

## ABSORCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE NUTRIMENTOS EN PLANTAS DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L. CV. HOT) EN ALAJUELA, COSTA RICA<sup>1</sup>

Alvaro Azofeifa<sup>2\*</sup>, Marco A. Moreira

**Palabras clave:** *Capsicum annuum*, nutrición, fisiología, Costa Rica.

**Keywords:** *Capsicum annuum*, nutrition, physiology, Costa Rica.

Recibido: 01/10/07

Aceptado: 17/01/08

### RESUMEN

Se analizó la absorción y distribución de los nutrientes durante el ciclo de cultivo en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. Hot), en Alajuela, Costa Rica. Se determinó el peso seco y se analizó el contenido de N, P, K, Ca, Mg, y S, en cada sección de la planta. Con base en el peso seco y la concentración de nutrientes, se estimó la absorción de los elementos por cada tejido y en toda la planta. Se calculó la extracción de los nutrientes con una densidad de siembra de 20 833 plantas.ha<sup>-1</sup> y un rendimiento de 15 t.ha<sup>-1</sup> de fruta comercial fresca. El orden de extracción de nutrientes fue K>N>Ca>S>P y Mg con valores de 79,3, 60, 31,7, 8,2, 7,6 y 7,3 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las cantidades de nutrientes en las distintas partes de la planta variaron durante el ciclo de crecimiento. Al final del ciclo, la planta acumula K, Ca y Mg principalmente en la parte aérea, P y S en la fruta y N en los frutos y la parte aérea. El principal evento fenológico que reguló estas fluctuaciones fue la fructificación.

### ABSTRACT

**Nutrient uptake and partitioning in jalapeño pepper plants (*Capsicum annuum* L. cv. Hot) in Alajuela, Costa Rica.** The nutrient uptake and partitioning in jalapeño pepper plants, cultivar Hot, were analyzed during their production cycle, in Alajuela, Costa Rica. Thirteen samplings at 14-day intervals were carried out to measure dry weight and content of N, P, K, Ca, Mg, and S in each plant section. Nutrient absorption by the plants was determined on a dry weight basis. Also, nutrient extraction from the soil for a density of 20 833 plants.ha<sup>-1</sup> and a yield of 15 t.ha<sup>-1</sup> of fresh commercial fruit were estimated. The nutrient extraction order was K>N>Ca>S>P and Mg with values of 79.3, 60, 31.7, 8.2, 7.6 and 7.3 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively. Nutrient amounts in each plant section varied during the growing cycle. At the end of the crop cycle, K, Ca and Mg were accumulated mainly in the aerial part, P and S in fruits, and N in fruits and the aerial part. Fructification was the main phenological event regulating those fluctuations.

### INTRODUCCIÓN

Desde 1993, la producción y comercio mundial de chiles ha presentado un incremento del 8% promedio anual en el volumen y del 11% en los ingresos. El aumento se debe a la demanda creciente

de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales (SNIIM 2006). Datos de la FAO (2004), indican que la producción mundial alcanzó 1 701 512 t con un valor cercano a los 2 834 789 miles de dólares norteamericanos.

1 Parte de la tesis de grado del primer autor presentada a la Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

2 Autor para correspondencia. Correo electrónico: alvaro.azofeifa@ucr.ac.cr  
Centro para la Investigación en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica.

A nivel mundial, China es el mayor productor, seguido de México, Turquía, EE.UU., España e Indonesia. A la vez, EE.UU, Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda y Canadá son los principales países importadores. Estos países realizan importaciones, principalmente, de diciembre a abril. Para el 2006, el valor promedio de 1 kg de fruta fresca en el mercado de Miami, EE.UU, varió de 1-3,5 dólares norteamericanos (Nar 2005, SNIIM 2006).

En Costa Rica, el chile picante es una de las hortalizas más importantes en la industria de conservas. Tradicionalmente, su producción ha sido destinada al consumo interno, como materia prima en la elaboración de diversos productos. Además, la producción de chiles jalapeños es una excelente alternativa de diversificación, debido al alto potencial de exportación que presentan los productos elaborados a partir de estos (Saborío 1994). Cooper *et al.* (1993), indican que los principales mercados se ubican en Centro América, el Caribe y EE.UU., en donde los productos elaborados, con alto valor agregado, resultan en una alternativa muy atractiva.

También el país cuenta con las condiciones agroclimáticas apropiadas para la producción comercial de chile, así como para lograr altos rendimientos por área (Barrientos 1988). Sin embargo, hay muy poca información sobre los requerimientos nutricionales durante el ciclo de la planta y sobre los períodos de máxima absorción de los diferentes nutrientes. En este sentido, Holanda y Reino Unido, han logrado rendimientos productivos de 262 y 247 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, gracias al conocimiento y precisión con que manejan la fertilización y el riego; además del uso de variedades adecuadas (SNIIM 2006).

La absorción de nutrientes es un fenómeno que ocurre diariamente y cada proceso metabólico de la planta requiere nutrientes cualitativa y cuantitativamente diferentes. La determinación de la duración y las variaciones en biomasa de cada una de las etapas fenológicas, y su relación con los cambios en la concentración de elementos, en los diferentes tejidos de la planta, permitirá familiarizarse con los requisitos

nutricionales del cultivo. De esta forma se podrá desarrollar curvas de absorción, que es la manera apropiada para afinar los programas de fertilización (Bertsch 2003).

En este sentido, Azofeifa (2000) analizó el patrón de crecimiento y la fenología de las plantas de chile Jalapeño cv Hot. Los resultados indicaron que la producción de biomasa está ligada a la fenología de planta, principalmente durante la floración y la fructificación. El crecimiento de la planta, mostró 4 etapas: la primera, 26-82 días después de la siembra (dds), la plántula presenta un crecimiento lento, iniciando el desarrollo del sistema radical y foliar; la segunda, 83-110 dds, es de rápido crecimiento vegetativo y reproductivo; en la tercera, 111-152 dds, el crecimiento disminuye gradualmente; y en la cuarta, 153-166 dds, la planta alcanza la madurez y las tasas de crecimiento tienden a estabilizarse.

Respecto de la nutrición del chile, se menciona que los elementos requeridos en cantidades mayores por las plantas son N, P y K, y en cantidades menores Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, y Cu (en orden descendente de cantidad) (CATIE 1993). Miranda (1994), en la provincia de Guanacaste, determinó en plantas de chile jalapeño, el siguiente orden decreciente de absorción foliar de nutrientes: K; N; Ca; Mg; S; y P. A la vez, señala los siguientes valores de nutrientes extraídos por las plantas en kg.ha<sup>-1</sup>: 194; 139; 83; 33; 17; y 14 para K; N; Ca; Mg; P y S, respectivamente. Por su parte, Valadez (1993), indica que para un rendimiento de 4,48 t.ha<sup>-1</sup> de fruta comercial, las plantas extraen, en kg.ha<sup>-1</sup>, 7; 11; 7; 1; y 3 de N; P; K; Ca y Mg, respectivamente.

El objetivo de este trabajo fue determinar la absorción y distribución de los nutrientes mayores y medios en plantas de chile Jalapeño cv. Hot - Asgrow, durante el ciclo del cultivo, en condiciones de campo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de campo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (EEFBM), localizada en el barrio San José de

Alajuela, a 840 msnm. Las condiciones climáticas predominantes durante el ciclo de cultivo se presentan en el cuadro 1.

El terreno donde se estableció el experimento presenta un suelo franco (arena 44%, arcilla 22% y limo 37%). Durante el transcurso del ensayo se realizó 3 análisis químicos completos de suelo. El primero al momento del trasplante, el segundo al inicio de la cosecha y el último al inicio de la senescencia de las plantas. Los valores se presentan en el cuadro 2.

La siembra del almácigo se realizó en bandejas de estereofón de 128 celdas. Se sembró 2 semillas por celda, a una profundidad de

1-1,5 cm. Luego de la emergencia, se raleó dejando la mejor plántula.

El trasplante se realizó cuando las plántulas presentaron de 4-6 hojas verdaderas desarrolladas, a una distancia de 0,40 m entre plantas y 1,2 m entre hileras para un total de 20 833 plantas.ha<sup>-1</sup>.

En el cuadro 3 se presenta el programa de fertilización empleado. En total se aplicaron 398, 323, 302, 88 y 29 kg.ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO y B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente. Además, se realizó aplicaciones foliares, con las fórmulas 21-53-0 y 20-20-20 en el almácigo y después del trasplante, con elementos menores (B, Zn, Fe y Mo) y medios (S, Mg y Ca). Todo esto para garantizar

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

MES	HUMEDAD RELATIVA %	TEMPERATURA °C			BRILLO SOLAR h	PRECIPITACIÓN mm
		Mínima	Promedio	Máxima		
Mayo	86,0	23,1	23,1	29,2	6,4	332,7
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 2. Características químicas del suelo donde se realizó el experimento, Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela.

Muestreo	pH	cmol (+).l <sup>-1</sup>					mg.l <sup>-1</sup>						
		Ca	Mg	K	Acidez	CICE	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
Transplante	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
Cosecha	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
Senescencia	5,3	2,9	0,7	0,44	1,2	5,24	35,6	11,2	171,0	8,5	2,0	----	---

La determinación del Ca, Mg y la acidez se realizó con la solución extractora cloruro de potasio 1M dilución 1:10. Para el K, P, Cu, Fe, Mn y Zn se utilizó la solución Olsen Modificado dilución 1:10. El B y S con fosfato de calcio. El pH mediante el método potenciométrico con una relación suelo agua 1:2,5.

Cuadro 3. Programa de fertilización aplicado a plantas de chile Jalapeño cv. Hot durante su ciclo de cultivo. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela.

Fertilización	Momento de la aplicación	Fórmula	Dosis g.planta <sup>-1</sup>
1 <sup>era</sup>	Trasplante	10-30-10	20
2 <sup>da</sup>	15 días después trasplante (ddt)	10-30-10	20
		18-5-15-6-2	5
3 <sup>ra</sup>	30 ddt	Nutran	2,5
		18-5-15-6-2	2,5
4 <sup>ta</sup>	45 ddt	18-5-15-6-2	2,5
		Nutran	5
5 <sup>ta</sup>	60 ddt	18-5-15-6-2	20
6 <sup>ta</sup>	90 ddt	18-5-15-6-2	20
7 <sup>ma</sup>	120 ddt	18-5-15-6-2	20

una condición nutricional suficiente al cultivo que no impusiera límites a la absorción.

El control de plagas (*Diabrotica* spp., *Spodoptera* spp., *Anthonomus eugenii*) y de enfermedades se realizó según la ocurrencia de estas y con productos específicos.

Para el manejo de malezas durante el primer mes, se realizó una aporca y posteriormente se hicieron aplicaciones dirigidas de paraquat (0,25 kg.ha<sup>-1</sup>).

La cosecha se realizó cada 14 días, a partir del momento en que los primeros frutos alcanzaron el tamaño comercial. Estos fueron clasificados en las siguientes categorías: primera (frutos sanos, verdes, con un diámetro máximo de 2,5-3,0 cm y una longitud de 5-7 cm); segunda (frutos sanos, verdes, con una longitud >7 cm o <5 cm y un diámetro >3 cm o <2,5 cm); y no comerciales (frutos inmaduros o que presentaron daños por patógenos o insectos).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 13 tratamientos y 4 repeticiones; los tratamientos correspondieron a las épocas de muestreo: el primero fue 14 días después del 85% de plántulas emergidas (26 dds), luego a los 40, 54, 68, 82, 96, 110, 124, 138, 152, 166, 180 y 194 dds. La unidad experimental consistió de 3 surcos de 6 m, espaciados 1,2 m. En cada surco se

sembró 15 plantas a una distancia de 0,4 m. Como parcela útil se tomaron las 8 plantas centrales y se dejó como bordes los surcos externos y las 3-4 plantas laterales del surco central.

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

Para determinar el peso seco, el material clasificado en las diferentes secciones de la planta y separado por repetición, se colocó en bolsas de papel y se introdujo en una estufa a 70°C por 24-48 h hasta que alcanzó peso constante.

El análisis químico se realizó en una muestra compuesta formada a partir de las plantas de las 4 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, las muestras secas se molieron y se pasaron por una malla N° 40. Para el análisis del N, se utilizó la metodología de micro-kjeldahl, propuesta por Muller (1961). Para los otros elementos, se hizo una digestión nitroperclórica y se determinó el P por colorimetría, el K, el Ca y el Mg por espectrofotometría y el S por turbidimetría, según los métodos propuestos por Díaz-Romeau y Hunter (1978).

Con base en el peso seco y la concentración de nutrientes, se estimó la absorción de los elementos en la planta; además, se calculó la extracción de los nutrientes con una densidad de siembra de 20 833 plantas.ha<sup>-1</sup> y un rendimiento de 15 t.ha<sup>-1</sup> de fruta comercial fresca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para establecer la cantidad de nutriente absorbido, por una planta durante el ciclo de crecimiento, es imperativo determinar su biomasa y la correspondiente concentración de los elementos en los tejidos, durante y al final del ciclo de crecimiento (Bertsch 2003).

En la figura 1, se presenta la producción de materia seca en las diferentes secciones de las

plantas de chile durante su ciclo de crecimiento. Las flores y raíces presentaron la menor biomasa (Figura 1-I), con poca variación durante el ciclo de cultivo. A los 96 y 166 dds, las flores presentaron el valor de biomasa más alto. Estos momentos coinciden con 2 picos de floración (Azofeifa y Moreira 2004). En la raíz ocurrió a los 194 dds. La parte aérea y los frutos, fueron los principales depósitos de biomasa. La parte aérea evidenció un primer periodo, hasta los 82 dds, con incrementos leves de biomasa, seguido de otro con incrementos fuertes (82-110 dds), y alcanzó el máximo a los 152 dds. En este periodo se presentaron las mayores tasas de crecimiento vegetativo (Azofeifa y Moreira 2004). En los frutos, la producción de biomasa inició a los 68 dds, con incrementos continuos durante todo el ciclo

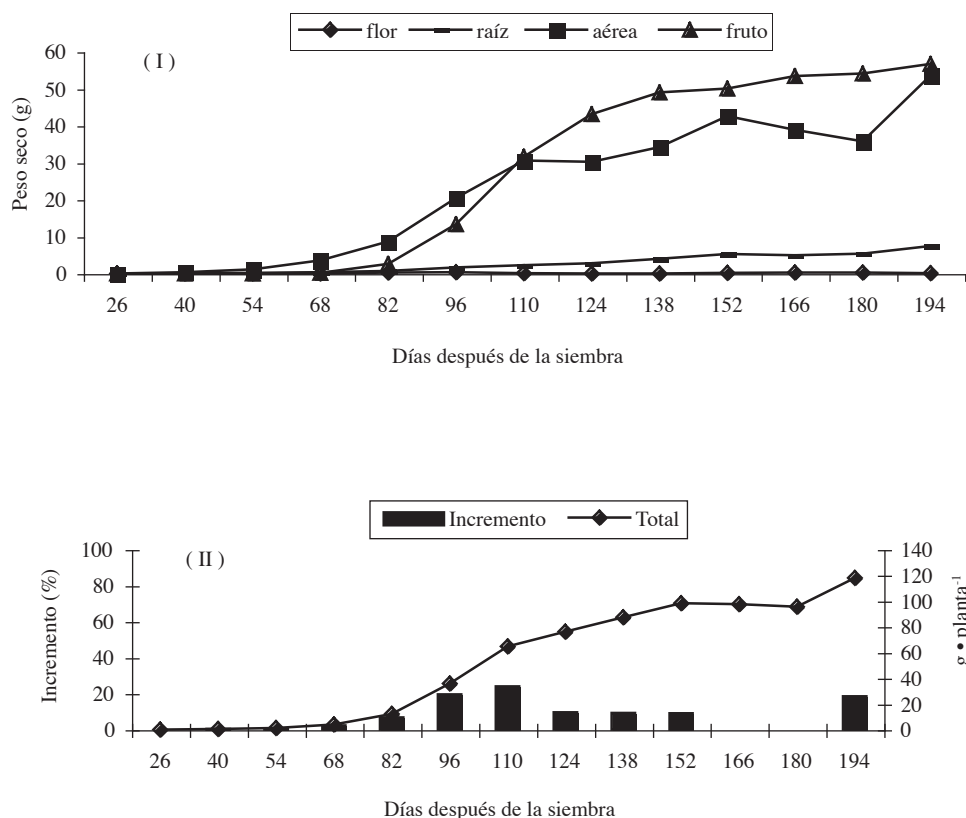


Fig. 1. Peso seco de las diferentes secciones (I) y total (II) de las plantas de chile jalapeño, cultivar Hot, durante el ciclo de cultivo.

de cultivo, entre los 82-124 dds se presentaron los mayores aumentos. Respecto del peso seco total (Figura 1-II), en el período entre los 82 y 152 dds ocurrió los mayores incrementos en biomasa, debido principalmente al crecimiento de la parte aérea y los frutos.

La concentración de los elementos nutritivos en las distintas partes de la planta varió durante el ciclo de crecimiento (Figura 2). El principal evento fenológico que reguló estas fluctuaciones fue la fructificación. Las plantas acumularon K, Ca y Mg principalmente en la parte aérea, P y S en la fruta, y N entre la parte aérea y los frutos.

Una buena parte de los nutrimentos fueron translocados a los frutos, que son los órganos comercializables, por lo que se deben considerar como salidas importantes del sistema de producción.

En el cuadro 4 se presentan los valores para la absorción total de cada nutrimento, durante el ciclo de crecimiento de las plantas. El nutrimento que fue absorbido en mayor cantidad por las plantas

de chile jalapeño Hot fue el K, seguido en orden decreciente por el N, Ca, S, P, y Mg. La absorción de K fue de 3,82 g.planta<sup>-1</sup>, equivalente a 95,55 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. El N con 2,88, el Ca con 1,53, el S con 0,397, el P con 0,360, y el Mg con 0,353 g.planta<sup>-1</sup>, respectivamente; que equivalen a 60; 45; 25; 17 y 12 kg.ha<sup>-1</sup> de N, CaO, SO<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y MgO. El patrón de absorción de nutrimentos observado resultó similar al mencionado por Miranda (1994) también con chile Jalapeño, en la zona de Guanacaste, y al indicado por Jiménez (1992), en la zona de San Carlos, provincia de Alajuela, con la variedad de chile picante Cayenne.

La relación aproximada de extracción máxima de nutrimentos en las plantas de chile Jalapeño Hot, en el orden N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O:MgO:SO<sub>4</sub>:CaO, fue 5:1:8:1:2:4, respectivamente.

La absorción de los elementos es un proceso que ocurre día a día, por ese motivo los valores son crecientes mientras haya crecimiento en la planta. En la figura 3, se presenta las curvas de absorción para los nutrimentos K, N, Ca, S, P, y Mg.

Cuadro 4. Absorción de nutrimentos (mg.planta<sup>-1</sup>) en plantas de chile Jalapeño cv. Hot durante su ciclo de crecimiento. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela.

dds	N	P	K	Ca	Mg	S
26	2 e <sup>1/</sup>	0,2 g	2 e	0,1 f	0,1 d	0,1 d
40	14 e	1,2 g	11 e	1,4 f	0,7 d	1,1 d
54	69 ed	2,9 g	69 e	14,2 f	6,0 d	5,3 d
68	198 ed	11,1 g	225 e	49,4 f	21,9 d	14,9 d
82	540 d	35,0 g	679 e	157,2 fe	62,6 d	37,0 d
96	1386 c	105,6 ef	1708 d	398,4 ed	162,5 c	124,1 c
110	2039 b	141,8 ed	2382 c	590,2 dc	233,0 b	165,0 c
124	2034 b	153,9 dc	2645 cd	730,0 c	253,6 b	182,9 c
138	2680 a	90,4 f	3484 a	1025 b	353,2 a	396,8 a
152	2884 a	189,0 c	3498 a	1041 b	334,4 a	315,3 b
166	2618 a	280,7 b	3320 ab	1533 a	346,2 a	335,6 ba
180	2530 a	360,5 a	3194 ab	736,8 c	281,3 ab	309,7 b
194	2663 a	326,8 a	3822 a	1043 b	348,1 a	351,1 ba

1/ Medias con letras iguales en la misma columna, no difieren según la prueba de Duncan (p=0,05).

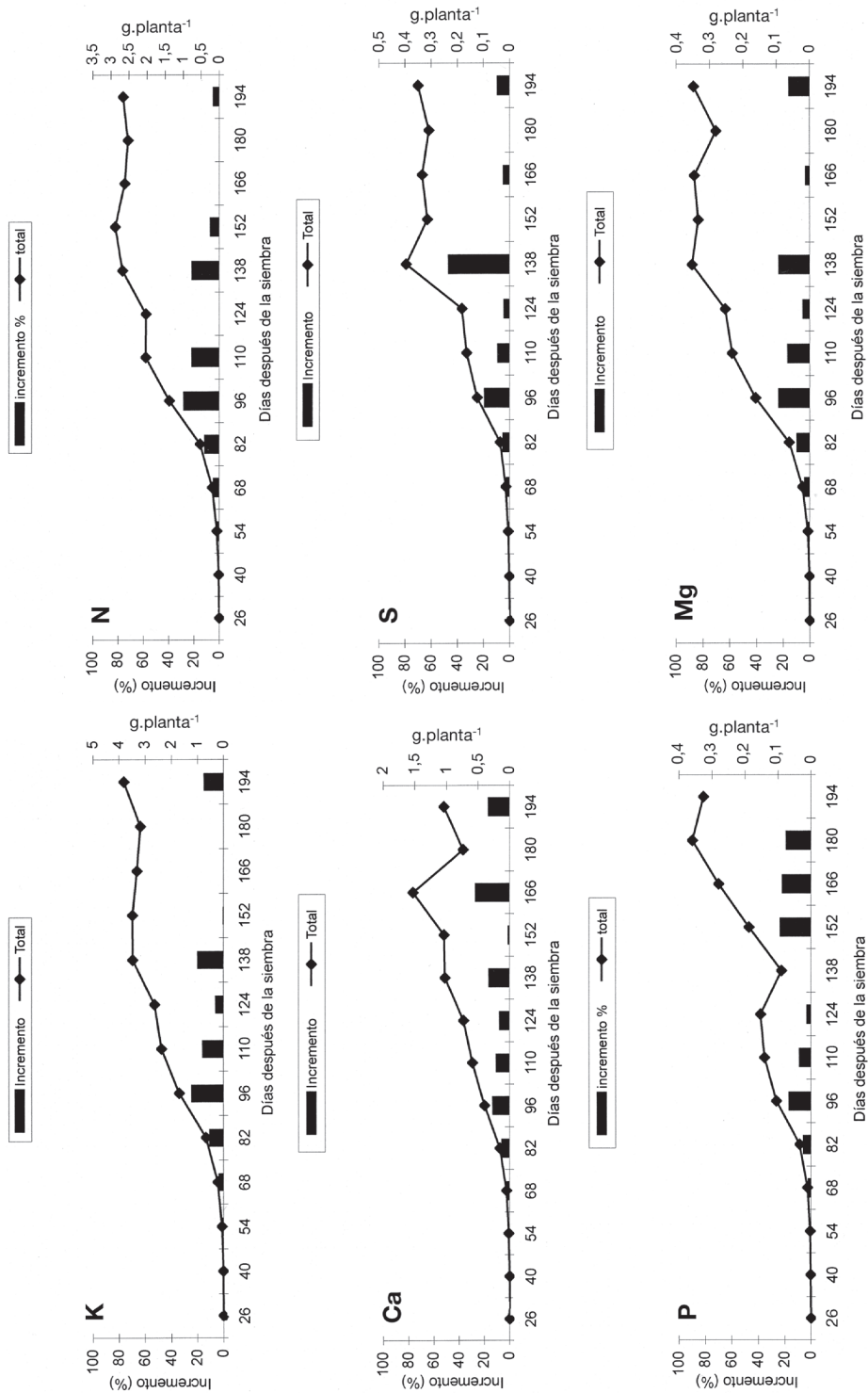


Fig. 2. Distribución porcentual de los nutrientes en las diferentes secciones de la planta de chile jalapeño. Cultivar Hot, durante el ciclo de crecimiento.

Se puede notar en las figuras 1 y 3, que la absorción de nutrimentos estuvo relacionada con la curva de crecimiento de la planta. De tal forma, que a mayor acúmulo de materia seca, mayor absorción de nutrimentos.

El período entre los 96 y 138 dds las plantas absorbieron el 84, 89, 87 y 82% del K, N, S, y el Mg, respectivamente (Figura 3). Según el ciclo fenológico observado, en esta etapa la planta se encontraba en plena fructificación, con crecimiento vegetativo aparente y con el segundo ciclo de floración (Figura 1). Para el caso del Ca, a los 166 dds la planta ha absorbido el 83% del total, momento en el cual la planta presentó valores de biomasa acumulada altos, tanto en la parte aérea como en los frutos, y el segundo ciclo de floración alcanzó el máximo. El P presentó 2 momentos importantes de absorción; el primero entre los 82 y 110 dds, con un acumulado del 33% del P total, y un segundo entre los 152 y 180 dds, en donde completa el 100% del P necesario para el ciclo de cultivo. Todos estos momentos son importantes a considerar en la definición de un programa de fertilización para este cultivo.

Se observó que el K y el N fueron los nutrimentos más utilizados por las plantas. Estos llegaron a presentar cantidades muy superiores en comparación con los otros elementos.

Para el K, el N y el S se puede notar, que los 68, 82, 124 y 180 dds corresponden a 4 momentos clave para una posible aplicación de fertilizantes, pues fueron períodos previos a un intervalo de tiempo en donde la absorción de estos elementos se intensificó. Según Azofeifa y Moreira (2004), fenológicamente, los 68 y 82 dds corresponden al momento en que la planta ha iniciado la producción, se encuentra en floración

y cuenta con algunos frutos recién cuajados. Luego, de los 124 dds, la planta presenta fruta con diferentes estados de desarrollo y muestra poco crecimiento vegetativo; a los 180 dds la planta está por comenzar otro ciclo de crecimiento vegetativo. Se debe agregar que a los 152 dds, para el caso del Ca, es el momento que marca el inicio de un período intenso de absorción de este elemento. En este momento la planta presentó principalmente fruta grande y flores del segundo ciclo de floración. El P a los 82 dds inició un período de absorción intenso, que se estabilizó a los 110-124 dds; luego de los 138 y hasta los 180 dds su absorción se incrementó nuevamente. Este segundo período de absorción sucedió cuando la planta presentó frutos formados en crecimiento activo y con el inicio de la segunda floración y consecuente formación de fruta nueva.

Con base en las curvas de absorción de nutrimentos, durante el ciclo fenológico de la planta, en el cuadro 5 se sugiere un programa de fertilización para las plantas de chile jalapeño cv. Hot. Es importante anotar que para su implementación, en condiciones específicas, se deberá considerar la eficiencia de aplicación de cada nutrimento. Como guía se puede utilizar los valores de alta y baja eficiencia indicados por Bertsch (2003); a saber: 70-50, 50-30 y 80-60% para N, P y K, respectivamente. Como primera opción, se puede fraccionar la fertilización en 7 aplicaciones, según los estados fenológicos y las cantidades de cada elemento que se presenta en el cuadro 5. Por otro lado, para reducir el costo de la mano de obra se podría fraccionar la fertilización en 5 aplicaciones, 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.



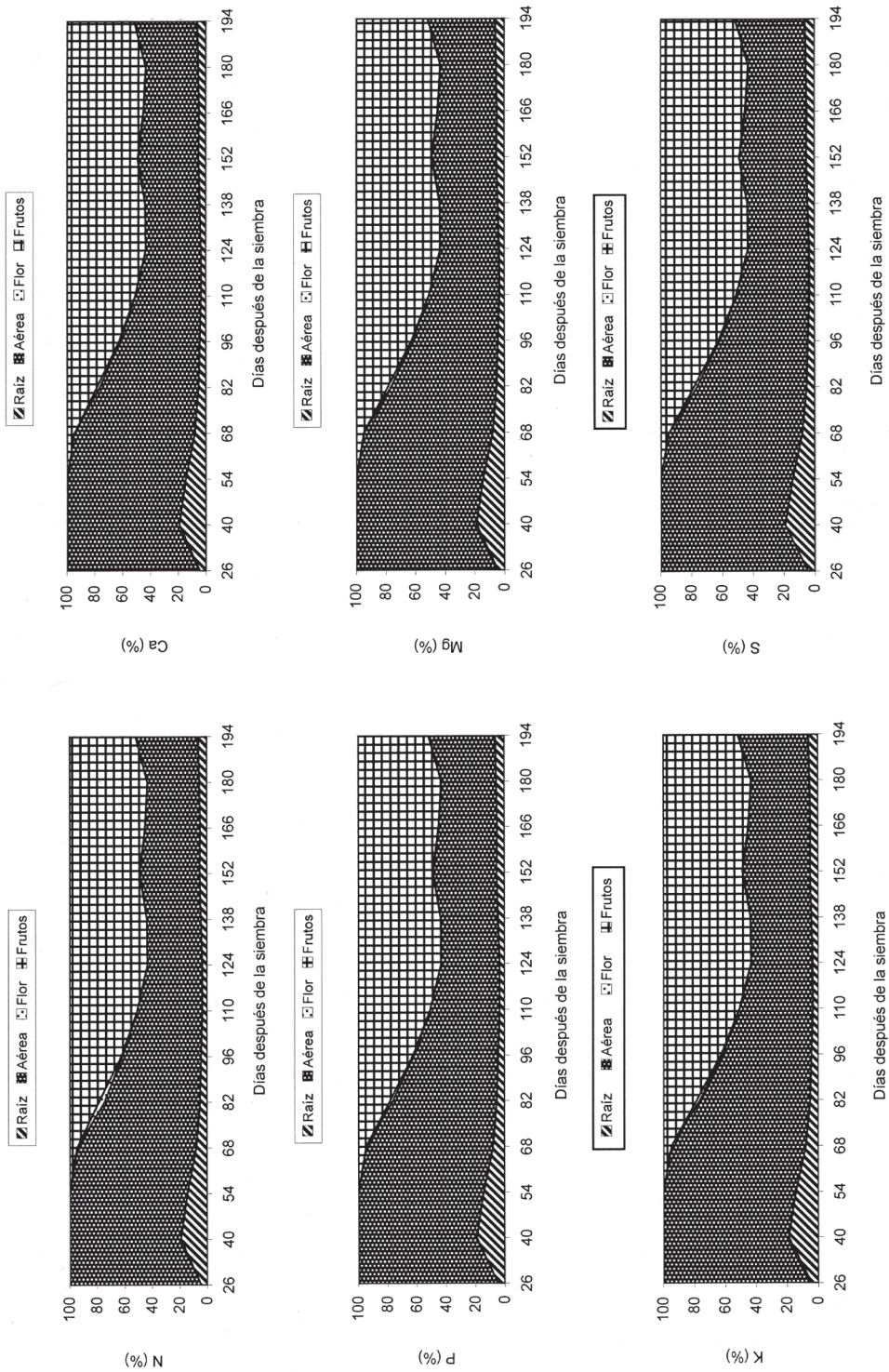


Fig. 3. Curvas de absorción de los nutrientes K, N, Ca, S, P y Mg, en plantas de chile jalapeño Hot, durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 5. Propuesta de programa de fertilización para las plantas de chile jalapeño cv. Hot, durante el ciclo de cultivo.

Fertilizante		Días después de la siembra						Total	Requisito
		40 dds <sup>1/</sup>	68 dds <sup>2/</sup>	82 dds <sup>3/</sup>	96 dds <sup>4/</sup>	110 dds <sup>5/</sup>	124 dds <sup>6/</sup>		
N	%	8	12	29	13	10	28		
	kg.ha <sup>-1</sup>	5	7	17	8	6	17	60	60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	3	7	20	10	10	10	40	
	kg.ha <sup>-1</sup>	0,5	1	3,5	1,7	1,7	1,7	7	17
K <sub>2</sub> O	%	6	12	27	17	7	22	9	
	kg.ha <sup>-1</sup>	6	11	26	16	7	21	8,6	95,6
MgO	%	6	12	28	20	6	28		
	kg.ha <sup>-1</sup>	1	1,5	3,3	2	1	3,4	12,2	12
S	%	4	5	22	11	4	54		
	kg.ha <sup>-1</sup>	1	1,2	5,5	2,7	1	13,4	24,8	25
CaO	%	3	7	16	12	10	20	32	
	kg.ha <sup>-1</sup>	1,3	3,1	7	5,4	4,5	9	14,4	45

1/ Al trasplante.

2/ Inicio de la floración.

3/ Fructificación temprana, floración intensa.

4/ Máxima floración y abundancia de fruta pequeña.

5/ Últimas flores, fruta de diferente tamaño (pequeña y mediana).

6/ No hay flores, poco crecimiento vegetativo, frutos grandes y medianos.

7/ Floración intensa en segundo ciclo, frutos grandes y medianos.

## LITERATURA CITADA

- AZOFEIFA A. 2000. Análisis de crecimiento y de la absorción de nutrimentos en dos tipos de chile (*Capsicum annuum* L.) en Alajuela. Tesis Lic. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 123 p.
- AZOFEIFA A., MOREIRA M. 2004. Análisis del crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. Hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(1):57-67.
- BARRIENTOS E. 1988. Evaluación de necesidades de N, P y Mg en chile dulce, *C. annuum* L, asociado con café, *Coffea arabica*, en siembra nueva. Tesis. Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 49 p.
- BERTSCH F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 307 p.
- BERTSCH F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. 157 p.
- COOPER E., RODRÍGUEZ R., CANESSA J. 1993. Cultivo del chile picante. CINDE / Departamento de Desarrollo. Sección Agrícola. 50 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.
- DIAZ-ROMEAO 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.
- JIMÉNEZ A. 1992. Curva de crecimiento y absorción de nutrientes en chile picante, variedad Cayenne criollo. CINDE. San José, Costa Rica. Mimeografiado. 10 p.

- MIRANDA D. 1994. Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en chile jalapeño (*C. annuum*) en Guanacaste. Tesis. Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 74 p.
- MULLER L. 1961. Un aparato micro-Kjeldahl simple para análisis rutinarios de materiales vegetales. Turrialba (CR) 11(1):17-25.
- NARL.F. 2005. Diagnóstico del sistema productivo chile jalapeño. Promotora de Servicios Comerciales del Estado de Campeche. Consultado el 17-9-07. Disponible en [http://www.campeche.gob.mx/Campeche/Gobierno/Organismos/proserco/diagnosticos\\_archivos/diagnostico%20chile%20jalape%C3%B1o.pdf](http://www.campeche.gob.mx/Campeche/Gobierno/Organismos/proserco/diagnosticos_archivos/diagnostico%20chile%20jalape%C3%B1o.pdf)
- SABORÍO M. 1994. Hortalizas. *In*. Atlas Agropecuario de Costa Rica. EUNED. San José, Costa Rica. p. 397-418.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN E INTEGRACIÓN DE MERCADOS (SNIIM). 2006. Boletín Informativo; Producción de Chile. En línea. Consultado el 17-9-07. Disponible en <http://www.agrochiapas.gob.mx/sitio/archivos/01000000/01060000/boletin%20chile%20oct%202006.pdf>
- VALADEZ A. 1993. Producción de hortalizas. LIMUSA. México. 298 p.