a 180 dds, período en el cual, el peso de la parte aérea decrece (senescencia).

La última fase, para ambos tipos de chile, se desarrolla de los 180 a 194 dds, con un un resurgimiento del peso seco (se inicia otro ciclo de crecimiento vegetativo).

Para las plantas de chile Jalapeño Hot, no se nota una influencia marcada del crecimiento de los frutos, en el cese del crecimiento de la parte aérea.

3. Peso seco de la flor.

El peso seco de la flor, como se puede observar en la figura 3 y los datos del cuadro 3, tanto para el chile dulce UCR 589, como para el chile Jalapeño Hot, presenta un aporte a la biomasa total de la planta relativamente pequeño.



Durante el período de estudio (de siembra hasta los 194 días), ambos tipos de chile desarrollan dos ciclos de floración muy claros. A los 68 dds se obtiene el primer valor de peso seco, marcando el inicio del primer ciclo de floración. A partir de este momento, la producción de flor aumenta tanto para el chile dulce UCR 589, como para el chile Jalapeño Hot, hasta alcanzar su máximo a los 96 dds. Al momento en que se presentan las mayores tasas de crecimiento de fruta, la producción de flor decrece paulatinamente, hasta llegar a un valor de cero a los 124 dds, marcando el final del primer ciclo de floración en los dos tipos de chile. Según los valores, se puede observar, que la duración del primer ciclo de floración es muy similar en ambos tipos, aproximadamente 45 días. Sin embargo,

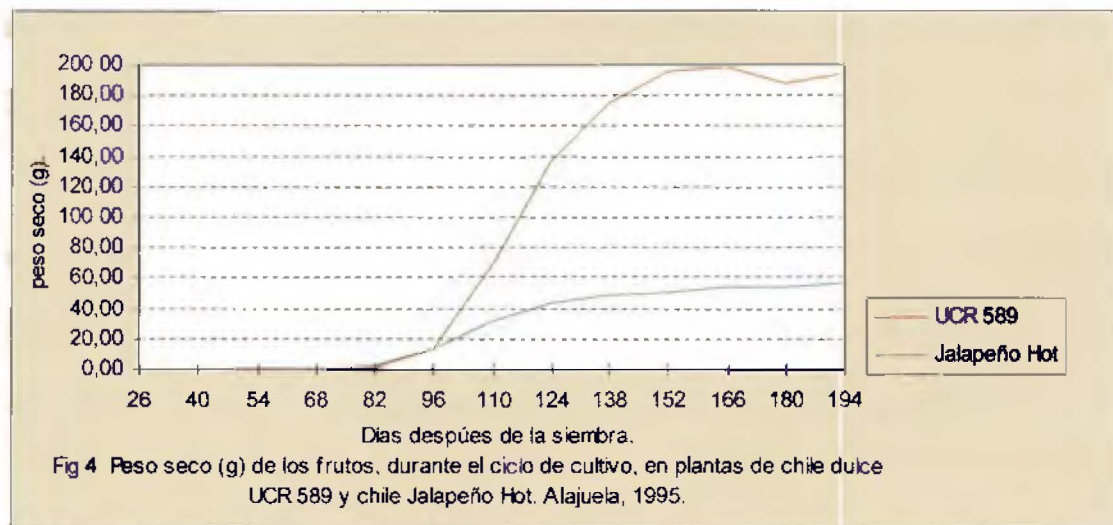
el chile Jalapeño Hot produce una mayor cantidad de flores por planta, de ahí que tenga un mayor peso seco.

El chile Jalapeño Hot inicia el segundo ciclo de floración a los 138 dds y continúa incrementando el número de flores hasta los 166 dds, para luego decrecer a los 180 y 194 dds. Por su parte, el chile dulce UCR 589 inicia el segundo ciclo de floración a los 152 dds (15 días después del chile Jalapeño Hot), alcanzando su máximo a los 180 dds y decrece a los 194 dds. En ambos tipos de chile, la segunda floración inicia en momentos que las plantas presentan pequeñas tasas de crecimiento de fruta.

La duración del segundo ciclo de floración no se pudo conocer, pues, por problemas de enfermedades (Phytophthora capsici) y daños de insectos (Anthonomus eugenii) en la plantación, al final del ciclo de cultivo, la última evaluación fue a los 194 dds. No obstante, se podría hacer una estimación aproximada de alrededor de 45 a 60 días de duración.

4. Peso seco de fruta.

Observando los datos del cuadro 3 y la figura 4, el chile Jalapeño Hot inicia primero la producción de fruta a los 68 dds, luego el chile dulce UCR 589 inicia a los 82 dds.



El chile Jalapeño Hot, incrementa el peso de fruta a través de todo el ciclo (de los 68 hasta los 194 dds), produciendo los incrementos más drásticos entre los 82 y 138 dds. Luego de los 138 dds el incremento es menos marcado.

La fruta del UCR 589 presenta incrementos en su peso, desde los 82 (aparición de la fruta) hasta los 166 dds. Los incrementos más importantes ocurren de los 96 a los 138 dds (coincidiendo con la reducción de la floración). Luego, y hasta los 166 dds, se dan aumentos menores con tendencia a estabilizarse. A los 180 dds decrece, y a los 194 dds se incrementa nuevamente la biomasa en la fruta. El decrecimiento del peso de la fruta reportado a los 180 dds, se puede entender considerando, especialmente, el daño causado por el

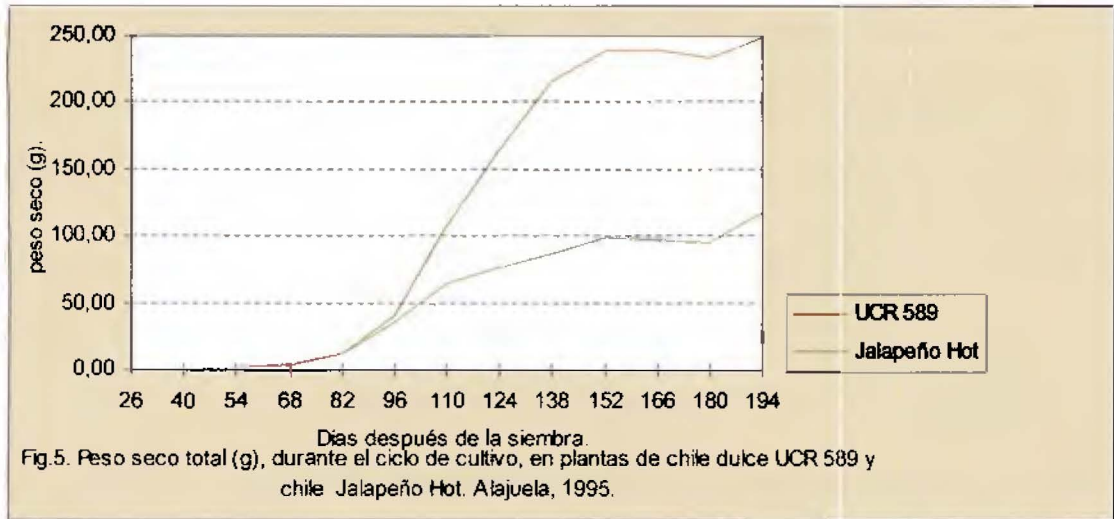
picudo Anthonomus eugenii, a los frutos pequeños que provoca su caída, y en menor importancia a enfermedades (p.e. Phytophthora capsici).

El aumento en peso seco de los frutos ocurrido entre los 180 a los 194 dds se debe principalmente al aporte de nueva fruta. Se debe aclarar, que para el período entre los 152 y 194 dds no existe diferencia estadística significativa, Duncan $P \leq 0,05$, entre los valores de peso de los frutos.

Otro aspecto a observar, es que, a partir de los 96 dds, la diferencia de peso seco de los frutos entre ambos tipos de chile, es sumamente marcada. La fruta del chile UCR 589 posee mayor peso seco, incluso a partir de los 110 dds el peso de sus frutos duplica el peso de los frutos del chile Jalapeño Hot.

5. Peso seco total.

En el cuadro 3 se presentan los valores del peso seco total de la planta para los dos tipos de chile, a través del ciclo de cultivo. En la figura 5, se grafica su comportamiento.



Como se puede notar, en el período que va desde los 26 hasta los 96 dds, ambos tipos de chile describen un comportamiento cualitativa y cuantitativamente parecido. A partir de este momento, la diferencia de los pesos secos totales entre cada tipo de chile se acentúa marcadamente; alcanzando el chile dulce UCR 589 valores que duplican y más los logrados por el chile Jalapeño Hot, desde los 124 dds (final de la primera floración) en adelante.

Durante los primeros 68 días, los incrementos en peso (crecimiento) son bajos, probablemente, por ser un período en donde la planta apenas inicia la extensión de su sistema radical (planta se encuentra pequeña).

De los valores del cuadro 3 y con relación a lo expuesto en la sección anterior (peso seco de los frutos), se puede decir que, a partir de los 110 dds (donde ocurren las mayores tasas de crecimiento de fruta), el aporte en biomasa de los frutos a la biomasa total de la planta de chile dulce UCR 589 es muy marcado, repercutiendo en el peso seco total de la planta y en su diferencia con el chile Jalapeño Hot. Por su parte Achhireddy, et al (1982) y Hall, (1977), señalan que, en las variedades de chile dulce "Market Giant" y "California Wonder", la fruta es el principal sumidero de fotoasimilados, más de un 90% del incremento diario en peso seco de la planta se deposita en los frutos y el crecimiento de otros órganos es reducido.

En general, ambos tipos de chile presentan una curva de crecimiento de tipo sigmoideal, con varias fases. En relación con Bertsch (1995), las fases se describen de la siguiente manera; A) Fase inicial: ocurren cambios internos preparatorios al crecimiento, en este trabajo correspondería al período desde la siembra hasta el inicio de la germinación. Para el chile Jalapeño Hot correspondería de los 0 a los 7 dds, para el chile dulce UCR 589 de los 0 a los 8 dds. B) Fase 2, de rápido incremento en crecimiento, se extiende desde los 7 hasta los 110 dds para el chile Jalapeño Hot, y de los 8 hasta los 138 dds para el chile dulce UCR 589. Corresponde al período de crecimiento vegetativo y reproductivo con las mayores tasas de aumento, se prolonga hasta observar las plantas con una disminución del número de flores, y se presentan frutos de diferentes tamaños, con predominio de frutos medianos y grandes. C) Fase 3, la

tasa de crecimiento disminuye gradualmente. Comprende desde los 111 dds hasta los 152 dds para el chile Jalapeño Hot. En el caso del chile dulce UCR 589 abarcaría de los 139 dds hasta los 152 dds. El crecimiento vegetativo y reproductivo es menos evidente, se presenta la segunda floración. D) Fase 4, en ambos tipos de chile comprendería de los 153 hasta los 166 dds, período en el cual la planta alcanza la madurez y el crecimiento termina (crecimiento se presenta estable, sin diferencia estadística significativa, Duncan $P \leq 0,05$). E) Fase 5, de senectud, que va desde los 167 hasta los 180 dds para los dos tipos de chile, lapso en el que decrece el peso seco.

Desde el punto de vista comercial / productivo, el ciclo descrito, es el que generalmente interesa. No obstante, como se observa en el cuadro 3 y la figura 5, a los 194 dds se reinicia el crecimiento en ambos tipos de chile, describiendo una curva de crecimiento propia de una planta perenne.

En concordancia Ryłski (1986), sostiene que la curva de crecimiento de las plantas de chile presentan un patrón sigmoideal.

Otro aspecto importante a señalar, con relación a las plantas de chile dulce UCR 589, es que cuando ocurren los incrementos más importantes en el peso seco de sus frutos (en el intervalo de los 96 a 138 dds) los aumentos en el peso seco de la parte aérea tienden a disminuir.

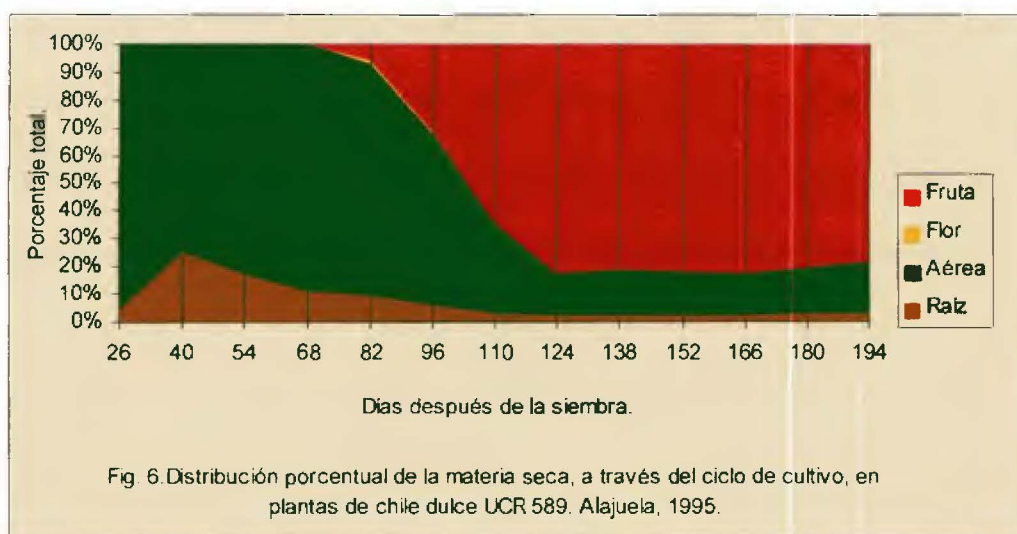
El patrón de crecimiento que se observa en las plantas de ambos tipos de chile, se puede explicar en relación con lo mencionado por Shibles (1987); al inicio del crecimiento de la planta, el área foliar es reducida, su actividad

fotosintética es incipiente y el principal sumidero son los brotes y hojas nuevas en crecimiento, por lo que, los fotoasimilados son invertidos principalmente en crecimiento vegetativo. Con el crecimiento vegetativo de la planta, se incrementa el área foliar. Como se incrementa el área foliar de la planta, la tasa de producción de materiales producto de la fotosíntesis también se incrementa, a la vez, estos son reinvertidos continuamente en crecimiento vegetativo (principal sumidero). Este efecto, que se repite constantemente, de mayor área foliar mayor producción de fotoasimilados y reinversión, conlleva a un crecimiento cada vez más rápido. Continuando con el desarrollo de la planta, aparecen las flores y luego los frutos, los cuales llegan a convertirse en el sumidero principal de la planta, demandando la mayor cantidad de fotoasimilados, por lo que el crecimiento vegetativo disminuye gradualmente. Con el crecimiento de los frutos lo que ocurre principalmente es la translocación de asimilados, desde las fuentes (hojas) o lugares de reserva (tallos, etc), hacia los frutos (sumideros). Luego la planta alcanza la madurez y senece.

En relación con el clima, cuadro A-1, y su influencia sobre el crecimiento del cultivo, se puede señalar, que tanto la temperatura como la humedad relativa, fluctuaron poco durante el ciclo de crecimiento y fueron favorables al cultivo. Los valores de temperatura registrados en el experimento, se encuentran dentro del rango óptimo, mencionado por Tindall (1987) y Rylski (1986) para el desarrollo del chile. La precipitación registrada durante el experimento fue superior a la mencionada por Tindall (1987) como necesaria para un crecimiento apropiado.

6. Distribución de la biomasa, en las secciones de la planta de chile dulce UCR 589, a través del ciclo de crecimiento.

En la figura 6, se aprecia la distribución porcentual de la materia seca, en las secciones de la planta del chile UCR 589, a través del ciclo de crecimiento.



Considerando el comportamiento de la materia seca, en las secciones de la planta, el ciclo de crecimiento, se puede separar en 3 etapas generales.

La primera, de los 26 a 68 dds, donde la materia seca se distribuye exclusivamente entre la parte aérea y la raíz. La raíz exhibe un porcentaje de 5% a los 26 dds y aumenta a un máximo a los 40 dds, en donde presenta un 25%, y luego, manifiesta una tendencia sostenida a la disminución porcentual, a medida que otras secciones de la planta aumentan la materia seca. La parte aérea posee aproximadamente en promedio un 85% de la materia seca total de la planta

La segunda, se caracteriza por la aparición de la floración (68 dds) y la consecuente fructificación. Se desarrolla de los 68 hasta los 124 dds (final de la primera floración). En esta etapa, tanto la biomasa de la parte aérea como la de la raíz disminuyen y se incrementa de manera muy significativa, la correspondiente a la fruta, especialmente en el intervalo de los 82 a 110 dds. Al respecto, Hall (1977), concluye que el crecimiento de los frutos, es el principal factor modulador de la partición de materia seca en las plantas de Chile. Agrega, que la tasa de crecimiento absoluto de los frutos crece inversamente proporcional al crecimiento de otros órganos.

La disminución porcentual de la materia seca de la raíz se inicia a los 40 dds, (1° etapa) y continúa hasta los 124 dds, en donde presenta un 1,9%.

La parte aérea, inicia la segunda etapa (68 dds) con un 89,33% y la termina (124 dds) con un 15,59%. Los frutos inician la etapa con cero por ciento de materia seca y terminan con un 82,52% de la materia seca total de la planta.

La tercera, inicia a los 124 dds (después de la primera floración) y se prolonga hasta el final del ciclo. Se caracteriza por que, los porcentajes de la materia seca en las diferentes secciones permanecen relativamente constantes; la raíz oscila aproximadamente en un 2%, la parte aérea en un 16% y la fruta en un 82%.

El porcentaje de materia seca, relativo a las flores, es muy pequeño respecto de las otras secciones de la planta. El por ciento más importante se registra a los 82 dds, con un 1,11%.

Milthorpe y Moorby (1982), mencionan que el patrón de distribución de sustancias en la planta está cambiando permanentemente a medida que las hojas crecen y pasan de ser importadoras netas a ser exportadoras netas. También a medida que surgen otros lugares de recepción o de utilización, como los frutos.

En adición Shibles (1987), señala que la distribución de la materia seca en las plantas está determinada principalmente por la ontogenia del cultivo, el genotipo, la presencia y calidad de sumideros, y la distancia entre el sumidero y la fuente.

7. Distribución de la biomasa, en las secciones de la planta de chile Jalapeño Hot, a través del ciclo de crecimiento.

En la figura 7, se muestra la distribución porcentual de la materia seca, en las diferentes secciones de las plantas de chile Jalapeño Hot, a través del ciclo de crecimiento.

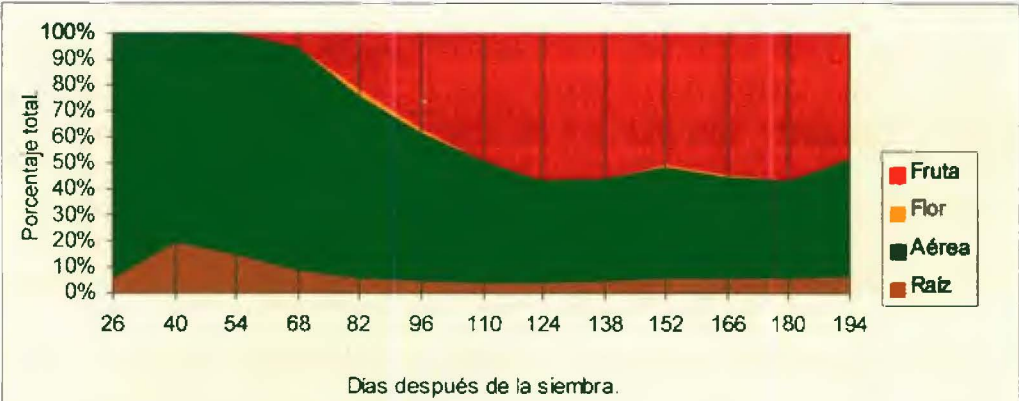


Fig. 7. Distribución porcentual de la materia seca, a través del ciclo de cultivo, en plantas de chile Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.

Al igual que el chile dulce UCR 589, la distribución porcentual de la materia seca total en las diferentes secciones, se puede separar en tres etapas generales. La primera, comprende de los 26 a los 54 dds. La materia seca se distribuye únicamente entre la parte aérea, con un 87% en promedio, y la raíz con un 13% de promedio. La raíz inicia con 5% de materia seca a los 26 dds, luego alcanza el máximo a los 40 dds, en donde presenta un 19%. A partir de los 40 dds el porcentaje de biomasa de la raíz disminuye hasta los 124 dds (2° etapa).

La segunda, se desarrolla de los 54 a 124 dds. Se caracteriza, al igual que el UCR 589, por la aparición de la flor e incremento porcentual de la materia seca en los frutos y la concomitante reducción porcentual de la materia seca en la parte aérea y raíz. Esta reducción no es tan intensa como la que ocurre en el chile dulce UCR 589, figura 6. El principal incremento porcentual de la materia seca en los frutos toma lugar de los 68 a 110 dds. La parte aérea, inicia la segunda etapa (54 dds) con un 85,9% de la materia seca total. La raíz con un 14,6%, y la fruta con cero por ciento. Al final, de esta etapa, la parte aérea presenta un 39,7%, la raíz un 3,7%, y los frutos un 56,6%.

La tercera, se desarrolla a partir de los 124 dds (después de la primer floración), se prolonga hasta los 194 dds. En esta etapa, la distribución porcentual de la materia seca entre las diferentes secciones de la planta, se mantiene relativamente estable hasta el final. Existen pequeños altibajos a los 152 y 194 dds, donde, toman lugar pequeños incrementos porcentuales de la parte aérea, sobre todo, debido principalmente a incrementos en la tasa de crecimiento de esa

parte, y no a un decrecimiento de la materia seca de los frutos. La raíz muestra un crecimiento porcentual ligero y constante. A los 124 dds posee un 3,6% de la materia seca total y a los 194 dds un 6,3%. Por su parte, los frutos poseen en promedio un 56% de la materia seca total durante el transcurso de la etapa, con pequeños decrecimientos a los 152 y 194 dds. Por último, la parte aérea presenta en promedio un 38%.

Durante el ciclo de crecimiento, el porcentaje de materia seca relativo a las flores, es muy pequeño, comparado al de las otras secciones de la planta. El valor máximo se reporta a los 82 dds, con 2,13%.

La partición de la materia seca, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot, es relativamente más equitativa, que en las de chile dulce UCR 589.

B. PARAMETROS FISIOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS.

En el cuadro 5, se presentan los valores de los distintos índices fisiológicos y morfológicos logrados por las plantas de chile Jalapeño Hot y del chile dulce UCR 598, a través del ciclo de crecimiento.

Cuadro 4. Índices fisiológicos y morfológicos, de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot, durante su ciclo de cultivo. Alajuela, 1995.

D.D.S.	JALAPENO HOT.						UCR 589.					
	ICR. ^{1/}	IAN. ^{2/}	IAF. ^{3/}	RAF. ^{4/}	K. ^{5/}	RPR. ^{6/}	ICR.	IAN.	IAF.	RAF.	K.	RPR.
26			0,002 e	281,00 a	0,000 e	0,046 def			0,001 h	297,90 a	0,000 f	0,042 f
40	0,167 a	0,00079 ab	0,015 e	183,30 b	0,000 e	0,193 a	0,162 a	0,00078 cb	0,008 hg	172,40 c	0,000 f	0,250 a
54	0,089 b	0,00051 ab	0,047 e	167,60 c	0,000 e	0,146 b	0,098 b	0,00055 dc	0,035 hg	182,20 b	0,000 f	0,171 b
68	0,076 b	0,00049 ab	0,125 de	148,10 d	0,046 e	0,081 c	0,089 cb	0,00052 dc	0,113 g	163,80 d	0,000 f	0,107 c
82	0,078 b	0,00062 ab	0,313 c	125,00 e	0,209 d	0,054 de	0,094 cb	0,00065 dcb	0,330 f	131,90 e	0,061 e	0,091 d
96	0,076 b	0,00084 ab	0,522 ab	68,03 f	0,383 c	0,047 def	0,085 cb	0,00097 cba	0,543 dc	64,11 f	0,322 d	0,059 e
110	0,044 c	0,00068 ab	0,524 ab	39,02 g	0,490 b	0,036 f	0,072 c	0,00166 a	0,733 b	32,81 g	0,647 c	0,031 g
124	0,012 dc	0,00032 ab	0,565 a	35,63 gh	0,566 a	0,036 f	0,031 d	0,00130 ba	0,601 c	17,46 h	0,825 ba	0,0191
138	0,009 d	0,00032 ab	0,449 abc	24,39 ghi	0,566 a	0,045 ef	0,019 ed	0,00103 cba	0,850 a	18,95 h	0,813 ba	0,0191
152	0,007 d	0,00028 ab	0,616 a	29,68 ghi	0,520 ab	0,053 de	0,008 e	0,00057 dc	0,466 ed	9,34 i	0,817 ba	0,024 k
166	0,0003 d	0,00003 ab	0,467 abc	22,48 hi	0,552 ab	0,050 def	-0,0003 e	-0,00004 ed	0,349 f	7,01 i	0,831 a	0,025 j
180	-0,001 d	0,000005 b	0,287 cd	14,08 i	0,568 a	0,056 de	-0,001 e	-0,00018 e	0,419 fe	8,60 i	0,805 ba	0,026 i
194	0,014 dc	0,00095 a	0,371 bc	14,63 i	0,490 b	0,061 d	0,004 e	0,00047 edc	0,601 c	7,81 i	0,779 b	0,027 h

Promedios con igual letra, en la misma columna, no difieren según prueba de Duncan, ($P \leq 0,05$).

1/ ICR.= Índice de crecimiento relativo; (g / g / día). 2/ IAN.= Índice de asimilación neta; (g/cm²/día).

3/ IAF.= Índice de área foliar; (cm² / cm²). 4/ RAF.= Razón de área foliar; (cm² / g). 5/ K.= Razón de peso comercial; (g / g). 6/ RPR.= Razón de peso radical (g / g).

1. Índice de Crecimiento Relativo (ICR).

Radford (1967), menciona que el índice de crecimiento relativo, ICR, define el incremento del material de la planta por unidad de material presente por unidad de tiempo.

En el cuadro 5 se presentan los valores de este índice fisiológico para las plantas de chile en estudio. La figura 8 muestra su gráfico a través del ciclo de cultivo.

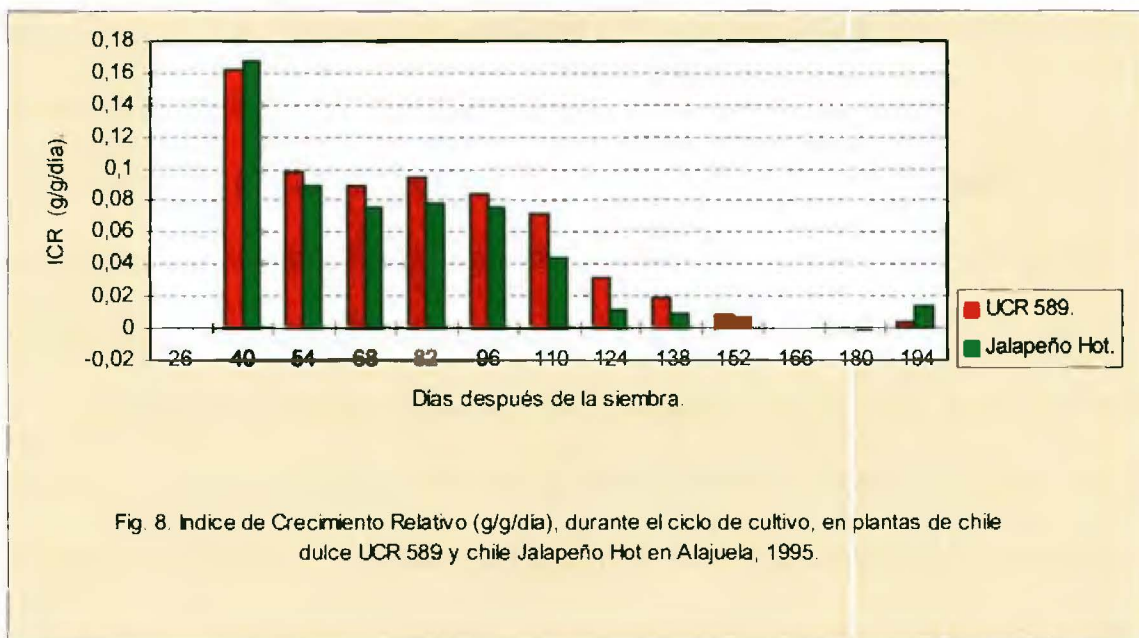


Fig. 8. Índice de Crecimiento Relativo (g/g/día), durante el ciclo de cultivo, en plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot en Alajuela, 1995.

Como se puede observar en la figura 8, la tendencia del comportamiento de la curva de ICR en los dos tipos de chile es muy similar.

Aproximadamente a los 40 dds (plantas con cuatro a seis hojas) los valores del ICR presentan un máximo en ambos tipos de chile, con valores de 0,167 g/g/día para el chile Jalapeño Hot y de 0,162 g/g/día para el chile dulce UCR 589. En relación, Miranda (1994), determinó que las plantas de chile Jalapeño alcanzan el máximo valor de ICR a los 45 días después de la siembra.

En los dos tipos de chile, se nota que, de los 54 días y hasta el final del ciclo (180 dds), los valores de ICR decrecen. Este período se puede separar en dos partes de la siguiente manera; primero de los 54 días (plantas con 10 a 13 hojas) hasta los 110 dds (en donde, la primer floración esta por terminar y se presentan frutos medianos y pequeños) con valores intermedios del ICR. Luego, de los 124 días (planta terminó la floración y los frutos son grandes y medianos)

hasta los 180 dds, donde los valores del ICR son pequeños, y alcanzan un valor mínimo de $-0,001 \text{ g / g / día}$ para ambos tipos de chile.

De los 180 a 194 dds ocurre un incremento en el valor del ICR, especialmente en las plantas de chile Jalapeño Hot, indicando el reinicio del crecimiento en un segundo ciclo.

Como se observa, durante la ontogenia de ambos tipos de chile, inicialmente hay un período en que el ICR es mayor, luego es seguido por un período más o menos constante, para posteriormente disminuir. Esta primer etapa (alrededor de los 40 dds), se asocia al crecimiento vegetativo inicial de la planta, en donde, casi todo el tejido presente puede fotosintetizar y producir asimilados para reinvertir en nuevo crecimiento vegetativo, que a la vez, produce y reinvierte. Además, la planta cuenta con meristemas en crecimiento activo y hojas en expansión, donde la división celular es muy alta.

Entre los 54 y los 110 dds, se presentan dos sumideros importantes, que aportan crecimiento nuevo a la planta. Por un lado, el crecimiento vegetativo (meristemas y hojas en expansión) y por otro, la floración y crecimiento inicial de fruta (y semillas), que a la vez compiten entre sí por asimilados. En esta etapa, se incrementa progresivamente la biomasa del tejido estructural de la planta (p.e. tallos, ramas) y tejido no fotosintetizador como flores, semillas, etc. Además, la tasa de respiración de órganos como las frutas, flores, etc se incrementa. Por lo que, por un lado, la planta reduce el potencial de producir nuevo tejido productor

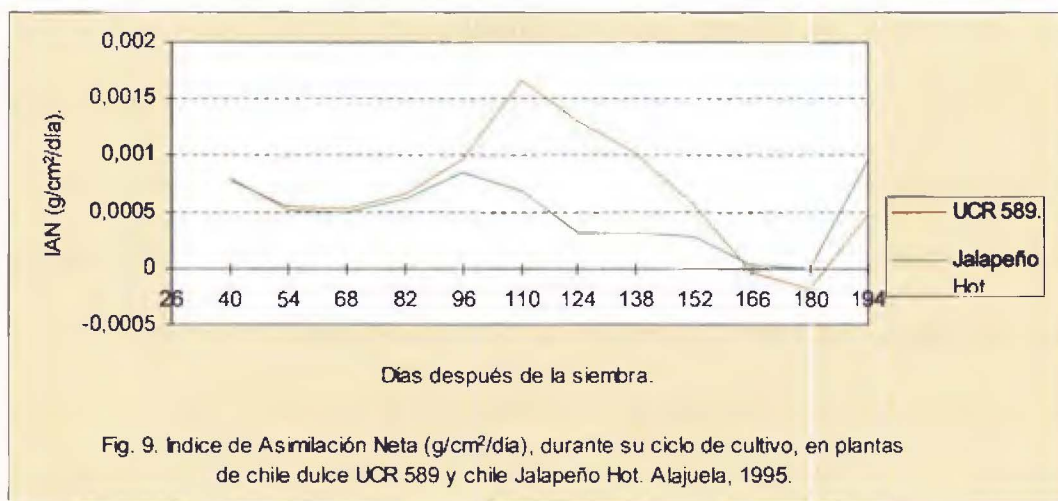
y por otro, la relación de tejido estructural, no activo en el crecimiento, es mayor respecto al tejido activo en crecimiento. En consecuencia el ICR disminuye.

Entre los 124 y 180 dds, la planta, especialmente el chile dulce UCR 589, presenta a los frutos como el principal sumidero, el crecimiento vegetativo (meristemas) es muy reducido. En este período, la planta cuenta con una biomasa estructural (no activa en el crecimiento) muy grande, es decir, la planta cuenta con una proporción creciente de células que no se dividen en relación a las que sí lo hacen. Además, la tasa de respiración de la planta es cada vez mayor y la fotosíntesis disminuye por la misma senescencia de la planta. Por lo cual, el ICR disminuye. Los valores se tornan negativos por la muerte de tejido, como las hojas.

También se puede apreciar en la figura 8 y en el cuadro 5, que el chile Jalapeño Hot al inicio del primer y segundo ciclo de crecimiento (períodos 26 a 40 dds y 180 a 194 dds) presenta valores de ICR mayores, más rápido para crecer, comparado al chile dulce UCR 589. Los valores de ICR altos son importantes, para que las plantas se establezcan rápido en el campo, y presenten mayor capacidad de superar daños (p.e. pérdida de follaje).

2. Índice de Asimilación Neta (IAN).

En el cuadro 5 se dan los valores del índice de asimilación neta, IAN. En la figura 9 el gráfico de su comportamiento a través del ciclo de cultivo.



El IAN es un parámetro empleado en el estudio de las plantas, para estimar el incremento de peso, por unidad de área fotosintética por unidad de tiempo.

Ambos tipos de chile presentan una tendencia de comportamiento similar, principalmente en el período que va de los 40 a 96 dds (desde el inicio hasta la máxima floración). En el mismo, los dos tipos de chile inician con una magnitud cercana a los 0,0008 g/cm²/día de materia seca, para luego decrecer a los 54 y 68 dds. La disminución podría deberse al estrés sufrido por las plantas, a consecuencia de su transplante (realizado a los 35 dds) y su posterior adaptación al campo, el cual provocó una reducción de la eficiencia fotosintética del tejido foliar.

A partir de los 68 dds (inicio de la floración), la tasa del IAN aumenta paulatinamente, hasta alcanzar un máximo, en el chile Jalapeño Hot de 0,00084 g/cm²/día a los 96 dds (máxima floración), y en el chile dulce UCR 589 a los 110 dds (plantas con las mayores tasas de crecimiento de frutos), con un valor de 0,00166 g/cm²/día. Se debe agregar que, los momentos próximos anteriores y

posteriores a estas fechas, las plantas poseen la mayor eficiencia para la producción de biomasa por unidad de área foliar.

El mayor incremento del IAN, para las plantas de chile dulce UCR 589 ocurre en el intervalo de los 82 a 110 dds, y para las plantas de chile Jalapeño Hot se registra en el lapso de los 82 a 96 dds. En ambos casos, las plantas presentan el mayor crecimiento vegetativo y una tasa de crecimiento de fruta muy importante.

Bertsch (1995), afirma que para determinar épocas óptimas para la aplicación de fertilizante, es importante que éstas coincidan con el momento de máxima eficiencia fotosintética (en este caso por haber un IAN máximo); lo que garantiza el aprovechamiento de las potencialidades genéticas del cultivo.

Por lo anterior, en un programa de fertilización (en una zona con condiciones climáticas similares a las registradas en éste trabajo) se debe considerar los períodos de tiempo cercanos a los 82 y 110 dds para ambos tipos de chile, para incluirlas como momentos claves en la aplicación de fertilizantes.

Posterior a estas fechas (110 dds para el chile dulce UCR 589 y 96 dds el Jalapeño Hot), los valores del IAN descienden gradualmente, hasta un mínimo de 0,000005 y -0,00018 g/cm²/día para el chile Jalapeño Hot y el chile dulce UCR 589, respectivamente, ocurrido a los 180 dds (final del ciclo).

Las mayores tasas de decrecimiento del IAN, en el chile dulce UCR 589, se dan de los 138 a 166 dds y, para el chile Jalapeño Hot, de los 110 a 124 dds.

En relación, Shibles (1987), señala que la intensidad lumínica es uno de los factores predominantes en la fotosíntesis, y por ende, influye en la producción de material por la planta. Observando los datos de brillo solar, registrados durante el experimento, cuadro A-1, se aprecia que en el mes de agosto se presenta el valor más alto, a la vez, corresponde al momento en que ambos tipos de chile alcanzan el mayor IAN, 96 dds el chile Jalapeño Hot y 110 dds el UCR 586. También se nota que entre los 124 a 180 dds los valores del IAN decrecen, este intervalo corresponde a los meses de setiembre y octubre, período en el cual, el brillo desciende. En el mes de noviembre se realizó la evaluación de los 194 dds, para este momento se nota un incremento en el brillo solar y en el valor del IAN.

Por otro lado, algunos autores, Milthorpe y Moorby (1982), y Shibles (1987), mencionan que el IAN disminuye al avanzar la ontogenia del cultivo. Esta disminución la relacionan, entre otros factores con; el sombreado de las hojas superiores sobre las inferiores, la declinación de la capacidad fotosintética de las últimas hojas formadas (la concentración de clorofila decrece y los niveles de proteínas solubles descienden) y por el menor estímulo de los lugares de utilización de fotoasimilados (sumideros) sobre las fuentes de asimilados. Además, hay una proporción creciente de tejido respiratorio en relación al fotosintético y la tasa de respiración está relacionada a la tasa de fotosíntesis.

Se debe notar que, en este primer ciclo productivo, los valores del IAN de las plantas de chile dulce UCR 589 son superiores respecto a los valores de las plantas de chile Jalapeño Hot, especialmente entre los 96 a los 152 dds. En

consecuencia, se puede decir que, las plantas de chile dulce UCR 589 son más eficientes y productivas, comparadas a las plantas de chile Jalapeño Hot. Shibles (1987), señala que la planta responde con una actividad fotosintética mayor cuando presenta sumideros importantes, como el caso de los frutos en el chile UCR 589, a la vez indica, que el efecto se mantiene en el tiempo conforme a la duración del sumidero (frutos).

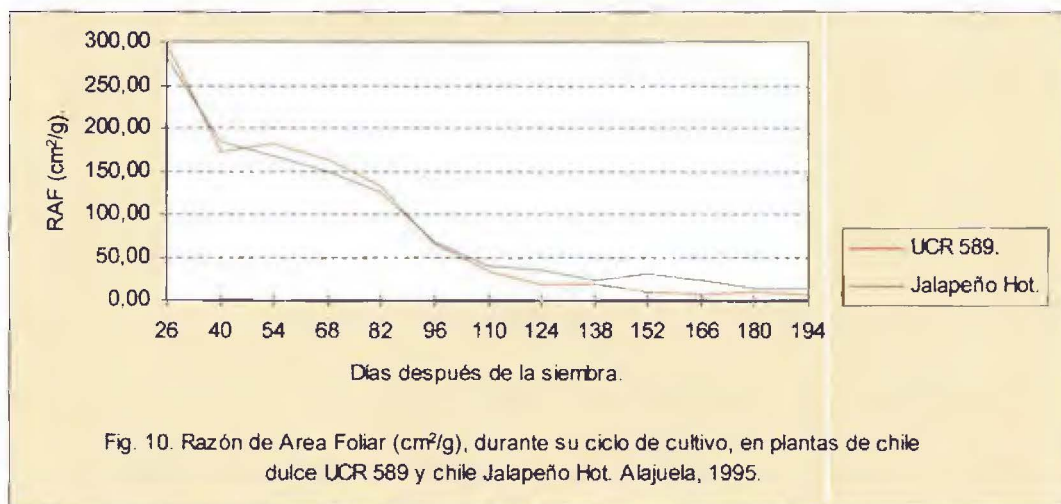
En ambos tipos de chile, a los 194 dds, los valores del IAN aumentan nuevamente, lo que implica incrementos en la actividad fotosintética de las plantas en un segundo ciclo de crecimiento.

Desde un punto de vista comercial, se podría pensar, que un segundo ciclo productivo sea factible, pues de acuerdo al valor creciente del IAN, a los 194 dds, las plantas no muestran signos de agotamiento. Sin embargo, en el presente estudio, evaluaciones posteriores a los 194 dds (en un segundo ciclo productivo) no fueron posibles.

En general, para el chile Jalapeño Hot los valores del IAN fueron mayores entre los 82 a 110 dds y al inicio del segundo ciclo. Es decir, sus aumentos coincidieron, por una parte, con la fase de rápido crecimiento de la parte aérea y de la fruta, y, por otra, con el inicio del segundo ciclo de crecimiento (reinicio del crecimiento de la parte aérea). En relación al chile dulce UCR 589, el IAN fue mayor entre los 96 a 138 dds, coincidiendo su aumento con la fase de rápido crecimiento de la fruta.

3. Razón de Area Foliar (RAF).

La razón de área foliar, RAF, es uno de los principales parámetros morfológicos, utilizado para evaluar la relación del área foliar (sistema asimilatorio) entre el peso seco de la planta total.



El cuadro 5 presenta los valores del RAF para las plantas de chile Jalapeño Hot y chile dulce UCR 589. La figura 10 muestra el gráfico de los valores de RAF a través del ciclo de cultivo.

Durante todo el ciclo de cultivo, en ambos tipos de chile se da una tendencia muy similar.

El chile Jalapeño Hot inicia con un valor de 281 cm²/g y el chile dulce UCR 589 con 297,90 cm²/g. En ambos casos, es el valor más alto, para luego decrecer paulatinamente y llegar a un mínimo de 14,08 cm²/g a los 180 dds el Jalapeño Hot, y de 7,01 cm²/g el UCR 589 a los 166 dds. En ambos, los valores de RAF para cada fecha, hasta los 124 dds, presentan diferencia estadística significativa, Duncan $P \leq 0,05$.

Los valores altos de RAF, observados al inicio del ciclo de siembra, (que implicaría alta cantidad de follaje para un determinado peso de la planta), en ambos tipos de chile, se pueden asociar con una estrategia de sobrevivencia de las plantas, para captar y procesar mejor la energía solar, lo cual es necesario para establecerse rápidamente y con éxito en el campo. De esta manera lograr una mayor capacidad de adaptación al entorno, además de superar posibles daños.

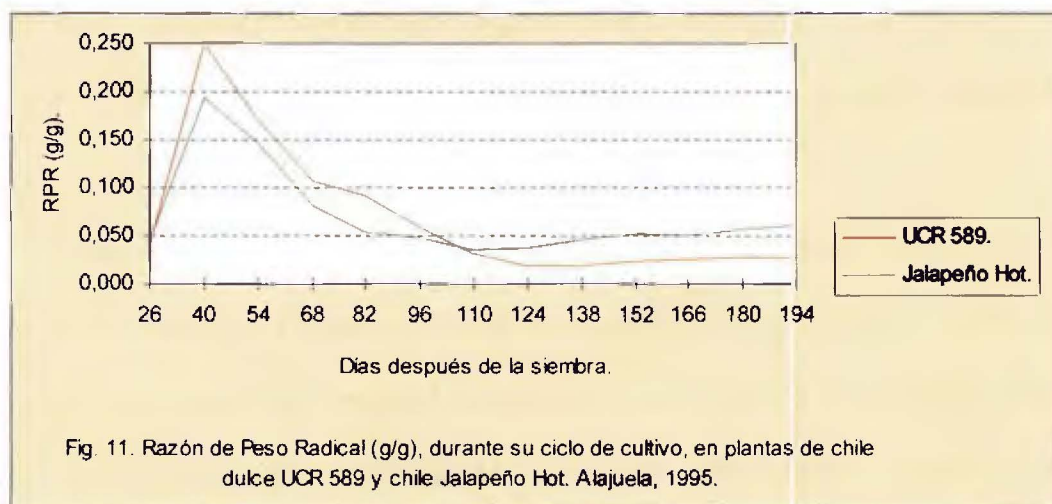
Durante casi todo el ciclo, el chile Jalapeño Hot presenta valores de RAF mayores, respecto de los valores presentados por el chile dulce UCR 589, con excepciones a los 26, 54, 68 y 82 dds. Así las cosas, se puede señalar que el chile Jalapeño Hot posee una mayor cobertura (mayor follaje) en relación al peso seco de su planta, salvo en las excepciones mencionadas. Por el contrario, el chile dulce UCR 589, presenta menor cobertura (menor follaje) en una mayor biomasa.

En ambos tipos de chile, la tendencia decreciente de la RAF se puede explicar, considerando el incremento en biomasa de la planta a través del ciclo de crecimiento, lo cual, proviene principalmente de órganos como los frutos.

En términos de producción de biomasa, se puede señalar que el chile dulce UCR 589 es más eficiente que el chile Jalapeño Hot, debido, según se indicó, a que posee RAF menores, es decir, en un área foliar dada produjo más biomasa. Este criterio se fortalece si se analizan los valores del IAN.

4. Razón de Peso Radical (RPR).

En el cuadro 5, aparecen los valores de la razón de peso radical (RPR), para las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot a través del ciclo de cultivo. En la figura 11 se grafica su comportamiento.



La RPR es un parámetro morfológico, referido a la distribución de la biomasa en la planta. En este caso, a la relación del peso radical respecto del peso total de la planta.

Como se puede observar en la figura 11, la tendencia general del comportamiento de la curva en ambos tipos de chile es muy parecida.

A los 26 dds (plantas con dos hojas verdaderas) tanto el chile dulce UCR 589 como el Jalapeño Hot presentan un RPR del 0,048 (un 4,8 % del peso total de la planta corresponde al peso de la raíz). A los 40 dds (plantas con cuatro a seis hojas verdaderas) ambos tipos de chile alcanzan su máximo valor, con diferencia estadística significativa Duncan $P \leq 0,05$ sobre otras fechas. El chile dulce UCR 589 presenta un RPR de 0,252 (25,2%) y el Jalapeño Hot de 0,19

(19%). Posteriormente, tanto el chile Jalapeño Hot, como el chile dulce UCR 589, decrecen gradualmente, hasta llegar a un mínimo, para el chile Jalapeño Hot ocurre a los 110 dds con un RPR de 0,036 (3,6%) y para el chile dulce UCR 589 a los 124 dds con un RPR de 0,019 (1,9%).

Existe diferencia estadística significativa, Duncan $P \leq 0,05$, entre los valores hasta los 110 dds para el chile Jalapeño Hot, y en general para el UCR 589.

Al tratarse de una relación de peso, a saber, entre el peso seco de la raíz y el peso seco total de la planta, es lógica la tendencia a que decrezca, a través del ciclo, conforme aumentan de peso otras partes de la planta como frutos, tallos y follaje, que llegan a transformarse en sumideros más fuertes y cercanos a las fuentes de asimilados. Es decir, llega un momento en el cual, el resto de la planta (follaje, tallo, fruta, etc) aumenta más rápidamente de biomasa, respecto de la biomasa de la raíz, que del ritmo al que lo venía haciendo al inicio del ciclo.

En la etapa inicial, hasta los 40 dds, se dan valores de RPR crecientes. Se puede indicar, que al inicio la planta de chile (en ambos tipos) invierte más recursos en el desarrollo de su sistema radical (principal sumidero del momento), mientras que la parte aérea muestra un menor crecimiento. Al respecto, en el manual del CATIE (1993), se señala que en las plantas de chile, al inicio se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras el sistema radical continúa con su desarrollo. Además, expresa, que la etapa de plántula termina cuando la tasa de crecimiento de la raíz pivotante empieza a disminuir.

Observando en ambos tipos de chile, los datos relacionados con el crecimiento de la raíz, en los cuadros 3, 5 y A-4, se puede determinar que la duración de la fase de plántula para el chile Jalapeño Hot y para el chile dulce UCR 589, comprendería el tiempo transcurrido desde la emergencia de la plántula, 9 dds el Jalapeño Hot y 10 dds el UCR 589, hasta aproximadamente los 54 dds (plantas con menos de 10 a 13 hojas, algunas presentan una bifurcación pequeña del tallo).

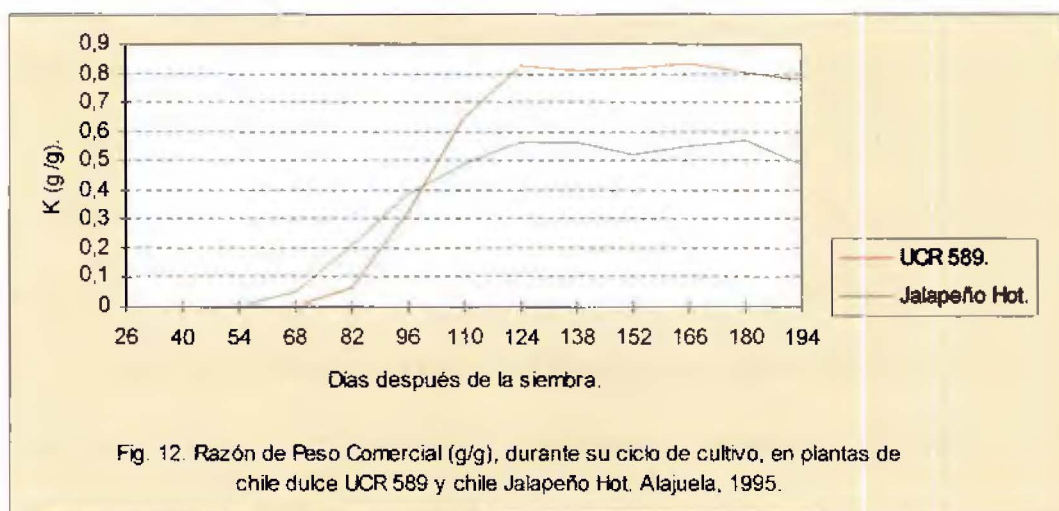
La tendencia creciente en los valores del RPR, para el chile Jalapeño Hot a partir de los 110 dds, se comprende tomando en cuenta los valores de longitud de raíz y de peso seco de raíz en los cuadros A-4 y 3, respectivamente. Nótese que los incrementos en la longitud y en el peso de la raíz, a partir de los 110 dds, continúan progresivamente, mientras que la tasa de incremento en el peso total de la planta a partir de los 110 dds tiende a disminuir (ICR decreciente).

Para el caso del chile dulce UCR 589, se analiza de manera similar, a partir de los 124 dds los valores de RPR crecen gradualmente hasta los 194 dds, con diferencia estadística significativa, Duncan $P \leq 0,05$, entre fechas. En los valores de peso seco de la raíz del chile dulce UCR 589, en el cuadro 3, a partir de los 124 dds y hasta los 194 dds, se notan aumentos significativos del peso seco de la raíz. Por otro lado, los incrementos en el peso seco de la planta, observados en el mismo período, también tienden a disminuir (ICR decreciente), por esa razón, la relación de peso seco de la raíz entre el peso seco total tiende a aumentar.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente experimento, se puede señalar que en ambos tipos de chile, a los 40 dds (plantas con cuatro a seis hojas verdaderas) se presenta el valor de RPR más alto. A partir de los 54 dds las tasas de incremento en la longitud y en el peso de la raíz son menores y las tasas de incremento del crecimiento de la parte aérea de las plantas comienzan sostenidamente a aumentar (cuadros A-4 y 3), por lo que, para efectos prácticos, se puede señalar que el momento idóneo, para realizar el transplante del almácigo al campo, es en una fecha cronológica próxima y anterior a los 40 dds, cuando las plantas del almácigo presenten de 4 a 6 hojas verdaderas.

5. Razón de Peso Comercial (K).

La razón de peso comercial o índice de cosecha (K) es un parámetro morfológico, referido, a la relación del peso seco de los frutos entre el peso seco total de la planta (proporción de la biomasa que la planta ha invertido en el fruto).



En el cuadro 5 aparecen los valores de K para ambos tipos de chile y la figura 12 corresponde a los gráficos de su comportamiento a través del ciclo de cultivo.

De los 0 hasta los 54 dds para el chile Jalapeño Hot y de los 0 hasta los 68 dds para el chile dulce UCR 589, el valor de K es cero, pues la fructificación no ha comenzado.

A partir de los 54 y 68 dds para los chiles Jalapeño Hot y UCR 589 respectivamente y hasta los 124 dds, el K crece constante y activamente. En el período de los 82 a 110 dds el chile UCR 589 presenta las tasas mayores de incremento de K. Por su parte, el chile Jalapeño Hot las presenta de los 68 a 96 dds. En el intervalo de los 124 a 194 dds, en ambos tipos de chile, el valor de K tiende a permanecer estable, no hay diferencia estadística significativa entre los valores.

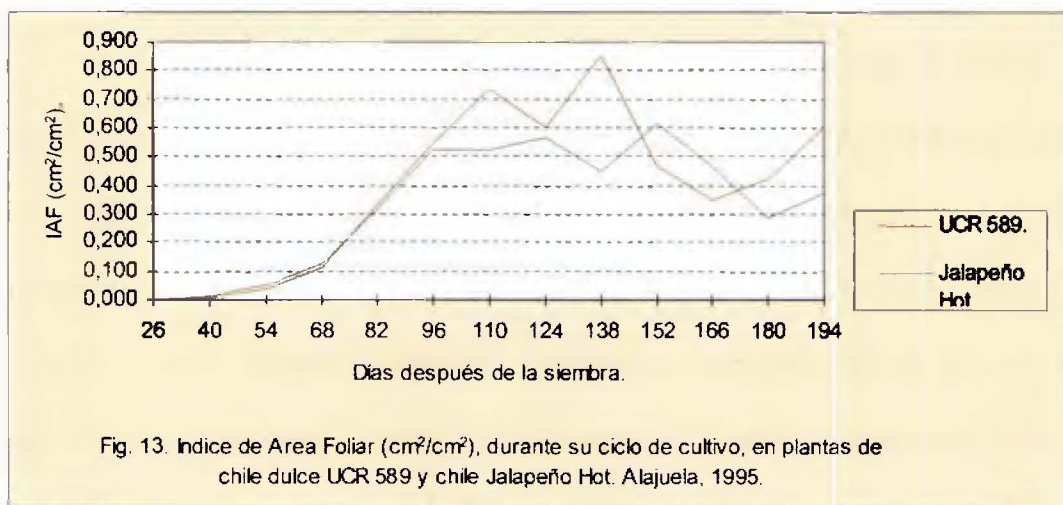
A los 124 dds, ambos tipos de chile alcanzaron el valor máximo de K. Se puede señalar, en el caso del chile Jalapeño Hot, que presenta un de K de 0,566 g/g, que un 56,6 % del peso seco total de la planta corresponde al de la fruta. Por su parte, el chile dulce UCR 589, con un valor de K de 0,825 g/g, equivale a que un 82,5 % del peso seco total de la planta, corresponde al de los frutos.

Además, observando la figura 12, se puede decir, que el chile Jalapeño Hot presenta un valor de K, 14 días antes que el chile dulce UCR 589, de lo cual se deduce que el chile Jalapeño Hot es más precoz.

Por otro lado, la diferencia del valor relativo de K entre ambos tipos de chile, al momento en que alcanzan el máximo valor de K (124 dds) es superior en el chile dulce UCR 589. Así, de la biomasa total de la planta, el chile dulce UCR 589 particiona más fotoasimilados hacia la producción de fruta, que hacia la parte vegetativa y el chile Jalapeño Hot transloca en partes relativamente similares entre lo vegetativo y lo reproductivo (fruta).

6. Índice de Area Foliar (IAF).

En el cuadro 5 aparecen los valores del IAF para ambos tipos de chile. En la figura 13 se grafica su comportamiento a través del ciclo de cultivo.



El IAF es uno de los principales parámetros morfológicos utilizados en el estudio del crecimiento de las plantas. Se refiere al área foliar total de la planta, entre la superficie del suelo que ocupa. Da una idea del área foliar capaz de fotosintetizar (magnitud del sistema asimilatorio).

Según la figura 13 y los valores del cuadro 5 (que corresponden al IAF), tanto el chile dulce UCR 589, como el chile Jalapeño Hot, presentan desde las primeras etapas del crecimiento, una tendencia al incremento en este índice. El IAF crece a consecuencia directa del crecimiento del follaje de las plantas.

El incremento del IAF, se da para el chile UCR 589, desde el inicio hasta los 138 dds (momento en el cual, la planta a producido la mayor cantidad de biomasa, especialmente fruta, y está por iniciar la segunda floración). Presenta una fase inicial de aumento del área, de los 0 hasta los 68 dds (planta con las primeras flores), con incrementos no muy grandes, sin diferencia estadística significativa. Los valores bajos del IAF se deben al poco desarrollo foliar de la planta, la cual presenta aún hojas muy pequeñas. Luego pasa a una etapa de rápido crecimiento del área foliar; de los 68 hasta los 110 dds, en este período, la planta experimenta el crecimiento vegetativo más importante, y una de las mayores tasas de formación y crecimiento de frutos. De los 110 dds hasta los 138 dds (inicio de la segunda floración), la tasa de incremento del IAF se reduce gradualmente, hasta alcanzar su máximo a los 138 dds (en este momento ocurre principalmente crecimiento de frutos). De los 138 hasta los 166 dds decrece el IAF. El decrecimiento del IAF se asocia con pérdida y daños de tejido foliar, producto de diferentes causas: como la migración de fotoasimilados, proteínas y algunos nutrientes del follaje hacia otros sumideros (como los frutos), con el consecuente deterioro y, o caída del follaje; daño por enfermedades (mancha bacteriana Xanthomonas sp.); senectud de la planta al terminar el ciclo de

crecimiento (el deterioro de follaje es mayor a la producción de nuevo follaje), entre otras. A los 180 y 194 dds se observa un incremento del IAF, producto del inicio de un segundo ciclo de crecimiento.

Para el chile dulce UCR 589, el valor del IAF registrado a los 124 dds, se puede considerar en el análisis, por un lado, como una pérdida del follaje a consecuencia del agotamiento sufrido en la planta, debido a la intensa fructificación, y por otro, a un cierto daño del follaje por Xanthomonas sp, enfermedad que se favoreció con las máximas precipitaciones que ocurrieron los días anteriores (agosto). Luego, a los 138 dds el tejido foliar se recupera, creciendo nuevas hojas.

Para el chile Jalapeño Hot, se presentan incrementos leves del IAF. Desde el inicio hasta los 68 días (inicio de la floración), no hay diferencia estadística significativa entre los valores. A partir del inicio de la floración (68 dds) y hasta la máxima floración (96 dds) se dan incrementos marcados, con diferencia estadística significativa Duncan $P \leq 0,05$. A partir de los 96 dds se presentan aumentos de IAF menores, hasta alcanzar el máximo valor a los 152 dds. En este período ocurren los mayores incrementos en biomasa, tanto vegetativa como reproductiva. Pasados los 152 días, el IAF decrece hasta los 180 dds, esta reducción del IAF en las plantas de chile Jalapeño Hot se justifica de manera similar a la sufrida por las plantas de chile dulce UCR 589 al final del ciclo. A los 194 dds el IAF presenta nuevamente incrementos, sugiriendo el inicio de un segundo ciclo de crecimiento.

Tal y como se indicó, el Jalapeño Hot presenta los incrementos en el IAF desde el inicio hasta los 152 dds, 15 días más, en comparación al UCR 589. Además, el valor siguiente del IAF (a los 166 dds), aunque se reduce, no difiere estadísticamente con los valores previos, por lo que en apariencia, se presenta como más longeva, mayor duración del área foliar. Al respecto, Hall (1977), menciona que en las plantas de Chile existe un enlace entre la demanda de fotoasimilados por los sumideros y la prolongación de la senescencia, en éste caso, las plantas de Chile Jalapeño Hot, presentan un período de producción de fruta más largo que el UCR 589. Por lo que, la demanda de fotoasimilados hacia estos se extiende, y de esta manera la senescencia se retarda.

El valor del IAF registrado a los 138 dds es estadísticamente igual a los promedios próximos, por lo que se considera el comportamiento general.

El IAF, en las plantas de Chile Jalapeño Hot, presenta valores altos desde los 96 días (máxima floración del primer ciclo) hasta los 166 días (máxima floración del segundo ciclo). Observando los valores del IAN, en éste mismo período, se nota que éste alcanza el valor máximo a los 96 dds y luego decrece. Como se da una disminución en los valores del IAN y los valores del IAF se mantienen altos, inclusive alcanza el máximo a los 152 dds, se puede pensar, que ocurrió algún problema de autosombreo. Por otro lado, el Chile dulce UCR 589, presenta simultáneamente valores altos de IAF e IAN. De ahí que, no presente el problema mencionado, o su efecto es poco significativo. Además, es factible que la arquitectura de la planta del Chile dulce UCR 589 esté más acorde con la

densidad de siembra utilizada, debiendo darse menos competencia intraespecífico o autosombreo. Al respecto Rylski (1986), indica que a mayor IAF, mayor competencia intraespecífica, las plantas crecen y la densidad de siembra se mantiene, por lo que ocurren valores altos de IAF, pero, la eficiencia del área disminuye probablemente a consecuencia del autosombreo. Por su parte, Ascencio (1972), menciona que, conforme aumenta el número y tamaño de las hojas aumenta el IAF, así mismo, la absorción de luz y la tasa de producción de materia seca también se incrementan dentro de ciertos límites, en los cuales, el autosombreo puede transformarse en un factor limitante para el crecimiento del cultivo. En adición, Shibles (1987), menciona que una planta, en éste caso el chile UCR 589, puede presentar una productividad elevada cuando presenta un coeficiente de extinción de luz bajo en presencia de un IAF alto. Con un coeficiente de extinción de luz pequeño ocurre mayor penetración de la luz dentro del dosel del cultivo, por lo que hay un mayor número de capas foliares por encima del punto de compensación de luz.

Se observan ligeras diferencias entre ambos genotipos respecto de los valores del IAF. En las primeras fechas (26, 40, 54 y 68 dds) y a los 152 y 166 dds, el IAF del chile Jalapeño Hot presenta valores ligeramente mayores a los del chile dulce UCR 589, y de los 82 hasta los 138 dds y en las fechas 180 y 194 dds, los valores del IAF del chile dulce UCR 589 son mayores a los del chile Jalapeño Hot.

C. DESARROLLO DEL FRUTO.

En el cuadro 4 aparecen los valores de longitud y diámetro máximo de la fruta, para ambos tipos de chile.

Cuadro 5. Aumento en tamaño de los frutos, de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot, durante su desarrollo. Alajuela, 1995.

D.D.A.^{1/}	UCR 589.		JALAPENO HOT.	
	Largo.	Diámetro.	Largo.	Diámetro.
	cm.	cm.	cm.	cm.
0	0,97	0,58	0,88	0,40
7	1,47	0,88	1,50	0,54
14	3,06	1,82	2,40	0,81
21	5,38	2,82	3,53	1,30
28	8,01	4,28	4,50	1,80
35	10,14	5,17	5,40	2,27
42	11,99	6,00	5,80	2,60
49	12,49	6,70		
56	12,63	7,36		

1/ D.D.A.= Días después de la antesis.

La primera medida, 0 días después de antesis (dda) corresponde al largo y diámetro máximo del botón floral, antes de la antesis (apertura floral).

En todo momento, el tamaño (tanto el largo como el diámetro) de los frutos de chile dulce UCR 589 fueron superiores a los del chile Jalapeño Hot.

El chile dulce UCR 589 presenta un incremento constante en tamaño hasta los 56 dda, momento en el cual, alcanza la madurez comercial. En este momento la fruta presenta en promedio un largo de 12,63 cm, y un diámetro de 7,36 cm. En el período que va de los 0 hasta los 42 dda se presentan los incrementos mayores de tamaño. La longitud y el diámetro aumentan en promedio poco más de 1,6 cm y 0,9 cm respectivamente por semana. La duración desde la antesis hasta la maduración comercial es de 56 días en promedio.

El chile Jalapeño Hot, tarda en promedio 42 días desde la antesis hasta su cosecha, momento en que alcanza el tamaño comercial (fruto verde, con estrías longitudinales en la pared). A los 42 dda el fruto presenta en promedio un largo de 5,8 cm, y un diámetro de 2,6 cm. El catálogo de la casa comercial ASGROW (1993), señala que el fruto maduro tiene un largo de 6,25 cm, y un diámetro de 2,5 cm.

Rylski (1986), indica que es muy variable, el tiempo que transcurre entre la antesis y el desarrollo final del fruto de chile, este depende del cultivar y de las condiciones ambientales durante el desarrollo del fruto. Además aduce, que el tamaño está determinado por la elongación celular durante la antesis y post-antesis. Finalmente, menciona que la zona de crecimiento de la fruta de chile, está situada principalmente en la base del fruto.

Se puede señalar, que el fruto del chile Jalapeño Hot presenta incrementos relativamente constantes a través de las semanas, tanto en el largo como en el diámetro máximo, en promedio corresponde a 1,0 cm y 0,4 cm respectivamente.

Es importante notar que, los incrementos promedios semanales, tanto del largo como del diámetro máximo, son aproximadamente el doble en los frutos del chile dulce UCR 589 respecto a los frutos del chile Jalapeño Hot.

D. NUTRICION.

1. Absorción de nutrientes en las plantas de chile Jalapeño Hot.

En el cuadro 6, se presenta la absorción, (g / planta) de los elementos nutritivos en las plantas de chile Jalapeño Hot a través del ciclo de cultivo.

Cuadro 6. Absorción de nutrimentos, (g/ planta) en plantas de chile Jalapeño Hot, durante su ciclo de crecimiento. Alajuela, 1995.

EDAD. D.D.S.	NUTRIMENTO.										
	N.	P.	Ca.	Mg.	K.	Fe.	Cu.	Zn.	Mn.	B.	S.
26	0,002 e	0,0002 g	0,0001 f	0,0001 d	0,002 e	0,00001 g	0,000001 e	0,000001 e	0,000002 h	0,000005 e	0,0001 d
40	0,014 e	0,0012 g	0,0014 f	0,0007 d	0,011 e	0,0001 g	0,000005 e	0,00002 e	0,00002 h	0,00001 e	0,0011 d
54	0,069 ed	0,0029 g	0,0142 f	0,0060 d	0,069 e	0,0006 g	0,00006 e	0,00004 e	0,0002 h	0,0001 e	0,0053 d
68	0,198 ed	0,0111 g	0,0494 f	0,0219 d	0,225 e	0,0012 g	0,0002 e	0,0002 e	0,0005 h	0,0002 e	0,0149 d
82	0,540 d	0,0350 g	0,1572 fe	0,0626 d	0,679 e	0,0035 g	0,0003 e	0,0006 e	0,0021 hg	0,0005 e	0,0370 d
96	1,386 c	0,1056 ef	0,3984 ed	0,1625 c	1,708 d	0,0129 f	0,0016 ed	0,0016 d	0,0046 gf	0,0023 ed	0,1241 c
110	2,039 b	0,1418 ed	0,5902dc	0,2330 b	2,382 c	0,0182 fe	0,0024 ed	0,0021 d	0,0068 fe	0,0036 d	0,1650 c
124	2,034 b	0,1539 dc	0,7300 c	0,2536 b	2,645 cb	0,0273 cd	0,0030 ed	0,0029 c	0,0093 ed	0,0065 c	0,1829 c
138	2,680 a	0,0904 f	1,0250 b	0,3532 a	3,484 a	0,0318 cb	0,0045 d	0,0035 cb	0,0155 cb	0,0088 cb	0,3968 a
152	2,884 a	0,1890 c	1,0410 b	0,3344 a	3,498 a	0,0224 ed	0,0079 c	0,0042 b	0,0144 c	0,0087 cb	0,3153 b
166	2,618 a	0,2807 b	1,5330 a	0,3462 a	3,320 ab	0,0533 a	0,0088 c	0,0052 a	0,0203 a	0,0099 b	0,3356 ba
180	2,530 a	0,3605 a	0,7368 c	0,2813 ab	3,194 ab	0,0387 b	0,0115 b	0,0035 cb	0,0131 dc	0,0064 c	0,3097 b
194	2,663 a	0,3268 a	1,0430 b	0,3481 a	3,822 a	0,0187 fe	0,0168 a	0,0036 cb	0,0188 ba	0,0132 a	0,3511 ba

Promedios con igual letra, en la misma columna, no difieren según prueba de Duncan, ($P \leq 0,05$).

La máxima absorción de elementos nutritivos en las plantas ocurre en momentos diferentes; A los 138 dds el Mg y S. Fenológicamente, la planta se encuentra en plena fructificación, el crecimiento vegetativo es aparente y el segundo ciclo de floración se intensifica. El N a los 152 dds. La planta presenta frutos de diferentes tamaños, con predominio de los grandes y medianos, la segunda floración es intensa. A los 166 dds el Ca, Fe, Zn y Mn. La planta se muestra sin crecimiento vegetativo aparente y con frutos predominantemente grandes, la segunda floración es máxima. El P a los 180 dds. La planta presenta un segundo ciclo de crecimiento vegetativo, la intensidad de la segunda floración

disminuye. Por último, a los 194 dds el K, Cu y B. El segundo ciclo de crecimiento vegetativo es más obvio, con frutos de diferentes tamaños, incluyendo fruta nueva de la segunda floración.

Los valores de extracción de nutrientes, por un cultivo, permiten determinar la cantidad de nutrimentos que debe suplir el suelo y el programa de fertilización, para lograr un rendimiento determinado. A continuación, se presenta en orden decreciente los valores máximos de extracción de nutrientes, por las plantas de chile Jalapeño Hot, para un rendimiento de 14977,76 Kg/ha de peso fresco de fruta comercial, a una densidad de siembra de 20833 plantas por hectárea.

El potasio es el elemento absorbido en mayor cantidad; 3,82 g/planta, que equivale a una extracción de 95,55 Kg/ha de K_2O . Luego, continúan: nitrógeno con 2,88 g/planta, equivalente a 60,0 Kg/ha de N; > calcio con 1,53 g/planta, equivalente a 44,62 Kg/ha de CaO ; > azufre con 0,397 g/planta equivalente a 24,81 Kg/ha de SO_4 ; > fósforo con 0,360 g/planta equivalente a 17,17 Kg/ha de P_2O_5 ; > magnesio con 0,353 g/planta equivalente a 12,21 Kg/ha de MgO ; > hierro con 0,053 g/planta equivalente a 1,58 Kg/ha de Fe_2O_3 ; > manganeso con 0,02 g/planta equivalente a 0,42 Kg/ha de Mn; > cobre con 0,017 g/planta equivalente a 0,354 Kg/ha de Cu; > boro con 0,013 g/planta equivalente a 0,861 Kg/ha de B_2O_3 ; y, por último el cinc con 0,0052 g/planta equivalente a 0,108 Kg/ha de Zn.

Jiménez (1992), reportó un orden muy similar de absorción de nutrimentos en la zona de San Carlos, provincia de Alajuela, con la variedad de chile picante

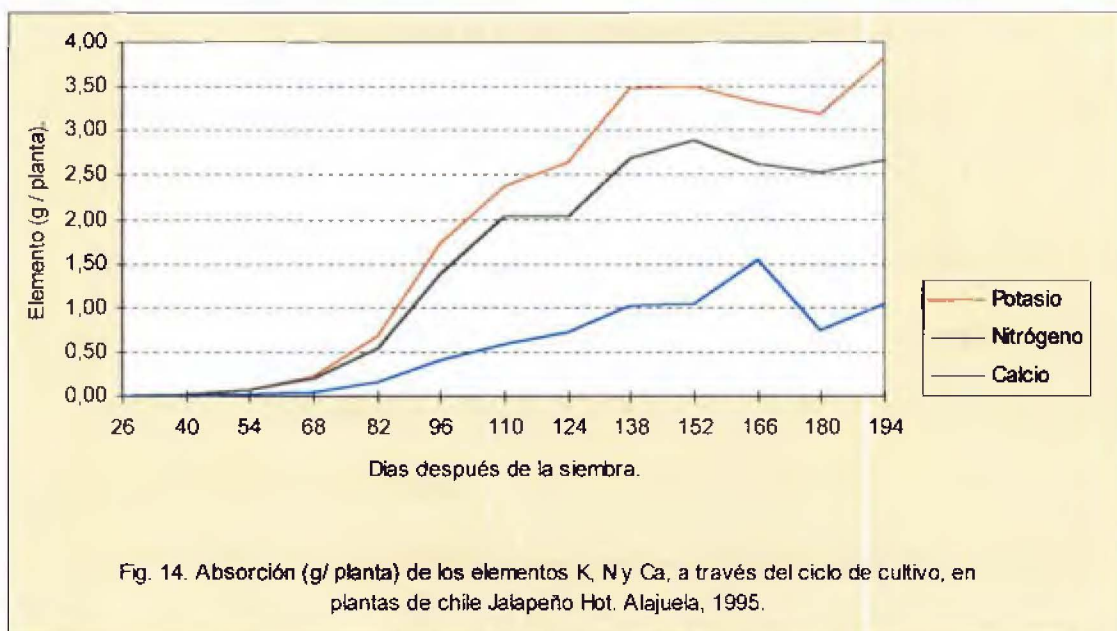
Cayenne. Adicionalmente, Miranda (1994), trabajando con chile Jalapeño en Guanacaste, encontró resultados similares.

Resulta de importancia, tomar en cuenta que, según Bertsch (1995), la cantidad de nutrimento que es absorbido por un cultivo durante su ciclo de vida, está en función directa al rendimiento de éste.

La relación aproximada, de extracción máxima de los nutrientes macros y medios por las plantas de chile Jalapeño Hot en el orden N:P₂O₅:K₂O:MgO:SO₄:CaO sería 5:1:8:1:2:4, respectivamente.

Con base en los valores de peso seco, para cada fecha de muestreo, y de la concentración de cada elemento nutritivo, en la muestra, se elaboraron las siguientes curvas de absorción de nutrimentos en función del tiempo.

En la figura 14, se observan las gráficas de las curvas de absorción de los tres elementos absorbidos en mayor cantidad (K, N y Ca) a través del ciclo de cultivo.



El K y el N fueron los nutrientes más utilizados por las plantas estos llegan a presentar cantidades muy superiores a los otros elementos.

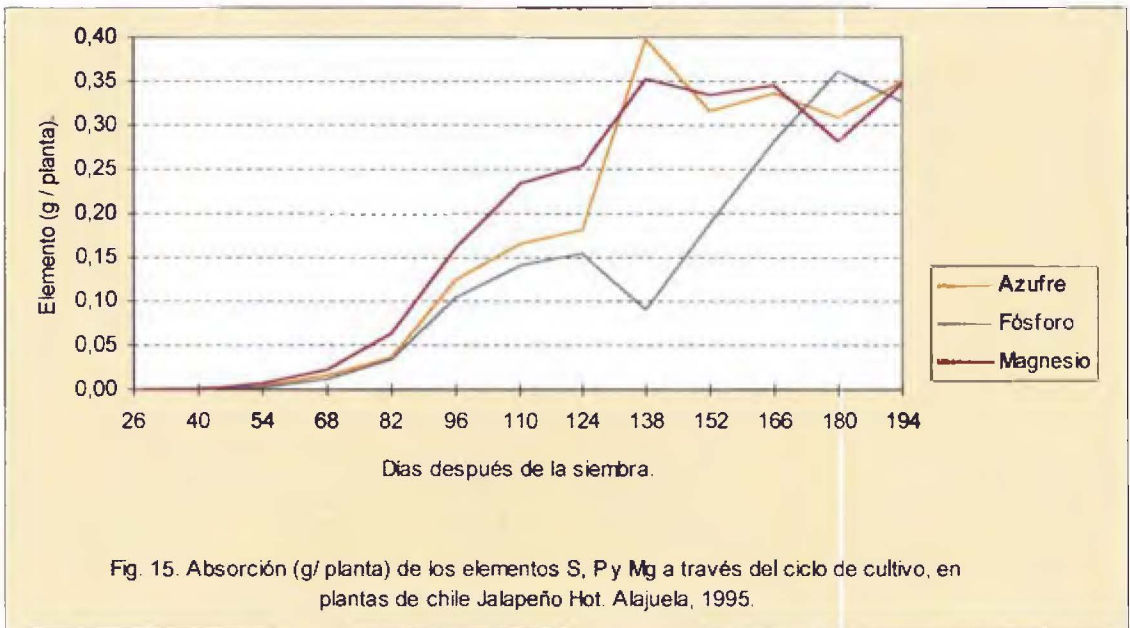
Se puede notar, que las fechas de los 68, 82, 124 y 180 dds corresponden a cuatro momentos claves para una posible aplicación de fertilizantes, pues, son épocas previas a un intervalo de tiempo en donde la absorción de estos elementos se intensifica. Fenológicamente a los 68 y 82 dds corresponden al momento en que la planta ha iniciado y se encuentra en floración, y cuenta con algunos frutos recién cuajados (la producción y crecimiento de los frutos en la planta ha iniciado). Luego, a los 124 dds, la planta presenta fruta en diferentes estados de desarrollo y exhibe poco crecimiento vegetativo, a los 180 dds, la planta está por comenzar otro ciclo de crecimiento vegetativo.

Bertsch (1995), menciona que las secciones de una curva de absorción de nutrientes con las mayores pendientes, indican los períodos en los que la absorción es más intensa.

Además, se debe agregar la fecha de 152 dds para el caso del calcio, la cual también marca el inicio de un período intenso de absorción de este elemento. En este momento, la planta presenta principalmente fruta grande, y se encuentra en el segundo ciclo de floración.

La absorción de elementos es un proceso que ocurre día a día, por ese motivo las gráficas son crecientes, mientras halla crecimiento vegetativo.

En la figura 15, se presenta la curva de absorción de los elementos azufre, fósforo y magnesio, correspondientes al cuarto, quinto y sexto lugar de importancia, en la absorción de nutrimentos en las plantas de chile Jalapeño Hot.

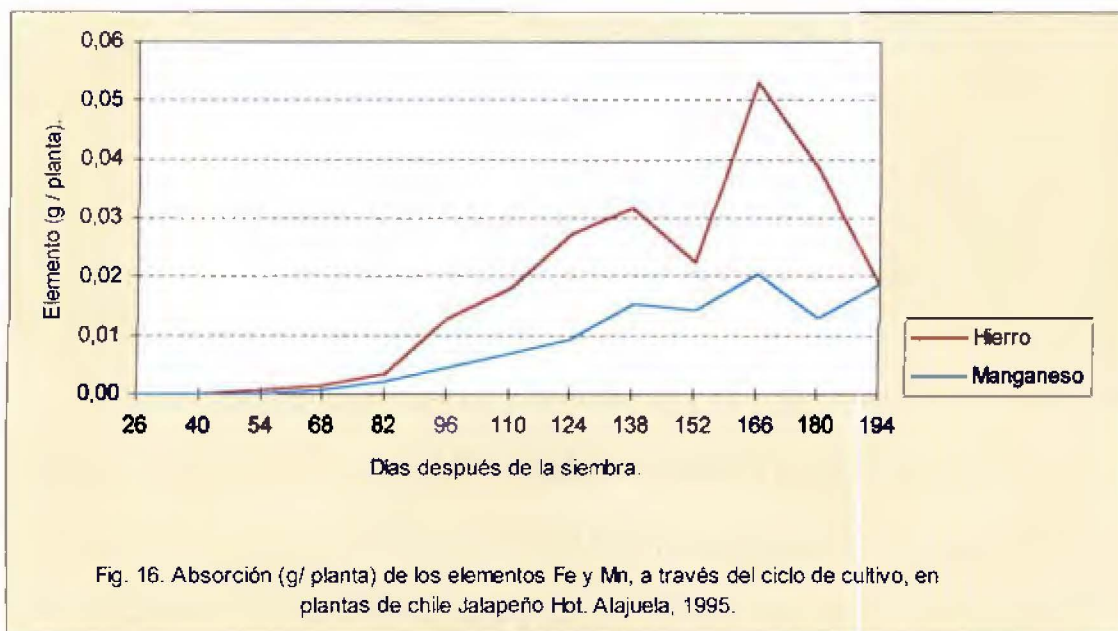


Para los elementos azufre y magnesio las fechas de 82, 124 y 180 dds,

también son claves, al constituirse en momentos iniciales de periodos con alta absorción.

Para el caso del P, a los 82 dds inicia un período de absorción intenso, que tiende a estabilizarse entre los 110 y 124 dds. Luego de los 138 y hasta los 180 dds su absorción se incrementa nuevamente. Esta fuerte absorción, que toma lugar entre los 138 a los 180 dds, ocurre cuando la planta presenta frutos formados en crecimiento activo, y con el inicio de la segunda floración y consecuente formación de fruta nueva.

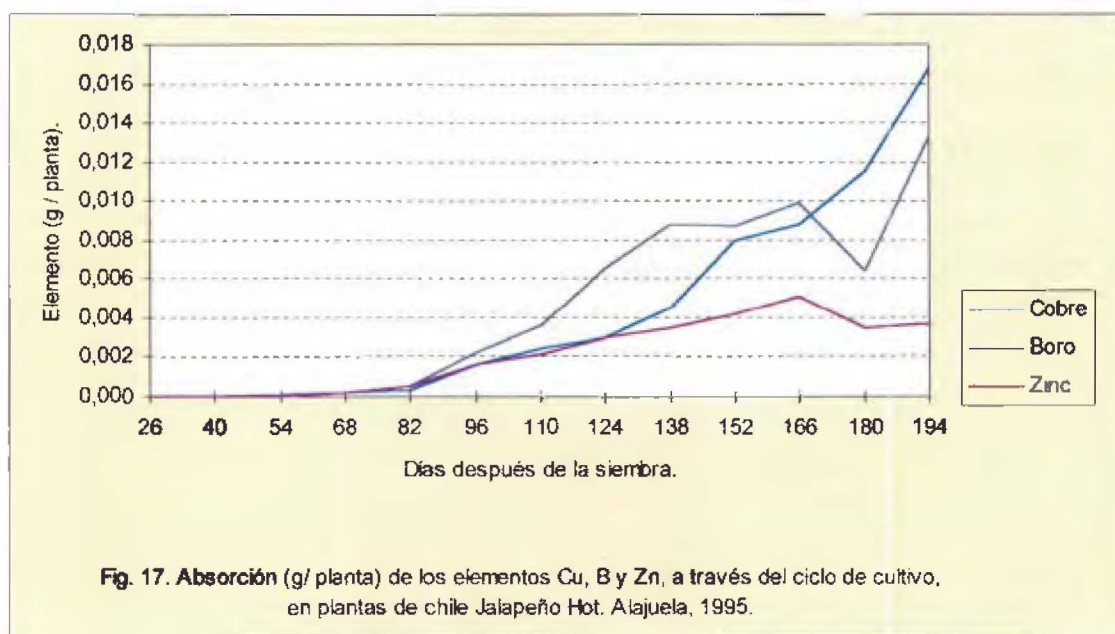
La figura 16, corresponde a la gráfica de absorción, a través del ciclo de cultivo, de los dos microelementos más importantes para el chile Jalapeño Hot: el Fe y el Mn.



En el caso del Fe, los días 82, 110 y 152 después de la siembra, marcan el inicio de periodos que sobresalen por la alta absorción de Fe, respecto de otras

fechas. Por su lado, el Mn, presenta tres momentos bien definidos de inicio de períodos con alta absorción, a los 124, 152 y 180 dds. Además, otro período importante se inicia a los 82 dds y finaliza a los 124 dds, en donde la absorción no es tan intensa, como en los períodos antes mencionados, pero, es constante y prolongada.

La figura 17 describe el gráfico de la absorción de los micronutrientes Cu, B y Zn, en las plantas de Chile Jalapeño Hot, a través del ciclo de cultivo.



A través del ciclo de cultivo, el Cu presenta tres momentos importantes de absorción, a saber; a los 82, 138 y 166 dds. Con el B, los momentos de mayor absorción ocurren a los 82, 110 y 180 dds. El Zn (elemento que se encuentra en menor concentración en la planta) presenta a los 82 dds un período con alta absorción. Luego, a partir de los 96 y hasta los 152 dds es absorbido leve y constantemente. De los 152 a 166 dds la absorción de este elemento tiene un

aumento relativo. A los 166 dds la concentración del Zn en la planta alcanzó el máximo.

Como se puede notar, en general, la absorción de nutrientes esta relacionada con la curva de crecimiento de la planta, figura 5, de tal forma que a mayor acumulación de materia seca, mayor absorción de nutrientes.

2. Absorción de nutrientes en las plantas de chile dulce UCR 589.

En el cuadro 7, se presentan los valores de absorción en gramos por planta, de los elementos nutritivos, para las plantas de chile dulce UCR 589.

Cuadro 7. Absorción de nutrimentos (g / planta), en la planta de chile dulce UCR 589, durante el ciclo de cultivo. Alajuela, 1995.

EDAD. D.D.S.	NUTRIMENTO.										
	N.	P.	Ca.	Mg.	K.	Fe.	Cu.	Zn.	Mn.	B.	S.
26	0,001 g	0,0001 g	0,0001 f	0,00005 g	0,0008 g	0,0001 g	0,000001 f	0,000001 g	0,000002 h	0,000002 f	0,0001 g
40	0,009 g	0,0009 g	0,0008 f	0,0004 g	0,008 g	0,0001 g	0,000002 f	0,000005 g	0,00001 h	0,00001 f	0,0007 g
54	0,040 g	0,0018 g	0,0074 f	0,0029 g	0,046 g	0,0006 g	0,00005 f	0,00003 g	0,0001 h	0,0001 f	0,0033 g
68	0,160 gf	0,0077 g	0,0386 f	0,0152 g	0,176 g	0,0016 g	0,0002 f	0,0002 gf	0,0004 hg	0,0002 f	0,0120 g
82	0,521 f	0,0358 g	0,1769 e	0,0672 f	0,761 f	0,0064 g	0,0004 f	0,0008 f	0,0025 g	0,0006 f	0,0422 g
96	1,576 e	0,1277 f	0,4734 d	0,1903 e	2,129 e	0,0181 f	0,0020 e	0,0026 e	0,0052 f	0,0023 e	0,1296 f
110	3,554 d	0,3218 e	0,8343 c	0,3624 d	4,446 d	0,0322 e	0,0047 d	0,0049 d	0,0126 e	0,0045 d	0,2592 e
124	4,693 c	0,6415 d	1,0190 ba	0,4737 c	7,607 bc	0,0635 c	0,0075 c	0,0070 c	0,0145 e	0,0089 c	0,3813 d
138	5,173 b	0,6994 d	1,1200 a	0,5527 b	8,664 a	0,0605 dc	0,0094 b	0,0079 b	0,0225 ba	0,0116 a	0,4987 c
152	5,336 b	0,8006 c	0,9780 b	0,5260 b	7,491 bc	0,0544 d	0,0113 a	0,0081 ba	0,0182 d	0,0117 a	0,5358 c
166	6,693 a	1,2270 a	1,0110 ba	0,6192 a	7,399 c	0,0910 a	0,0120 a	0,0087 a	0,0235 a	0,0102 b	0,7118 a

Promedios con igual letra, en la misma columna, no difieren según prueba de Duncan, ($P \leq 0,05$).

La máxima absorción de los elementos ocurre a los 138 dds para el K y Ca, y a los 152 dds el B. En éste momento, la planta no muestra crecimiento vegetativo importante y la mayoría de frutas se encuentran desarrolladas y maduras, el segundo ciclo de floración está presente. A los 166 dds ocurre para el resto de los elementos, cuando la planta intensifica la segunda floración e inicia

nuevamente el crecimiento vegetativo, además, presenta fruta nueva correspondiente a la segunda floración.

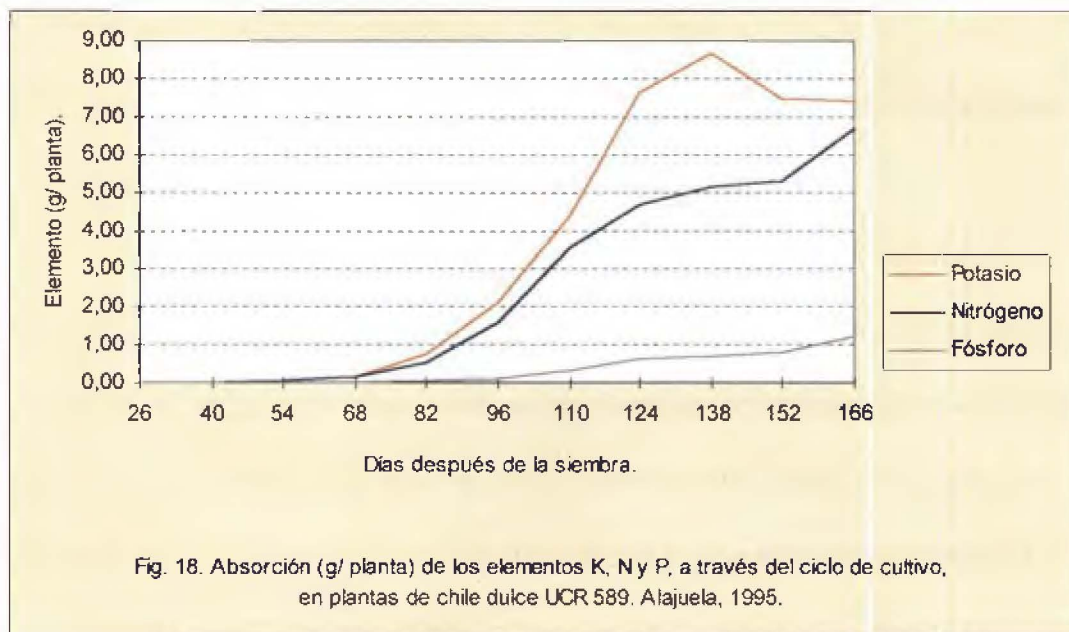
A continuación, se presentan los valores máximos de extracción de nutrientes por las plantas de chile dulce UCR 589, a una densidad de siembra de 20833 plantas por hectárea y un rendimiento de 46330,47 Kg/ha de fruta comercial fresca.

El potasio es el elemento absorbido en mayor cantidad 8,66 g/planta, equivalente a 216,6 Kg/ha de K_2O . Luego en orden decreciente, siguen: el nitrógeno con 6,69 g/planta, que equivale a 139,37 Kg/ha de N; > fósforo con 1,23 g/planta, equivalente a 58,68 Kg/ha de P_2O_5 ; > calcio con 1,12 g/planta, equivalente a 32,66 Kg/ha de CaO ; > azufre con 0,712 g/planta, equivalente a 44,49 Kg/ha de SO_4 ; > magnesio con 0,619 g/planta, equivalente a 21,41 Kg/ha de MgO ; > hierro con 0,092 g/planta, equivalente a 2,75 Kg/ha de Fe_2O_3 ; > manganeso con 0,023 g/planta, equivalente a 0,48 Kg/ha de Mn; > cobre con 0,012 g/planta, equivalente a 0,25 Kg/ha de Cu; > boro con 0,012 g/planta, equivalente a 0,79 Kg/ha de B_2O_3 ; y, por último el cinc con 0,009 g/planta, que equivale a 0,19 Kg/ha de Zn.

Haag (1970) citado por Bertsch (1995), señala un orden similar de absorción de los nutrientes macros y medios en las plantas de chile.

La relación aproximada, de extracción máxima de nutrientes en las plantas de chile dulce UCR 589, en el orden $N:P_2O_5:K_2O:MgO:SO_4:CaO$, sería 6:3:10:1:2:1 respectivamente.

En la figura 18, se presentan las curvas de absorción del potasio, nitrógeno y fósforo ocurridas en las plantas de chile dulce UCR.



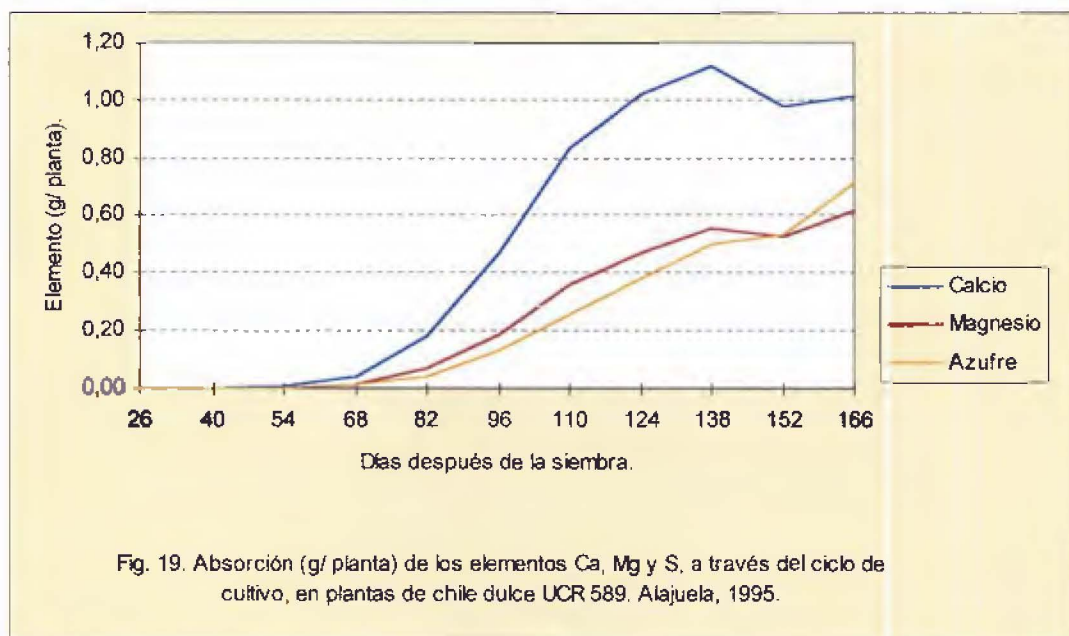
Las plantas de chile dulce UCR 589 absorben potasio desde el inicio hasta aproximadamente los 138 dds, momento en el cual, la planta no presenta crecimiento vegetativo importante, además, el crecimiento de la fruta es mínimo y la mayoría de fruta está sazona o madura.

La absorción del potasio presentan un período de suma importancia que inicia a los 82 días y termina a los 124 dds. Este período corresponde, por un lado, al momento en que la planta presenta un crecimiento vegetativo importante, y por otro, en especial, al momento en que la planta inicia la producción y llenado de fruta, principalmente entre los 96 y 124 dds, período en el cual, ocurre la mayor tasa de crecimiento de fruta.

El nitrógeno es absorbido durante todo el ciclo, presenta un período importante de absorción desde los 82 hasta los 110 dds. Luego, inicia otro período de absorción intensa a los 152 dds. Entre los 152 y 166 dds la planta está iniciando un segundo ciclo de crecimiento, y presenta fruta nueva correspondiente al segundo ciclo de floración.

El fósforo presenta una curva de absorción con valores menores respecto al K y N. Además, no son muy obvios los períodos en donde la absorción sea marcada. Su absorción pareciera ser progresiva y constante a través del ciclo. Sin embargo, al momento en que la planta presenta la principal producción y llenado de fruta (96 a 124 dds y a los 152 dds) la absorción de P se incrementa.

La figura 19, corresponde a las curvas de absorción del calcio, magnesio y azufre, a través del ciclo de cultivo, en las plantas de chile dulce UCR 589.



El calcio, presenta incrementos de concentración hasta los 138 dds, luego

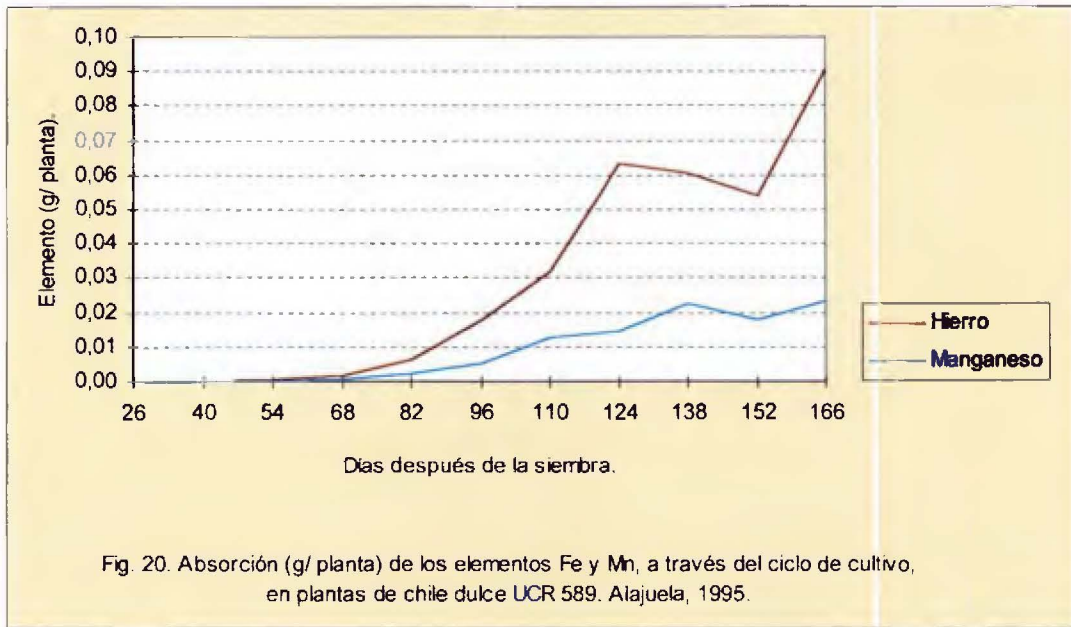
decrece su contenido. El período de los 82 a los 110 dds es importante, pues, en él se da la máxima absorción del elemento.

Por su parte, la absorción del magnesio se intensifica a partir de los 82 dds. A los 138 dds tiende a estabilizarse y disminuir, para, luego, intensificarse entre los 152 y 166 dds.

El sexto elemento en importancia cuantitativa es el azufre, que al igual que el magnesio, su absorción se intensifica a partir de los 82 días y continúa intensa hasta los 138 dds. De los 138 a 152 dds se incrementa levemente y a los 152 dds se vuelve a intensificar.

La etapa comprendida entre los 82 y 138 dds es clave, para la aplicación de estos elementos (Ca, Mg, S) a las plantas de chile dulce UCR 589, por lo que, un programa de fertilización debe considerar este período.

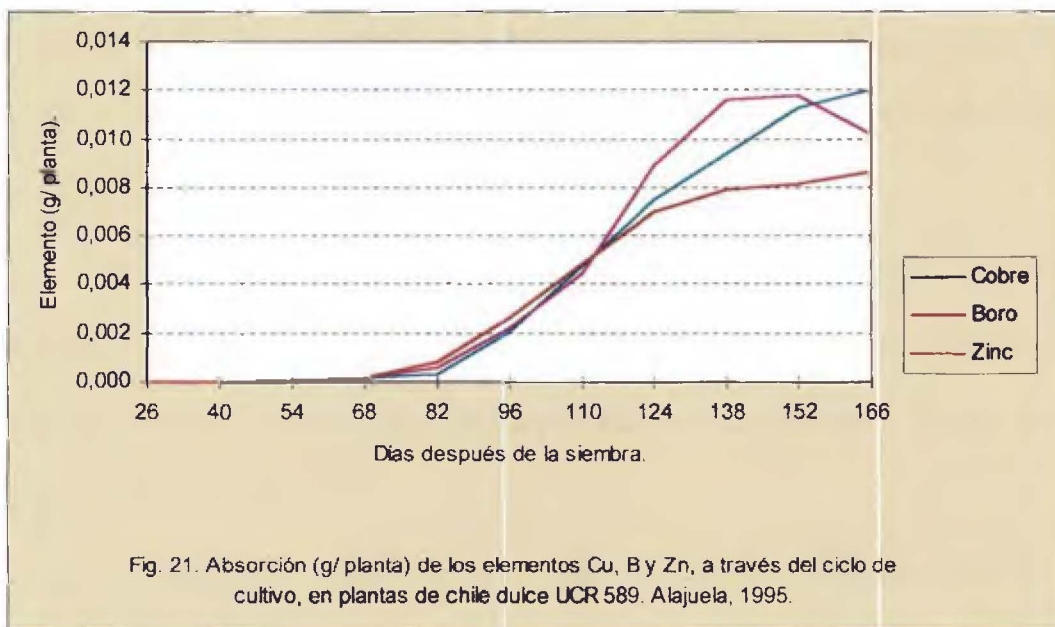
La figura 20, corresponde a las curvas de absorción de los microelementos hierro y manganeso, a través del ciclo de cultivo, para las plantas de chile dulce UCR 589.



El hierro presenta incrementos continuos en su concentración en la planta, hasta los 124 dds, con un período principal entre los 82 y 124 dds; sobresaliendo el período de los 110 a 124 dds con un nivel de absorción más intenso. Posterior a los 124 y hasta los 152 dds la concentración del Fe en la planta decrece. En el período de los 152 a 166 dds se registra la mayor absorción.

En relación al manganeso, se puede señalar que este micronutriente es absorbido progresivamente hasta los 138 dds. A los 152 dds presenta un valor menor y a los 166 dds vuelve a aumentar. Se debe destacar que la absorción presenta tres momentos de mayor intensidad que inician a los 96, 124 y 152 dds.

La figura 21 muestra las curvas de absorción de los tres microelementos de menor importancia cuantitativa en las plantas de chile dulce UCR 589.



La concentración del cobre en las plantas de chile dulce UCR 589, se presenta siempre con incrementos crecientes. A partir de los 82 dds su absorción comienza a intensificarse. En el período que va de los 96 a 124 dds, se presentan los niveles de absorción más altos.

La planta de chile dulce UCR 589, aumentan la concentración de boro gradualmente hasta los 152 dds, y posteriormente, decrece. La absorción de este elemento es más intensa en el período que va de los 82 a 138 dds, siendo el intervalo de tiempo entre los 110 a 124 dds la época donde la absorción es máxima.

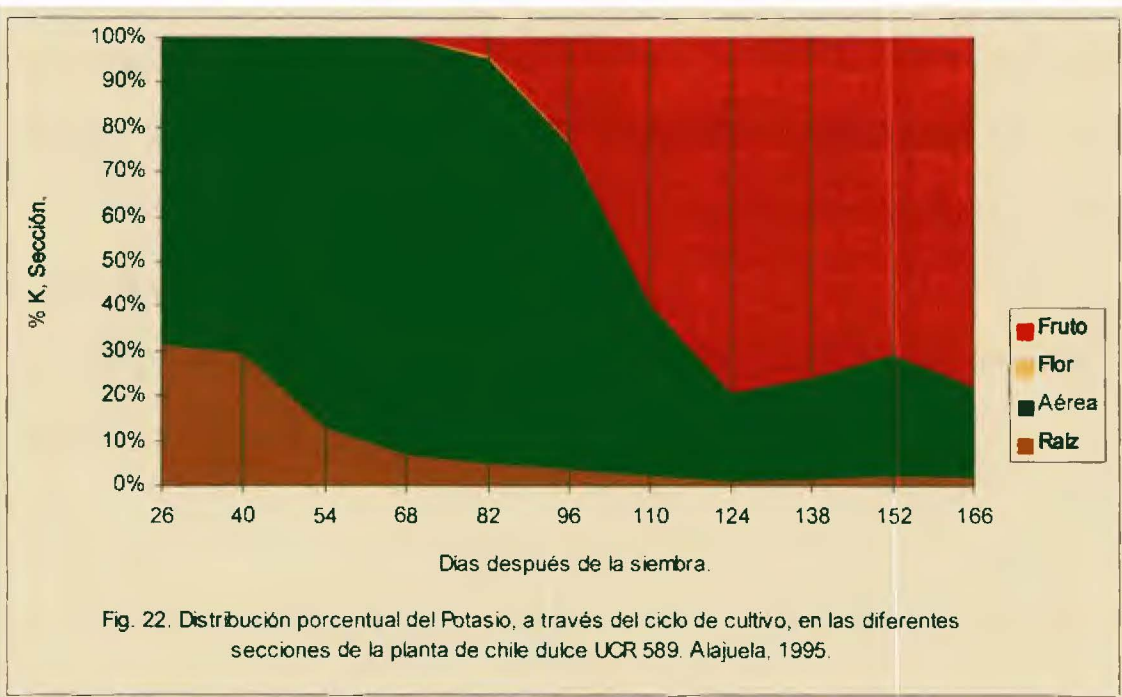
Por último, el cinc también presenta una absorción gradual y creciente a través del ciclo de crecimiento. En el período que va de los 82 a 124 dds la absorción es más intensa que en el resto del ciclo, especialmente, entre los 96 y 110 dds, donde la absorción es máxima. Los períodos de tiempo entre los días 26 y 82, y entre los 124 a 166 dds la absorción de este elemento se presenta a niveles relativamente leves.

Al igual que con el chile Jalapeño Hot, el chile dulce UCR 589 presenta un patrón de absorción de nutrientes relacionado a la curva de crecimiento de las plantas, figura 5. De ahí que, a mayor acumulo de biomasa, mayor cantidad de elementos nutritivos.

En general, el patrón de absorción de los nutrientes es creciente hasta los 166 dds, con ligeras variaciones en los momentos de máxima absorción.

3. Distribución porcentual del Potasio, a través del ciclo, en las fracciones de la planta de ambos tipos de chile.

En las figuras 22 y 23, se muestra la distribución porcentual del potasio absorbido y/o translocado en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot respectivamente, a través del ciclo de cultivo.



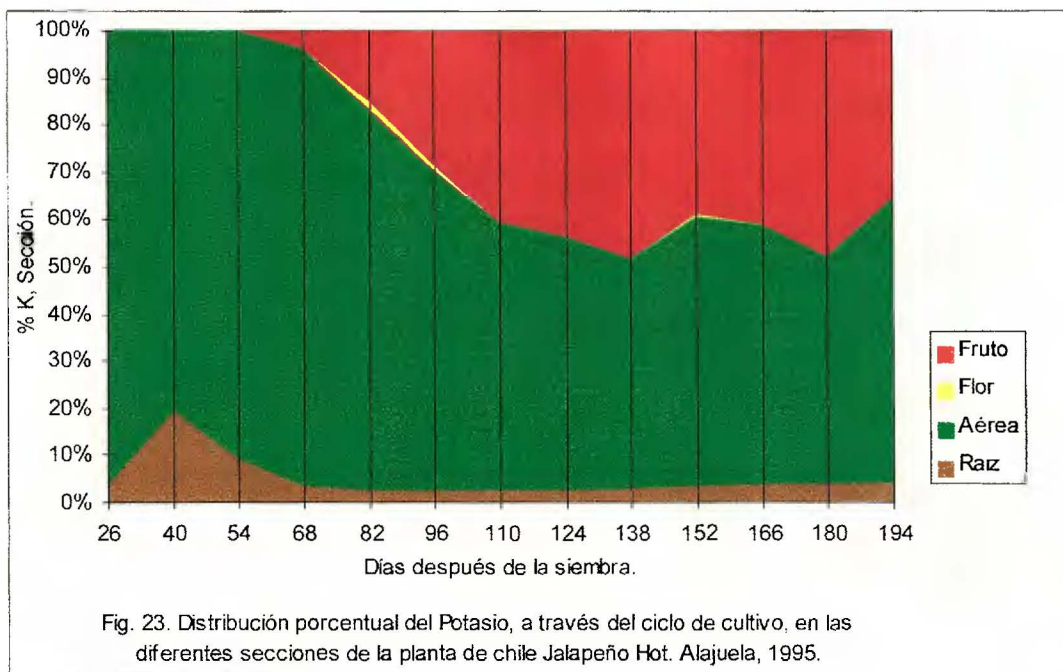
En la figura 22, se aprecia que aproximadamente hasta los 68 dds el K en las plantas de chile dulce UCR 589, se reparte entre la sección aérea y la raíz.

Inicialmente, la raíz presenta más de un 30% del K y la parte aérea menos del 70%. A partir de los 68 dds, con el principio de la floración y, por ende, de la fructificación, el contenido porcentual del K, en la parte aérea y en la raíz, disminuye progresivamente y se incrementa en el fruto (indicando un mayor grado de absorción y/o translocación de este elemento en la fruta). El K se considera un

elemento móvil dentro de la planta. El incremento de K en los frutos continúa hasta los 124 dds, fecha en la cual se inicia la cosecha (termina o casi termina el llenado de la fruta). Posterior a esta fecha, los porcentajes de K en las diferentes secciones se mantienen relativamente constantes.

Entre los días 96 y los 110 dds, ocurre el mayor incremento porcentual de Potasio en la fruta. Este incremento más agresivo se relaciona a una floración más intensa, ocurrida a los 96 dds, por lo que, la formación de frutos es mayor. Además, en el período entre los 96 y 124 días se presentan las tasas de crecimiento de fruta mayores ocurriendo de manera simultánea, una alta formación y crecimiento de fruta.

El porcentaje de K relativo a las flores es muy pequeño, respecto al de otras secciones de la planta.



La figura 23, corresponde a la distribución del K, en las secciones de las plantas de Chile Jalapeño Hot. Hasta los 68 dds el K se localiza principalmente entre la parte aérea, 80 a 90%, y la raíz, 20 a 10%. A los 40 dds, el porcentaje de K en la raíz es máximo, 19,6% del total de K en la planta. Luego, disminuye gradualmente hasta los 68 dds. A partir de este momento y hasta el final del ciclo, su contenido porcentual permanece relativamente constante, oscilando entre un 3,4% y un 2,4%.

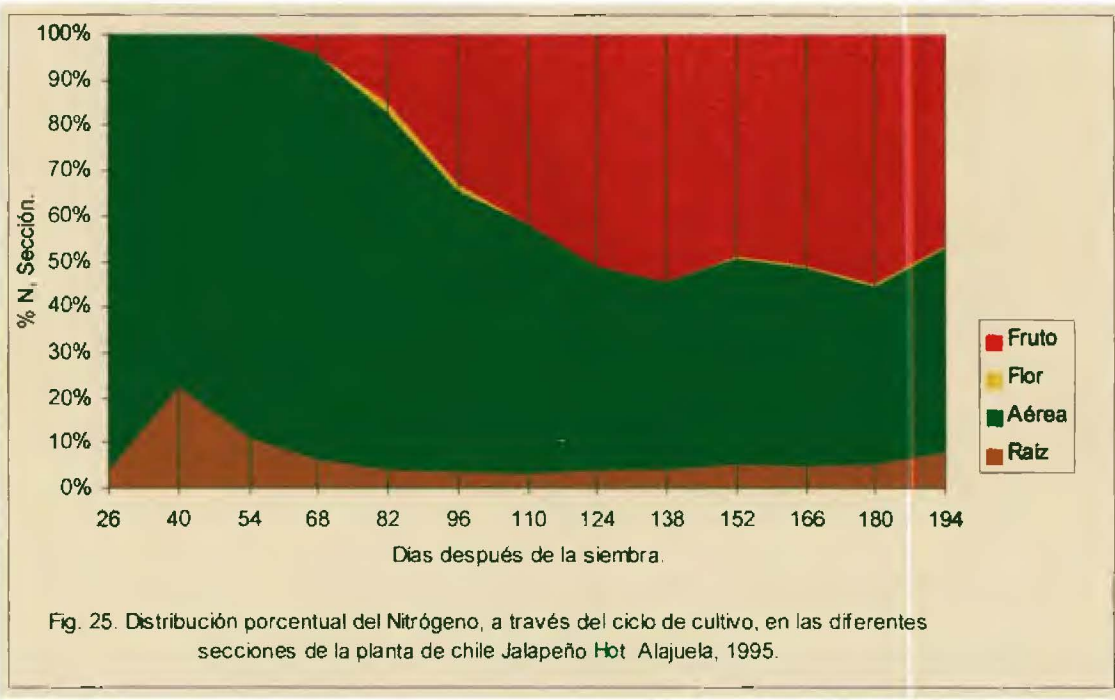
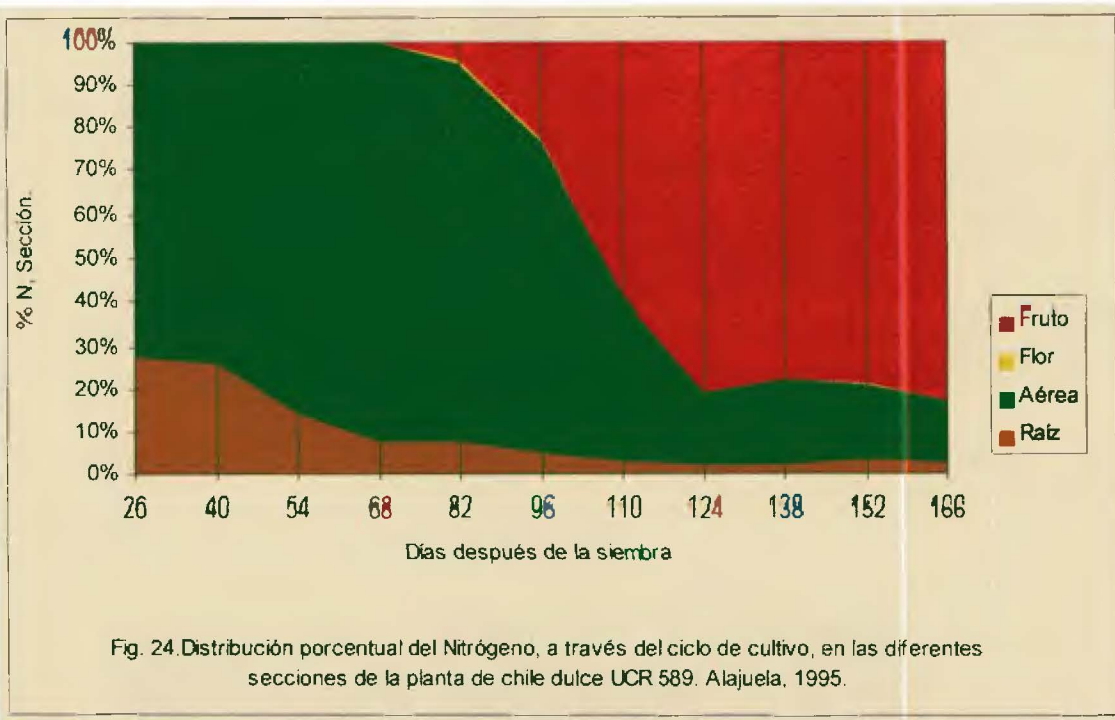
Por otro lado, el contenido de K de la parte aérea, después de los 68 dds disminuye gradualmente, dado que la floración y la aparición de los frutos inicia a los 64-68 dds. A partir de ahí, aumenta el porcentaje de K en la fruta, hasta aproximadamente los 138 dds.

A diferencia del chile dulce UCR 589, el chile Jalapeño Hot a través del ciclo de cultivo, mantiene en su parte aérea, un contenido porcentual igual o superior a un 50% del total de K en la planta.

A los 89 dds se inicia la cosecha de los frutos. No obstante, el contenido de Potasio en la fruta continúa con incrementos importantes posteriores a esta fecha. Si bien es cierto, que la cosecha inicia a los 89 dds, el chile Jalapeño Hot no concentra tanto la producción como el chile UCR 589. En este período se tiene la particularidad, de que a los 92 dds ocurre la máxima floración, existiendo en los momentos anteriores y posteriores a esta fecha abundancia en la producción y llenado de frutos. Así es comprensible que el K continúe aumentando en esta sección.

4. Distribución porcentual del Nitrógeno, a través del ciclo, en las fracciones de la planta, de ambos tipos de chile.

Las figuras 24 y 25, corresponden a la distribución porcentual del Nitrógeno en las secciones de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot, respectivamente a través del ciclo de cultivo.

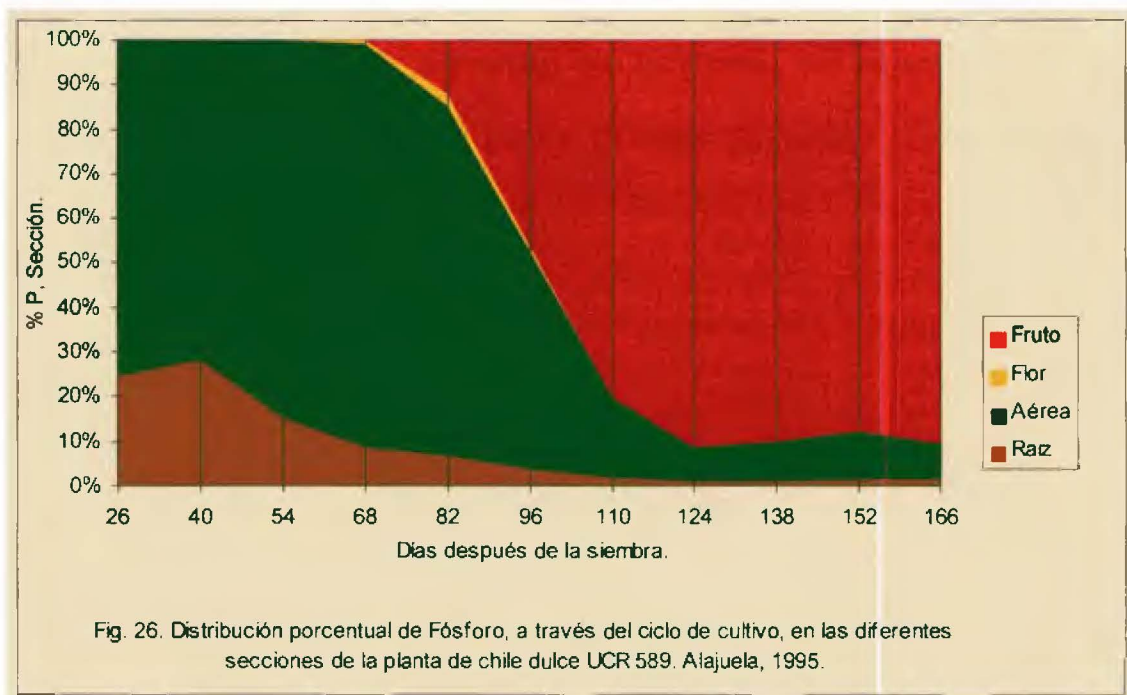


El Nitrógeno, muestra un comportamiento muy parecido al presentado por el Potasio (figuras 22 y 23); tanto por el porcentaje absorbido del elemento en cada sección, como por los momentos en que ocurren los eventos. Así, la

discusión y/o descripción sería similar a la expuesta para el Potasio en ambos tipos de chile.

5. Distribución porcentual del Fósforo, a través del ciclo, en las fracciones de la planta, de ambos tipos de chile.

Las figuras 26 y 27, presentan los contenidos porcentuales del Fósforo en las secciones de la planta de chile dulce UCR 589 y de chile Jalapeño Hot, respectivamente a través del ciclo de cultivo.



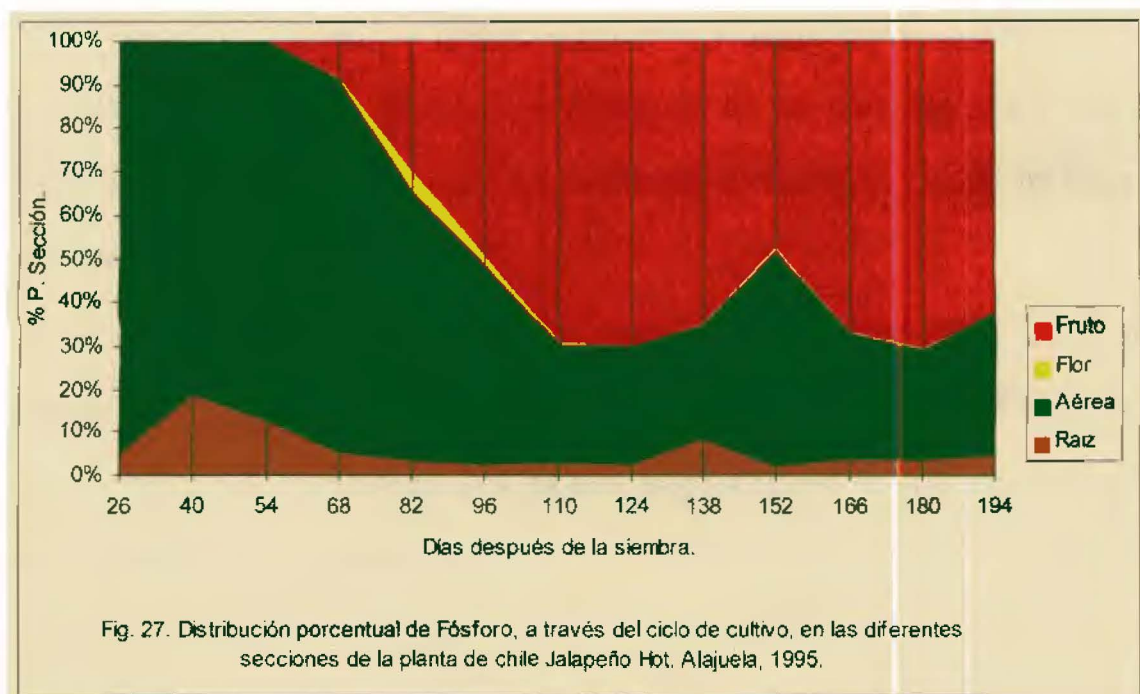
En las secciones de las plantas de chile dulce UCR 589 (figura 26) el P inicialmente se localiza, en un 75% en la parte aérea y un 25% en la raíz. A los 40 dds se alcanza el porcentaje mayor de P en la raíz, un 28% y la parte aérea presenta un 72%. A partir de este momento, el porcentaje de P en la raíz disminuye paulatinamente, a los 124 dds el porcentaje es prácticamente insignificante,

comparado al presente en otras secciones de la planta, condición que se mantiene hasta concluir el ciclo de cultivo.

La parte aérea incrementa el porcentaje de P en el período que va de los 40 a 68 dds, en donde alcanza el máximo contenido, 90,8%. Con el inicio de la floración y fructificación, el porcentaje relativo de P en la parte aérea disminuye y se incrementa en los frutos. A partir de los 124 dds y hasta concluir el ciclo de cultivo, hallamos en los frutos alrededor de un 90% del total de P absorbido por la planta.

El porcentaje de P contenido en las flores, no es muy sobresaliente, respecto a otras secciones de la planta. El mayor porcentaje ocurre a los 82 dds y representa un 2,7% del total de P.

En la figura 27, se presenta la distribución porcentual del P en las secciones de la planta de chile Jalapeño Hot, a través del ciclo de cultivo.



El porcentaje de P en la raíz se incrementa de los 26 a 40 dds, pasando de un 5 a un 16,7%. A partir de los 40 dds, disminuye gradualmente. A los 82 dds y hasta el final del ciclo, con excepción del período alrededor de los 138 dds, el porcentaje en esta sección se mantiene relativamente constante, fluctuando alrededor de un 3%.

El contenido porcentual de P en la parte aérea se mantiene relativamente constante y alto, hasta aproximadamente los 68 dds, periodo en el cual, los porcentajes en la parte aérea son mayores al 80%. A partir de los 68 dds, el porcentaje en la parte aérea disminuye sostenidamente hasta los 110 dds, y, por el contrario, en los frutos se incrementa, como consecuencia de la producción de

fruta. El incremento porcentual, en esta sección, inicia después de los 54 días y se mantiene de una manera importante hasta los 110 dds.

A los 110 dds, la raíz presenta un 2,6%, la parte aérea un 28%, las flores un 0,3% y los frutos un 69,1%. Con excepción de los períodos 152 y 194 dds, estos porcentajes se mantienen relativamente constantes durante el resto del ciclo de crecimiento.

Los incrementos súbitos, en el contenido porcentual del P de la parte aérea, ocurridos en los períodos 152 y 194 dds, se relacionan, con incrementos importantes en el crecimiento de ésta sección, así como, con un crecimiento leve en los frutos, (véase cuadro 3).

6. Distribución porcentual del Magnesio, a través del ciclo, en las fracciones de la planta, de ambos tipos de chile.

Las figuras 28 y 29, conciernen a los contenidos porcentuales de Magnesio en las diferentes secciones de las plantas de chile dulce UCR 589 y de chile Jalapeño Hot, respectivamente, a través del ciclo de cultivo.

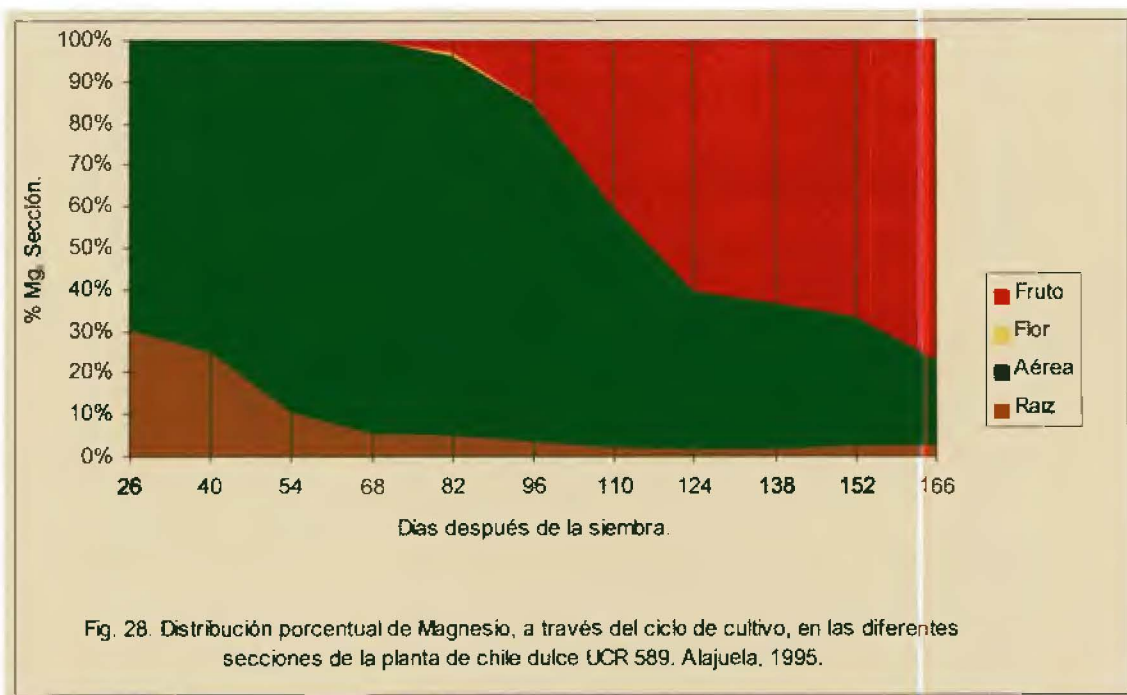


Fig. 28. Distribución porcentual de Magnesio, a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de la planta de chile dulce UCR 589. Alajuela, 1995.

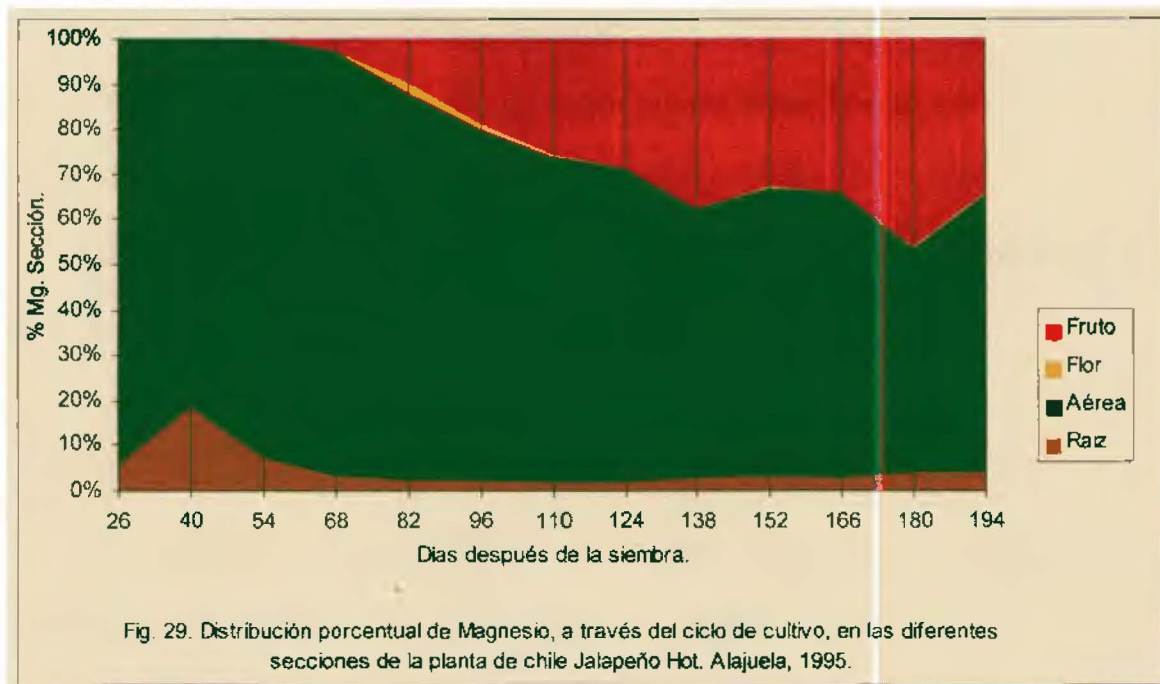
Las plantas de chile dulce UCR 589 (figura 28) inicialmente presenta la sección aérea conteniendo un 70% del total de Mg. Posteriormente y hasta los 68 dds el porcentaje incrementa. A los 68 dds se alcanza el máximo, 94%. A partir de este momento, la planta tiende a disminuir el porcentaje de Mg en la sección aérea e incrementarlo en los frutos. El aumento en los frutos continúa hasta el final del ciclo.

Entre los 96 y los 124 dds se presenta la mayor tasa de incremento porcentual de Mg en la fruta, coincidiendo con el momento de floración más intenso (a los 96 dds) y con las tasas de crecimiento de fruta más importantes.

Las raíces a los 26 dds presentan aproximadamente un 30% del Mg total. Luego disminuye gradualmente hasta los 110 dds, en donde presenta un 2%. De

los 110 dds hasta el final del ciclo de cultivo, el porcentaje se mantiene alrededor de este 2%.

A los 166 dds la parte aérea tiene un 20,6% del total de Mg, la fruta un 76,8%, la raíz un 2,4% y la flor apenas un 0,2%.



A lo largo del ciclo de cultivo, el Mg de la parte aérea de las plantas de Chile Jalapeño Hot (figura 29) presenta valores porcentuales altos. Apenas a los 180 dds, alcanza el valor porcentual más bajo, con aproximadamente un 50%. El porcentaje mayor de Mg en esta sección se logra a los 68 dds con un 94,0%.

En la raíz, el porcentaje se incrementa de un 5,6% a los 26 dds a un 14,3% a los 40 dds, que es el máximo alcanzado por ésta sección. Posterior a los 40 días, el porcentaje disminuye gradualmente y llega a un valor de 2,2% a los 82 dds. Luego y hasta el final del ciclo el porcentaje permanece entre los 2 y 3%.

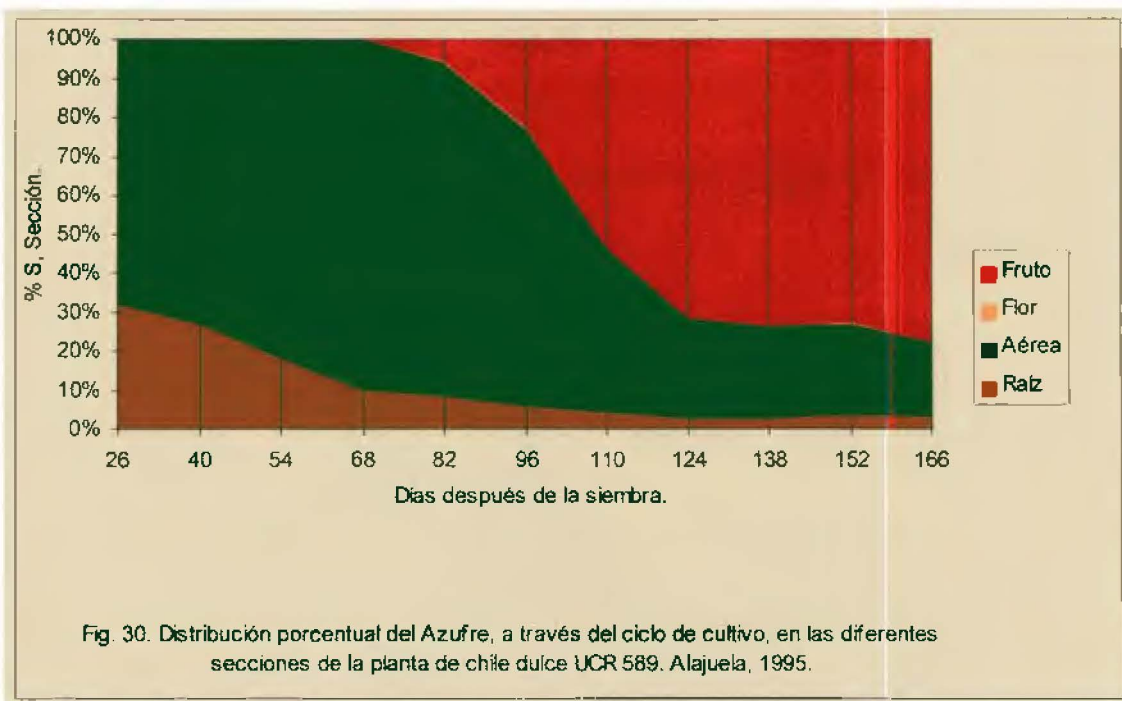
El porcentaje de Mg en los frutos, se incrementa principalmente de los 64 días hasta los 138 dds, etapa que corresponde al período de formación y crecimiento de la fruta. El incremento que se nota a los 180 dds, más se debe, a un decrecimiento de la parte aérea, que a un incremento importante en el crecimiento de los frutos (véase cuadro 3).

El mayor porcentaje de Mg en la flor ocurre a los 82 dds, corresponde a un 2,2% del Mg total de la planta.

A los 194 dds el porcentaje de Mg en la sección aérea corresponde a un 61,6%, los frutos contienen un 34,2%, la raíz un 4% y la flor un 0,2%.

7. Distribución porcentual del Azufre, a través del ciclo, en las fracciones de la planta, de ambos tipos de chile.

En las figuras 30 y 31, se expone la distribución porcentual del Azufre, absorbido y ,o translocado en las diferentes secciones de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot, respectivamente.

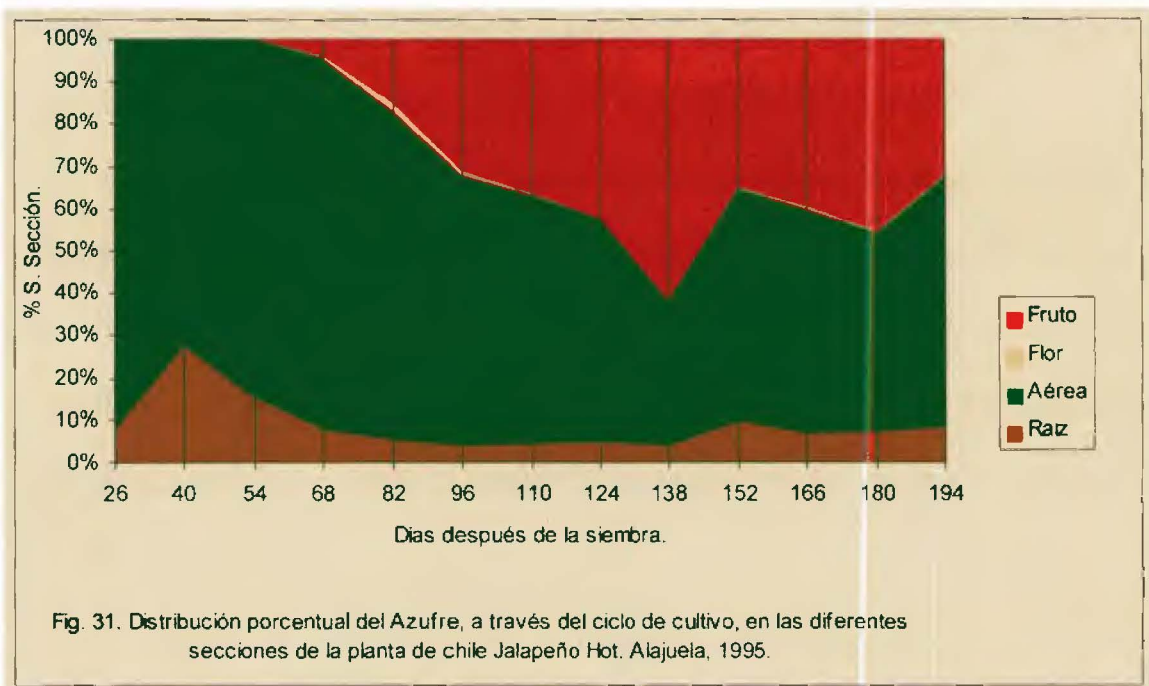


La figura 30, referida al chile dulce UCR 589, muestra que el contenido de S en la raíz a los 26 dds es de un 31,7%. Conforme transcurre el ciclo de crecimiento, ese porcentaje disminuye y se incrementa en otras secciones de la planta. La tendencia a la disminución continúa hasta aproximadamente los 124 dds. De los 124 dds hasta el fin del ciclo de cultivo, el porcentaje se mantiene relativamente constante, alrededor de un 3%.

El porcentaje de S en la parte aérea se incrementa de los 26 a los 68 dds, conteniendo un 90% del total del S presente en la planta. Éste disminuye fuertemente con el inicio de la floración a los 68 dds y el posterior crecimiento de los frutos, periodo que se desarrolla principalmente entre los 68 a los 138 dds. El porcentaje de S en la fruta continúa en aumento hasta el final del ciclo.

El porcentaje de S en las flores es muy bajo, el máximo se alcanza a los 82 dds con menos de un 1%.

A los 166 dds el porcentaje de Azufre en la fruta es de un 78%, la parte aérea posee un 18,9% y la raíz un 3%.



La figura 31 corresponde a la distribución porcentual del S en la planta de Chile Jalapeño hot.

Al inicio, la parte aérea muestra el porcentaje de S más importante. Antes de la aparición de la fruta, el porcentaje en esta sección, ronda el 80% en promedio. Con el inicio de la floración (64 dds) y posterior crecimiento de los frutos, ese porcentaje disminuye y se incrementa en la fruta gradualmente hasta los 138 dds. En este momento, el porcentaje de S en la fruta alcanza el máximo, 62%, luego decrece. Este "pico" y su posterior decrecimiento ocurrido a los 138

dds, se puede inferir analizando los valores de peso seco de la fruta y la parte aérea (cuadro 3) ocurridos a los 124, 138 y 152 dds, en donde, inicialmente la parte aérea crece a una menor tasa comparada a la tasa de crecimiento de la fruta en el mismo período de tiempo (124 a 138 dds). Luego esta situación se invierte y la tasa de crecimiento en la parte aérea es mayor comparada a la tasa de crecimiento que ocurre en los frutos en el período 138 a 152 dds.

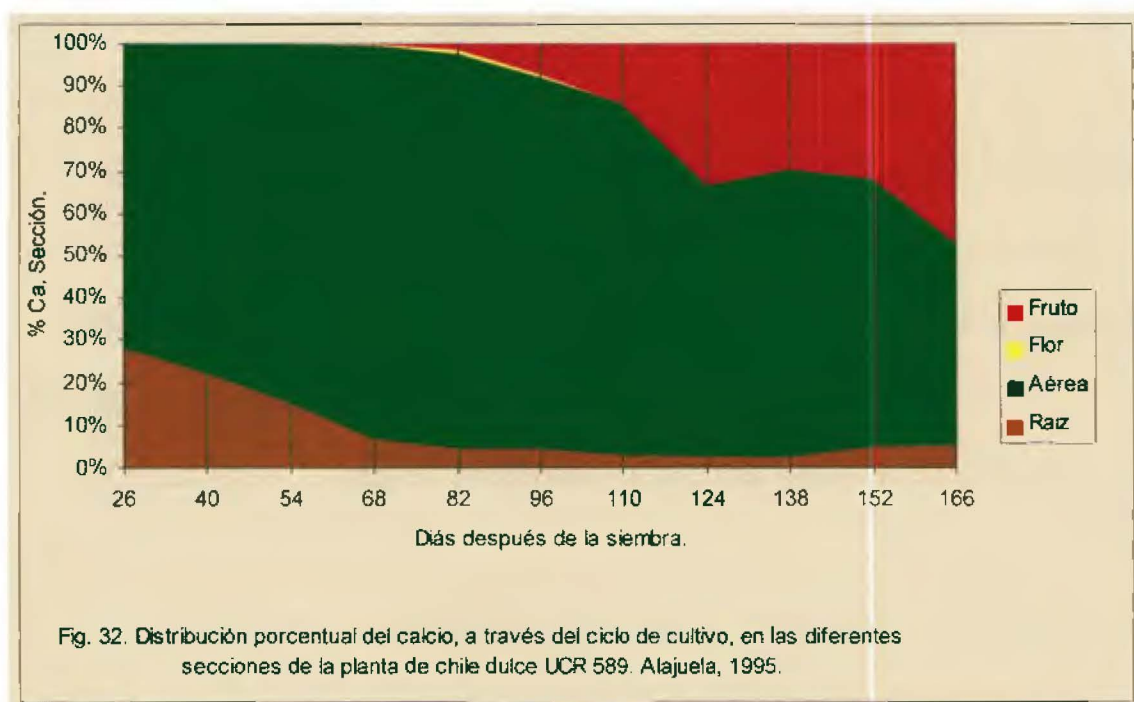
El porcentaje de S en la raíz se incrementa de los 26 días a los 40 dds, pasando de un 7,6% a un 27%. Posterior a los 40 dds, disminuye hasta los 96 dds, en donde, se da aproximadamente un 3,7%. De los 96 a 138 dds el porcentaje permanece relativamente constante, luego de los 138 dds aumenta un poco, alrededor de los 6,6%, y se mantiene relativamente constante hasta el final del ciclo de cultivo.

El porcentaje de S en la flor es pequeño, comparado a otras secciones, a los 82 dds alcanza el mayor porcentaje: 2,3%.

A los 194 dds el S se encuentra distribuido en un 59,6% en la parte aérea, un 32,3% en la fruta, un 8% en la raíz y el resto en la flor.

8. Distribución porcentual del Calcio, a través del ciclo, en las fracciones de la planta, de ambos tipos de chile.

En las figuras 32 y 33, se expone la distribución porcentual del Calcio a través del ciclo de cultivo, en las diferentes secciones de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot respectivamente.



La figura 32 corresponde a las plantas de chile dulce UCR 589.

Como se puede apreciar en esta figura, el porcentaje de Ca absorbido y/o translocado por la parte aérea es apreciable. A los 26 dds tiene un 72,3%. Este porcentaje se incrementa hasta los 68 dds y se mantiene a los 82 dds aproximadamente en un 93%. Con el inicio de la floración y posterior desarrollo de la fruta, el porcentaje de Ca en la parte aérea disminuye, no obstante, la

disminución no es tan marcada como en otros elementos nutritivos en éste mismo tipo de chile.

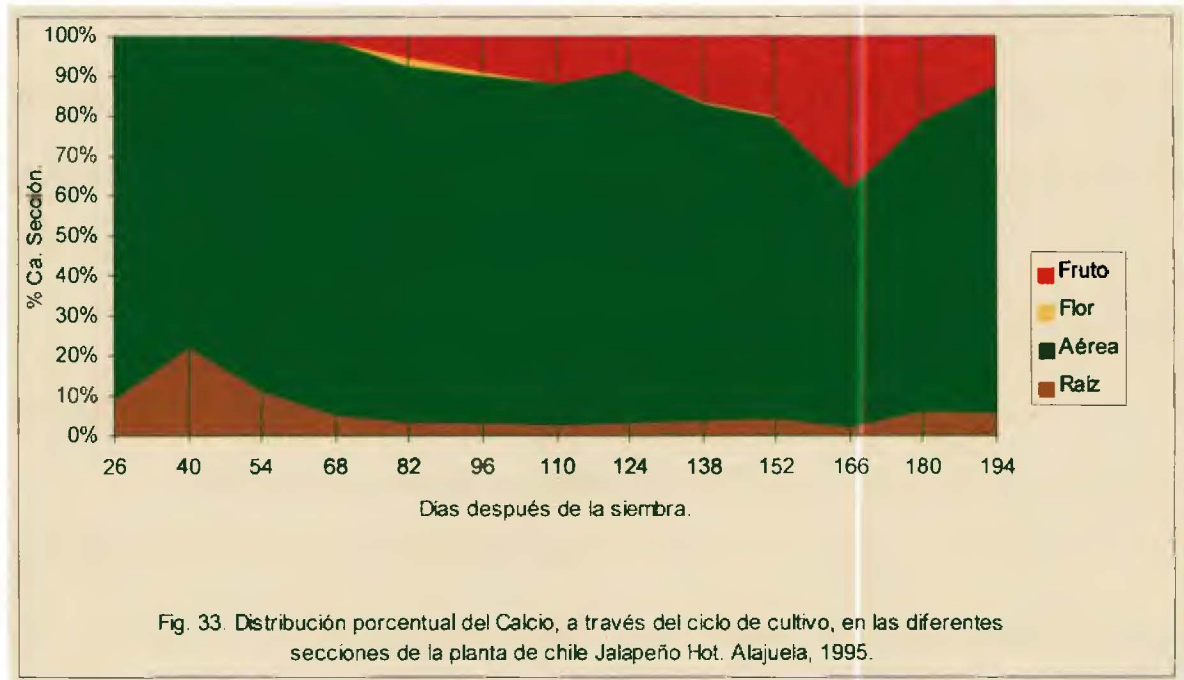
El porcentaje de Ca en la fruta, continuamente se incrementa hasta los 124 dds (inicio de la cosecha) en donde presenta un 33,5%. A los 138 y 152 dds éste decrece y se incrementa el porcentaje en la parte aérea. Al final del ciclo (166 dds) el porcentaje en la fruta aumenta nuevamente, alcanzando el máximo en esta sección: 47%.

En la raíz, a los 26 dds presenta un 27,7%. A partir de ésta fecha, su contenido porcentual decrece paulatinamente hasta los 110 dds, en donde tiene un 2,9%. Entre los 110 y 138 dds permanece relativamente constante. A los 152 y 166 dds aumenta levemente, 4,7- 5%.

En las flores, el mayor porcentaje se registra entre los 82 y 96 dds con un 1-0,7%.

A los 166 dds el porcentaje de Ca en la parte aérea corresponde a un 47,7%, la fruta posee un 47%, la raíz un 5% y la flor el resto del porcentaje.

La distribución del Calcio, en las diferentes secciones de la planta de chile Jalapeño Hot, a través del ciclo de cultivo, se presenta en la figura 33.



En general el porcentaje de Ca en la parte aérea es muy cuantioso respecto al de otras secciones de la planta.

A los 26 dds el porcentaje en la sección aérea representa aproximadamente un 90%. A los 40 dds disminuye aproximadamente un 10%. Posteriormente crece y a los 68 días alcanza su máximo de 93,5%. El período que se desarrolla entre los 68 y 124 dds, el porcentaje de Ca en ésta sección se mantiene relativamente alto, alrededor de un 87%. Después de los 124 días y hasta los 166 dds disminuye. Con el inicio de la floración a los 64 dds y posterior desarrollo de frutos el porcentaje de Ca en la fruta aumenta, no tan agresivamente como en otros elementos nutritivos. De los 124 a 166 dds el incremento

porcentual en la fruta se intensifica. A los 166 dds la fruta posee el máximo porcentaje: 38%, luego decrece.

La raíz, inicialmente posee un 9% del Ca, y luego, éste crece a 21,4% a los 40 dds. A partir de este momento y al igual que con otros elementos nutritivos, el porcentaje de Ca en la raíz decrece con el tiempo. A los 82 dds y hasta el final del ciclo de cultivo el porcentaje oscila en alrededor de un 3-4%.

El máximo porcentaje de Ca en las flores se registra a los 82 dds, corresponde a un valor aproximado al 2%.

A los 194 dds la parte aérea posee un 81,7%, los frutos un 12,5%, la raíz un 5,7% y las flores el porcentaje restante.

Se debe destacar que en ambos tipos de chile el porcentaje de Ca en la sección aérea es elevado, lo que se relaciona con la importancia del Ca en la estructura de la planta. En relación Blanco y Canessa (1978), mencionan que, el Ca se necesita para los meristemas apicales, radicales y aéreos, y éste se acumula en las hojas adultas.

En general, la planta de chile dulce UCR 589, absorbe y transloca la mayor cantidad de nutrimentos en los frutos. Dado que los frutos son la parte comercial, se deben considerar como salidas importantes de nutrimentos del sistema de producción. Por otro lado, en las plantas de chile Jalapeño Hot, un porcentaje importante del contenido de elementos se localiza en la parte aérea y en la raíz. En consecuencia, el reciclaje de las plantas en el campo, sería una práctica apreciable para mantener la fertilidad natural del terreno.

E. PROPUESTA DE FERTILIZACION.

Con el fin de potencializar la genética de la planta y obtener altos rendimientos, el diseño de un programa de fertilización, confiable, a utilizar, implicaría considerar diferentes aspectos, tales como: la cantidad de nutriente disponible a la planta que hay en el suelo, requerimientos del cultivo, rendimiento esperado, eficiencia de la fertilización, momentos de absorción, etc.

A continuación se presenta, para ambos tipos de chile, un resumen y propuesta inicial, que sirve de guía en un programa de fertilización. Comprende, momentos de aplicación, porcentajes del elemento a aplicar y la cantidad en Kg / ha.

Esta propuesta, responde a los resultados de esta investigación y a las condiciones en que se generó. No se estima la eficiencia del fertilizante con otros manejos y en ambientes o tipos de suelo diferentes.

Para el chile dulce, UCR 589, se sugiere como primer opción, fraccionar en 6 aplicaciones la fertilización. Según las fechas y porcentajes, para cada elemento, que se presentan en el cuadro 8. Una segunda sugerencia sería: fraccionar en 5 aplicaciones, a los 40, 82, 96, 110 y 124 dds. El porcentaje de cada elemento, que aparece a los 68 dds, se pueden recargar a los 40 dds. Si las posibilidades permiten solamente cuatro aplicaciones, la fertilización se fracciona a los 40, 82, 96 y 110 dds, en donde, el porcentaje para cada elemento a los 68 dds se recarga a los 40 dds, y el de los 124 a los 110 dds.

Cuadro 8. Distribución del fertilizante (en porcentaje y en Kg/ha), de los principales nutrientes, para las plantas de chile dulce UCR 589, durante el ciclo de producción.

NUTRIENTE.	FECHA.						total.
	40 dds. ^{1/}	68 dds. ^{2/}	82 dds. ^{3/}	96 dds. ^{4/}	110 dds. ^{5/}	124 dds. ^{6/}	
K ₂ O.	%	2	7	16	26	37	12
	Kg / ha.	6,5	15	32,5	56,5	80	26
N.	%	3	6	15	29	17	30
	Kg / ha.	4,5	8	21	40,5	24	41,5
P ₂ O ₅ .	%	2	3	7	16	26	46
	Kg / ha.	1	2	4	9,4	15,3	27
SO ₄ .	%	2	4	12	18	18	46
	Kg / ha.	1	2	5	8	8	20,5
CaO.	%	3	13	26	33	16	9
	Kg / ha.	1	4,2	8,5	11	5	3
MgO.	%	2	9	20	28	18	23
	Kg / ha.	0,5	2	4	6	4	5

1/ Al trasplante.

2/ Inicio de floración.

3/ Pocos días después del inicio de la floración, existen algunos frutos pequeños. El crecimiento vegetativo es muy intenso.

4/ Floración muy intensa (máxima), abundancia de fruta pequeña. El crecimiento vegetativo es intenso.

5/ Floración escasa (últimas flores), existe fruta de diferente tamaño, predomina la pequeña, luego la mediana. Poco crecimiento vegetativo.

6/ No hay flores, frutas de diferente tamaño, predominan las grandes.

Para el chile Jalapeño Hot, se sugiere fraccionar el programa de fertilización en 7 aplicaciones, según las fechas y porcentajes que se presentan en el cuadro 9. La segunda sugerencia, sería con 6 aplicaciones: a los 40, 82, 96, 110, 124 y 152 dds. A los 40 dds se recarga, para cada elemento, el porcentaje de los 68 dds. Otra sugerencia con cinco aplicaciones sería, a los 40, 82, 96, 124 y 152 dds, en donde, el porcentaje correspondiente a los 68 y 110 dds se recarga a los 40 y 96 dds respectivamente.

Cuadro 9. Distribución del fertilizante (en porcentaje y en Kg/ha), de los principales nutrientes, para las plantas de chile Jalapeño Hot, durante el ciclo de producción.

NUTRIENTE.		FECHA							total.
		40 dds. ^{1/}	68 dds. ^{2/}	82 dds. ^{3/}	96 dds. ^{4/}	110 dds. ^{5/}	124 dds. ^{6/}	152 dds. ^{7/}	
K ₂ O.	%	6	12	27	17	7	22	9	95,6
	Kg / ha.	6	11	26	16	7	21	8,6	
N.	%	8	12	29	13	10	28		60,0
	Kg / ha.	5	7	17	8	6	17		
CaO.	%	3	7	16	12	10	20	32	45,0
	Kg / ha.	1,3	3,1	7	5,4	4,5	9	14,4	
SO ₄ .	%	4	5	22	11	4	54		24,8
	Kg / ha.	1	1,2	5,5	2,7	1	13,4		
MgO.	%	6	12	28	20	6	28		12,2
	Kg / ha.	1	1,5	3,3	2	1	3,4		
P ₂ O ₅ .	%	3	7	20	10	10	10	40	17,0
	Kg / ha.	0,5	1	3,5	1,7	1,7	1,7	7	

1/ Al trasplante.

2/ Inicio de la floración.

3/ Días después del inicio de la floración, existen solamente frutos pequeños. El crecimiento vegetativo es muy intenso.

4/ Floración muy intensa (máxima), frutas de diferentes tamaños, predomina la pequeña, luego la mediana. El crecimiento vegetativo es intenso.

5/ Disminuye la floración, frutas con diferente tamaño, predomina la pequeña y la mediana.

6/ No hay flores. Fruta de diferente tamaño. Poco crecimiento vegetativo.

7/ Frutas de diferente tamaño, predominan las grandes y medianas. Floración intensa en un segundo ciclo.

Como complemento al programa de fertilización, que se plantea, para ambos tipos de chile, se recomienda la aplicación, vía foliar, de los micronutrientes: Fe, Mn, Cu, B y Zn. La utilización de los mismos debe iniciar aproximadamente a los 82 dds y se prolonga hasta finalizar el ciclo, se puede aplicar una vez por semana, o cada dos semanas.

En relación al Calcio, la práctica de aplicarlo al suelo, previo a la siembra, no solo se debe considerar como una enmienda para corregir problemas del pH, sino, también como nutrimento. Además, se puede aplicar como nitrato de calcio, entre los 82 y 138 dds especialmente.

CONCLUSIONES

1) Ambos tipos de chile presentan una curva de crecimiento sigmoideal. Con las siguientes fases: A) Fase inicial, preparatoria a la germinación. En el Jalapeño Hot corresponde de los 0 a los 7 dds, para el chile UCR 589 de los 0 a los 8 dds. B) Fase 2, de los 7 hasta los 110 dds el chile Jalapeño Hot, y de los 8 hasta los 138 dds el UCR 589. Comprende la fase de rápido crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas. Se caracteriza por que en ambos tipos de chile, la planta presenta los valores de ICR e IAN más altos, además, los valores del IAF y K son crecientes. Tanto la RAF como la RPR presentan los decrecimientos más importantes. C) Fase 3, de los 111 hasta los 152 dds el Jalapeño Hot. El UCR 589 abarcaría de los 139 hasta los 152 dds. En ambos tipos de chile, el crecimiento vegetativo y reproductivo disminuye gradualmente. Presenta valores de ICR, IAN y RAF decrecientes, la K permanece constante. D) Fase 4, en ambos tipos de chile comprendería de los 153 hasta los 166 dds. Presentan un valor de ICR cercano a cero. Los índices IAN, RAF y RPR son bajos y constantes. E) Fase 5, desde los 167 hasta los 180 dds, para los dos tipos de chile. Es la senectud de la planta. Los valores de ICR son negativos.

2) La distribución de la biomasa, en ambos tipos de chile, está ligada a la fenología de la planta, especialmente, a la floración y a la fructificación. Se presentan tres etapas generales: en la primera, la biomasa se distribuye entre el tallo, las hojas y la raíz. En la segunda, la biomasa de las secciones mencionadas disminuye porcentualmente y se incrementa progresivamente en las flores y

frutos. En la tercera, la distribución de la materia seca en la planta, alcanzada en la etapa anterior, permanece relativamente constante hasta el final del ciclo.

3) La planta de chile UCR 589 invierte más fotoasimilados hacia la producción de fruta, que hacia la parte vegetativa. El chile Jalapeño Hot transloca en partes relativamente similares entre lo vegetativo y lo reproductivo. Además, observando los valores del IAN y de la RAF, se puede decir, que la planta de chile dulce UCR 589 es más eficiente que el Jalapeño Hot en la producción de frutos. Los valores máximos del IAN, en las plantas de Jalapeño Hot, coinciden con la fase de rápido crecimiento de la parte aérea y de la fruta. En relación al UCR 589, el máximo IAN, coincide con la fase de rápido crecimiento de fruta.

4) La duración del primer ciclo de floración es muy similar en ambos tipos de chile, no obstante, el chile Jalapeño Hot produce una mayor cantidad de flores por planta.

5) La planta de chile dulce UCR 589, reduce el crecimiento vegetativo cuando inicia la fructificación, especialmente cuando los frutos presentan las mayores tasas de crecimiento. Se puede señalar, que los frutos asumen un papel más importante como sumidero de fotoasimilados y nutrientes que otros órganos de la planta. En la planta de Jalapeño Hot, la influencia del crecimiento de los frutos sobre el crecimiento vegetativo es menos marcada.

6) La Extracción de nutrientes, en ambos tipos de chile, muestra el siguiente orden decreciente: $K_2O > N > P_2O_5 > CaO > SO_4 > MgO > Fe_2O_3 > Mn >$

$\text{Cu} > \text{B}_2\text{O}_3 > \text{Zn}$. La única variante observada fue que en el chile jalapeño el P_2O_5 ocupa el quinto lugar en el orden de extracción.

7) En ambos tipos de chile, la concentración de los elementos nutritivos en las distintas partes de la planta, fluctúan a través del ciclo de crecimiento. El principal evento fenológico que modula éstas fluctuaciones es la fructificación.

8) Las plantas de chile jalapeño Hot, al final del ciclo de cultivo han acumulado los elementos K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y B principalmente en la parte aérea. El P y el S en la fruta. El Fe se distribuye aproximadamente igual entre la raíz y la parte aérea. El N se acopia principalmente entre los frutos y la parte aérea. Por otro lado, el chile dulce UCR 589, acumuló los elementos N, P, Mg, K, S, Cu y Zn en mayor porcentaje en los frutos. El Ca, B y Mn en la parte aérea y el Fe en la raíz.

BIBLIOGRAFIA

ACHHIREDDY, N.R.; FLETCHER, J.S.; BEEVERS, L. 1982. The influence of shade on the growth and nitrogen assimilation of developing fruits on bell pepper. Hortscience. 17. 635:637.

ALERS-ALERS, S.; ORENGO-SANTIAGO, E. 1977. Lack of response of sweet peppers to P levels, P placement and timing of N application in southern Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 61 (3) 389:391.

ASCENCIO, J. 1972. Análisis del crecimiento y eficiencia fotosintética del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) var. "Turrialba 4" cultivado en solución nutritiva. Tesis Mag. Sc., Turrialba Costa Rica. CATIE. 98p.

ASGROW. 1993. Fresh choices in vegetable seed. 46 p.

ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER
(AVRDC). 1989. Progress Report summaries. AVRDC publication.
Shanhua Tainan. 108 p.

BARRIENTOS, E. 1988. Evaluación de necesidades de N, P y Mg en chile dulce, Capsicum annuum L, asociado con café, Coffea arabica, en siembra nueva. Tesis. Ing. Agr. Centro Regional de Occidente, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 49 p.

BERTSCH, F. 1980. Análisis del crecimiento y la nutrición vegetal. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 23 p.

BERTSCH, F. 1993. Curvas de absorción de nutrimentos en aráceas. In. Taller sobre aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejíbaya. CIA. UCR. San José, Costa Rica.

BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. 157 p.

BIALE, J.B. 1964. Growth, maturation and senescence in fruits. Science. 146. 880:888.

BLANCO, E. 1978. Respuesta del chile dulce, variedad "California Mild", a la aplicación foliar de elementos menores. Tesis. Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotécnica. 43 p.

BLANCO, E.; CANESSA, W. 1978. Respuesta del chile dulce, (Capsicum annuum L.) Var. California Mild, a la aplicación foliar de elementos nutricionales. In. Resúmenes, Congreso Agronómico Nacional. 3, 1978. San José, Costa Rica. Vol. 1.

CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION. (CFA). 1995. Manual de Fertilizantes para Horticultura. Limusa. Traducido por M. GUZMAN. México, D.F. México. 297 p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Turrialba, Costa Rica. 143 p.

- CERDAS, J.** 1988. Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en Alajuela. Tesis. Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 76p.
- CHINCHILLA, E.; HERNANDEZ, A.** 1988. Perfil de factibilidad; proyecto de chile picante. San José, Costa Rica. CNAA. Mimeografiado. 7 p.
- DIAZ-ROMEAU, R ; HUNTER, A.** 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico del suelo y tejidos vegetales e investigación en invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 62 p.
- GONZALEZ, L.**1989. Evaluación de 14 cultivares de chile dulce (Capsicum annum L). Tesis. Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 55 p.
- GONZALEZ, P. BERTSCH, F.** 1989. Absorción de nutrimentos por el crisantemo (Chrysantemum morifolium) var. "Super White" durante su ciclo de vida en invernadero. Agronomía Costarricense 13(1):51-60.

HALL, A. J. 1977. Assimilate source-sink relationship in Capsicum annuum
L. I. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. Aust. J.
Plant Physiol. 4. 623:636.

HENRIQUEZ, C.; BERTSCH, F.; SALAS, R. 1995. Fertilidad de suelos;
Manual de Laboratorio. San José, Costa Rica. 64p.

HERNANDEZ, L. 1978. Fertilización del chile dulce con N y P en el Tejar
del Guarco, Cartago (Costa Rica). In Estación Experimental Fabio
Baudrit M. UCR. Informe anual de labores 1977. Alajuela, CR. pp.
48-49.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1980. Manual de
hortalizas. Bogotá. Colombia. pp. 121-143.

JIMENEZ, A. 1992. Curva de crecimiento y absorción de nutrientes en
chile picante, variedad Cayenne criollo. CINDE. San José, Costa
Rica. Mimeografiado.

- JIMENEZ, J.; DIMASI, S.; BUSTAMANTE, E.; JIMENEZ, F.** 1990. Caracterización y patogenicidad de bacterias asociadas con el ataque de Neosilba sp. (Diptera Lonchaeidae) en chile dulce. MIP. (Costa Rica). N° 16: 12-18.
- JONES, J.; WOLF, B.; MILLS, H.** 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Georgia, USA. 213p.
- LEON, J.**1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. 432 p.
- LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W.A.** 1963. Maximun crop productivity: and estimate. Crop science. 3:67.
- MENDEZ, C.** 1987. Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en dos cultivares de camote (Ipomoea batata) en Alajuela. Tesis. Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 65p.
- MILTHORPE, F.; MOORBY, J.** 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Hemisferio Sur. Traducido por H. GONZALEZ. Buenos Aires, Argentina. 259 p.

- MIRANDA, D.** 1994. Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en chile jalapeño (Capsicum annuum) en Guanacaste. Tesis. Ing. Agr. Escuela de Fitotécnia. Facultad de Agronomía. Sede regional de Guanacaste. Universidad de Costa Rica. 74 p.
- MOLINA, E. SALAS, R. CASTRO, A.** 1993. Curva de crecimiento y absorcion de nutrimentos en fresa (Fragaria x ananasa cv. Chandler) en Alajuela. Agronomía Costarricense. 17(1):67-73.
- MULLER, L.** 1961. Un aparato micro-Kjeldahl simple para análisis rutinarios de materiales vegetales. Turrialba, (CR.) 11(1): 17-25.
- PURSEGIOVE, J.; BROWN, C.; GREEN, C.; ROBBINS, S.** 1987. Spices. Longman Scientific and Tecnical. England. Vol. 1. 439 p.
- RADFORD, P.** 1967. Growth analysis formulae, Their use and abuse. Crop Science. 7(3):171-175.
- RIVERA, E.; IVIZARRY,H.** 1984. Effect of fertilization with phosphorus, sulphur and micronutrients on yields of peppers growing on an alkaline soil. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico.68.(1). 1:4.

- RYLSKI, I.** 1986. Pepper (Capsicum) In. Handbook of fruit set and development. CRC. UK. pp. 341-353.
- SABORIO, M.** 1994. Hortalizas. In. Atlas Agropecuario de Costa Rica, EUNED. San José, Costa Rica. pp 397-418.
- SHIBLES, R.** 1987. Crop Physiology. Iowa State University, Iowa, USA. 214 p.
- SOLERA, G.** 1977. Análisis del principio activo y otras características agronómicas de 12 cultivares de chile picante. 51 p.
- STEER, B.T.; PEARSON, C.J.** 1976. Photosynthate translocation in Capsicum annuum. Planta. 128. 155:162.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.** 1991. Plant Physiology. Benjamin Cummings Publishing. California, USA. 565 p.
- TINDALL, H.** 1987. Vegetables in the tropics. Mcmillan Education. London, England. 533 p.

ULATE, J. 1981. Dosis y épocas de aplicación de Nitrógeno y colocación del Fósforo en la producción de chile dulce (Capsicum annuum L). Tesis. Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 48 p.

VALADEZ, A. 1993. Producción de Hortalizas. Limusa. México. 298 p.

VARGAS, L. 1975. Efecto de nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción de chile dulce (Capsicum annuum L). Tesis. Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. 31 p.

YAMAGUCHI, M. 1983. World vegetables; principles, production and nutritive values. Avi Book. USA. 415 p.

ZAPATA, M.; BAÑON, S.; CABRERA, P. 1992. El Pimiento para pimentón. Mundi-Prensa. Madrid, España. 240 p.

APENDICE

Cuadro A-1. Promedios mensuales de humedad relativa, temperatura, brillo solar y precipitación durante el experimento. Alajuela, 1995.

MES.	HUMEDAD RELATIVA. %	TEMPERATURA. °C			BRILLO SOLAR. Horas.	PRECIPITACION. mm.
		Mínima.	Promedio.	Máxima.		
		Mayo.	86,0	23,1		
Junio.	87,0	19,3	23,1	28,6	5,7	203,8
Julio.	84,0	19,5	22,9	28,7	5,0	234,2
Agosto.	89,0	18,8	22,4	27,8	6,6	490,1
Setiembre.	89,0	22,6	22,6	28,2	4,8	295,4
Octubre.	91,0	19,0	22,2	27,5	4,5	431,5
Noviembre.	78,0	19,4	23,3	29,3	5,1	95,2

Cuadro A-2. Características químicas del suelo donde se realizó el experimento. Alajuela, 1995.

FECHA DE MUESTREO.	pH.	cmol (+) / L					mg / L						
		Ca.	Mg.	K.	Acidez.	CICE.	P.	Cu.	Fe.	Mn.	Zn.	B.	S.
7 / 6 / 95.	5,7	7,1	2,0	0,67	0,4	10,2	33,5	18,0	278,0	6,3	2,0	0,72	36
31 / 8 / 95.	4,6	4,2	1,0	0,75	0,6	6,55	60,0	10,1	171,0	15,6	0,9	1,55	34
14 / 11 / 95.	5,3	2,9	0,7	0,44	1,2	5,24	35,6	11,2	171,0	8,5	2,0	—	—

Cuadro A-3. Características físicas del suelo donde se realizó el experimento. Alajuela, 1995.

PORCENTAJE:	
	%
Arena	44,0
Limo	37,0
Arcilla	22,0

Nombre textural: Franco.

Cuadro A-4. Diámetro del tallo (cm), longitud de raíz (cm), longitud aérea (cm) y área foliar (cm²) de las plantas de chile dulce UCR 589 y Jalapeño Hot, durante su ciclo de crecimiento. Alajuela, 1995.

Edad.	JALAPENO HOT.				UCR 589.			
	D.D.S.	Diámetro.	Longitud raíz.	Longitud aérea.	Area foliar.	Diámetro.	Longitud raíz.	Longitud aérea.
26	0,1	8,04	4,25	10,53	0,11	6,75	3,42	7,15
40	0,31	12,26	10,60	70,50	0,23	9,92	7,32	40,04
54	0,46	20,31	19,44	226,6	0,42	19,95	12,54	167,3
68	0,62	20,21	31,90	598,2	0,41	20,26	21,51	543,5
82	0,74	20,88	40,83	1503,0	0,98	24,05	40,62	1582,0
96	1,15	27,79	47,07	2504,0	1,16	27,95	46,62	2608,0
110	1,24	25,47	52,65	2516,0	1,26	29,03	57,62	3520,0
124	1,25	25,97	52,78	2711,0	1,35	28,90	56,20	2885,0
138	1,32	27,95	53,64	2155,0	1,40	28,81	53,72	4079,0
152	1,46	30,68	51,90	2958,0	1,44	31,40	60,11	2237,0
166	1,36	28,00	57,00	2240,0	1,44	28,73	57,11	1674,0
180	1,46	31,68	56,06	1378,0	1,55	31,62	66,42	2010,0
194	1,69	34,09	61,45	1781,0	1,58	30,82	68,90	2594,0

Cuadro A-5. Valores observados de algunas características de rendimiento en plantas de chile dulce UCR 589 y Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.

CARACTERÍSTICA	VALOR OBSERVADO. 1/	VALOR OBSERVADO.
Tipo de chile.	JALAPEÑO HOT.	UCR-589
Peso fresco promedio fruto de primera / g.	19,10	117,58
Peso seco promedio fruto de primera / g.	1,48	9,95
Peso fresco promedio fruto de segunda / g.	17,28	101,37
Peso seco promedio fruto de segunda / g.	1,32	8,45
Peso fresco promedio fruto de tercera / g.		57,16
Peso seco promedio fruto de tercera / g.		5,15
Peso fresco promedio fruto no comercial / g. ^{2/}	1,66	24,84
Peso seco promedio fruto no comercial / g.	0,09	1,98
Número promedio de flores / planta.	136,96	48,86
Número promedio frutos de primera / planta.	21,89	9,10
Número promedio frutos de segunda / planta.	17,41	8
Número promedio frutos de tercera / planta.		6
Número promedio frutos no comerciales / planta.	15,46	4,06
Frutos / planta.	54,76	27,16
Frutos comerciales / planta.	39,30	23,10
Frutos de primera / hectárea. ^{3/}	456034,37	189580,30
Frutos de segunda / hectárea.	362702,53	166664
Frutos de tercera / hectárea.		124998
Frutos no comerciales / hectárea.	322078,18	84581,98
Total de frutos / hectárea.	1140815,10	565824,28
Frutos comerciales / hectárea.	818736,90	481242,30
Peso seco total de fruta, Kg / ha.	1182,68	4105,85
Peso seco fruta comercial, Kg / ha.	1153,70	3938,37
Peso fresco fruta total, Kg / ha.	15512,41	48431,48
Peso fresco fruta comercial, Kg / ha.	14977,76	46330,47
Peso seco planta total, Kg / ha.	2455,38	4977,00

1/ Hasta los 194 dds el chile Jalapeño Hot, y hasta los 166 dds el UCR 589.

2/ Incluye frutos inmaduros, deformes, dañados por insectos, etc.

3/ 20833 plantas / hectárea.

Cuadro A-6. Valores observados de algunas características fenológicas en las plantas de chile dulce UCR 589 y Jalapeño Hot. Alajuela, 1995.

CARACTERISTICA:	VALOR OBSERVADO.	VALOR OBSERVADO.
Tipo de chile.	JALAPEÑO HOT	UCR-589
Inicio de la germinación (dds).	7	8
Inicio de la floración (dds).	64	68
Máxima floración (dds).	92	96
Número de días de antesis a cosecha del fruto.	42	56
Inicio de la cosecha (dds).	89	124
Duración de la planta en cosecha (días).	99	39
Promedio de días entre recolectas de fruta.	14	5
Duración emergencia de la plántula (días).	11	12
Duración estado de plántula (días).	54	54
Duración estado de desarrollo vegetativo (días).	103	130
Duración de la primera floración (días).	60	56
Duración estado de floración y fructificación (días).	128	96
Duración del ciclo de cultivo (días).	194	166

Cuadro A-7. Participación porcentual en peso, de los elementos nutritivos; N, P,K ,Ca ,Mg y S, respecto del peso seco final de las plantas de chile dulce UCR 589 y chile Jalapeño Hot.

	JALAPEÑO HOT.	UCR 589.
NUTRIMENTO.	%	%
N.	2,26	2,80
P.	0,28	0,51
K.	3,24	3,10
Ca.	0,88	0,42
Mg.	0,29	0,26
S.	0,30	0,31
TTL 1	7,25	7,40
TTL 2	7,31	7,46
C.C.D.F.	92,69	92,54

TTL 1= Porcentaje que corresponde al total de nutrientes macros y medios.

TTL 2= Porcentaje que corresponde al total de nutrientes macros, medios y menores.

C.C.D.F. = Porcentaje que corresponde a compuestos de carbono derivados de la fotosíntesis.