

## **ABSORCION Y CONTENIDO DE NUTRIMENTOS DURANTE EL CICLO DE LA PLANTA DE DOS CULTIVARES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.), EN ALAJUELA\***

*Carlos H. Méndez*  
*Marco A. Moreira\*\**  
*Floria Bertsch\*\*\**

### **ABSTRACT**

**Nutrient content and absorption throughout the plant cycle of two sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars in Alajuela.** The experiments that have been conducted in Costa Rica tending to evaluate the effects of different soil fertility levels on yield of sweet potato have provided mixed and inconclusive results. The main objective of this study was to determine the N, P, K, Ca, Mg and S content and their absorption throughout the plant cycle with the C-79 and C-82 cultivars, in Alajuela, Costa Rica. Leaf N and K concentrations followed the growth pattern of the plant. The potassium concentration diminished when the tuberization process started and it was offset during this, stage by the effect of climate on the plant growth. Maximum N absorption was found 45 days after planting which coincides with a fast aerial growth and with the beginning of the tuberization process. After 105 days its behavior could be related to the onset of the plant senescence. The C-82 cultivar that showed the largest root production, also presented the best relationship between leaf N and K concentrations, a higher foliar N concentration and a larger nutrient intake for tuberous roots production compared to C-79. The highest Ca concentration observed 75 days after planting could be related to the onset of the foliage maturity. The concentrations of the other nutrients studied followed a very stable behavior throughout the plant cycle. Nutrient absorption curves were influenced by the foliage growth pattern. In future studies, N and K must be considered as the main nutrient elements and will be important to determine the K to N ratio that could provide the highest tuberous root yield.

### **INTRODUCCION**

Los informes de la literatura respecto a la nutrición mineral del camote son contradictorios entre sí (1, 4, 8, 10, 11, 14, 17); de allí las interrogantes que aún persisten sobre los efectos de la fertilización en este cultivo. La concentración de nutrimentos informada por varios autores (2, 16) se presenta en el Cuadro 1.

---

\* Parte de la tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

\*\*Mag. Sc. Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica.

\*\*\*Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

---

**CUADRO 1.** Valores normales y críticos de los nutrientes en las hojas del camote informados por Bolle-Jones e Ismunadji (2), y por Spence y Ahmad (16).

Edad de la planta (días)	% ELEMENTO					
	N	P	K	Ca	Mg	S
20	2,20	0,43	2,04	1,00	1,67	0,41
49	5,12	0,82	6,25	1,20	9,84	0,30
70	4,47	0,65	6,15	1,08	0,67	0,31
105	3,70	0,41	5,90	0,60	0,54	0,41
Nivel de deficiencia	2,50	0,12	0,75	0,20	0,16	0,08
60	3,32	0,24	2,28	1,12	0,15	0,24
150	2,88	0,20	1,76	0,92	0,22	0,25
Nivel de deficiencia	1,50	0,10	0,50	0,20	0,05	0,08

El potasio es el elemento más importante y de mayor contenido en la planta de camote (6, 15). Se ha encontrado que la absorción de K va al ritmo de crecimiento de la parte aérea de la planta. Sin embargo, el patrón de crecimiento de las raíces tuberosas, no correlaciona directamente con las concentraciones de K foliar, sino que se correlaciona más con la distribución y cantidad de lluvia (11, 17).

Los incrementos en peso seco de las raíces tuberosas están ligados a una relación K-N. Se indica que un desbalance en el suelo a favor del N aumenta su absorción y la relación peso seco del tallo/peso seco de las raíces, lo que disminuye la producción de raíces tuberosas (7, 11). No se ha registrado ningún aumento en la producción de raíces cuando se aplica fertilizante, nitrogenado (8, 11, 12, 14, 17).

El calcio ocupa generalmente un tercer lugar en jerarquía (2, 15, 16). Cuando su concentración desciende, se debe a una deficiencia o desequilibrio entre los nutrientes (6). Pareciera existir un antagonismo del Ca y Mg respecto al potasio; ambos presentan su máxima concentración foliar cuando la de K está en su mínimo. Así mismo, la aplicación de dosis crecientes de K hace que las concentraciones foliares de Ca y Mg disminuyan (3, 10, 11).

No se ha observado una relación directa entre las dosis de fósforo aplicadas a este cultivo o las concentraciones foliares, de este elemento con la producción de biomasa total, contenido de materia seca en las raíces y calidad del producto (1, 4, 9, 11, 17).

En cualquier estado de crecimiento, las hojas absorben la mayor cantidad de nutriente, luego los tallos y por último las raíces. El objetivo de este estudio fue determinar la absorción y contenido de N, P, K, Ca, Mg y S, durante el ciclo de la planta.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica, en Alajuela, ubicada a 84° 6' de Longitud Oeste y a una Latitud de 10° 1' Norte, desde el 3 de setiembre de 1985 al 21 de enero de 1986.

Las características físico-químicas del suelo se sembró el experimento se observan en el Cuadro 2.

**CUADRO 2.** Análisis físico-químico del suelo experimental. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1985.

pH	Mg/u1				meq/100 suelo				(%)				
	P	Cu	Zn	Mn	K	Ca	Mg	Al	Arena	Limo	Arcilla	Textura	
Valor	5,9	7,5	19,0	3,2	80,0	0,3	7,5	2,4	0,6	45.0	35.0	19.0	franca

La preparación del terreno se realizó según las practicas recomendadas. Las secciones apicales de tallo se sembraron a 0,8 m entre lomillos y a 0,2 m entre si. A la siembra se colocó una fertilización básica de 25-75-25 kg/ha de N-P-K y un insecticida granulado (mefosfolan). El área foliar se mantuvo con aplicaciones quincenales, alternas, de methil parathion y clorpirifos. El combate de malezas se realizó con deshierbas manuales cada mes y a los 135 días se le aplicó un riego al cv. C-79, para mantener la condición de humedad en aproximadamente el 50% de la capacidad de retención de humedad del suelo.

Se utilizaron los cultivares C-79 y C-82, en un diseño experimental en franjas (el factor A correspondió a los cultivares y el factor B a las edades de muestreo), con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de 4 lomillos de 3,2 m de largo, los muestreos se realizaron cada 15 días, y el muestreo consistió en recoger las hojas 3a y 4a y pecíolos, de todos los tallos de la parcela útil (1,28 m<sup>2</sup>), las que se secaron a 70°C por 48 horas y posteriormente se molieron.

En el análisis de N se utilizó el método de micro-kjeldahl propuesto por Müller (13). Para los otros elementos se hizo una digestión nitroperclórica: el P se determino por colorimetría; el K, Ca y Mg por espectrofotometría y el S por turbidimetría, según los métodos dados por Díaz-Romeu y Hunter (5).

Las variables analizadas fueron la concentración y la absorción de N, P, K, Ca, Mg y S por la planta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Concentración

La concentración de los elementos que se obtuvo en el experimento se presenta en los Cuadros 3 y 4.

**CUADRO 3.** Contenido de N, P, Ca, Mg y S, del cv. C-79 en función de la edad de la planta de camote.

EDAD DDS	CONCENTRACIÓN DEL NUTRIMENTO (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
15	2,37c*	0,23d	3,06a	2,23a	0,45e	0,31ab
30	1,97cd	0,17d	3,50bc	1,47a	0,56cd	0,24c
45	1,46d	0,37c	4,24a	1,24a	0,54cd	0,32a
60	3,18a	0,36c	3,77bc	1,25a	0,51de	0,29ab
75	3,46a	0,39bc	3,58bc	1,20a	0,54cd	0,29ab
90	3,06ab	0,39bc	3,57bc	1,44a	0,54cd	0,31ab
105	2,10cd	0,42bc	3,45cd	1,25a	0,61bc	0,27bc
120	2,31c	0,53a	3,87b	1,74a	0,58bcd	0,31ab
135	2,20c	0,38bc	0,38bc	1,99a	0,72a	0,32a
150	2,50bc	0,44b	0,44b	1,62a	0,66ab	0,32a

\* Promedios con igual letra dentro de cada columna no difieren significativamente, según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

DDS = Días después de la siembra.

**CUADRO 4.** Contenido de N, P, K, Ca, Mg y S, del cv. C-82 en función de la edad de la planta de camote.

EDAD DDS	CONCENTRACIÓN DEL NUTRIMENTO (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
15	2,77cd*	0,26cd	2,71e	1,02a	0,50d	0,45a
30	2,49de	0,19c	3,16cd	1,28a	0,58cd	0,42ab
45	1,76f	0,35ab	4,08a	1,12a	0,65bc	0,42ab
60	4,69a	0,36a	3,25bcd	1,06a	0,71b	0,40bc
75	3,25bc	0,36a	3,60b	0,82a	0,63bc	0,36cd
90	3,54b	0,31ab	3,14cd	1,20a	0,71b	0,34d
105	2,26ef	0,35ab	3,42c	1,25a	0,69b	0,34d
120	2,35ef	0,36a	3,60b	1,03a	0,63bc	0,37cd
135	1,88ef	0,30ab	2,90de	1,81a	0,92a	0,40bc

\* Promedios con igual letra dentro de cada columna no difieren significativamente, según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

DDS = Días después de la siembra.

Todos los elementos analizados, excepto nitrógeno, superaron los niveles críticos informados, Cuadros 1, 3, 4. Las concentraciones foliares de N son inferiores al nivel crítico informado por Spence y Ahmad (16) pero superior al indicado otros autores (2), con excepción del tercer muestreo del "C-79". No obstante, en el campo no se apreciaron síntomas de deficiencia.

En ambos cultivares la concentración de N tendió a bajar en los primeros 45 días, Figura 1. Esto podría deberse a que la concentración inicial en el material de siembra se diluyó en la nueva biomasa y/o que el sistema de absorción y transporte de nitrógeno, en esta fase, no había llegado a su pleno desarrollo. El aumento en los valores, a partir de los 45 días, coincide con un fuerte crecimiento aéreo y el inicio del desarrollo tuberoso, por lo que los requerimientos aumentaron. Las bajas concentraciones después de los 105 días, las que fueron estadísticamente iguales, pueden relacionarse con la senescencia de la planta.

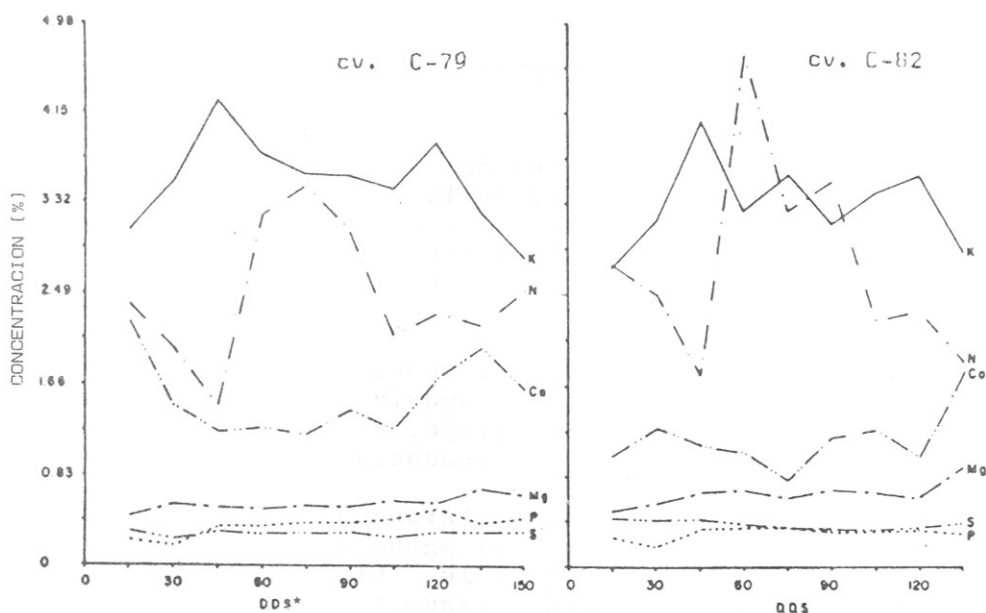


FIGURA 1. Concentración de los nutrimentos N, P, K, Ca, Mg y S de los cvs. C-79 y C-82 en función de la edad de la planta de camote.

\*DOS = Días Después de la Siembra.

La concentración de potasio empezó a decaer a los 45 días, lo que podría deberse al uso del elemento por parte de la planta, durante la tuberización. La concentración del K se alteró por el efecto del clima sobre el desarrollo de la planta. Las condiciones adversas de baja radiación solar, a los 60 y 75 días y la alta temperatura, entre los 105 y 120 días, Cuadro 5, redujeron el desarrollo tuberoso provocando que el K fuera acumulado en las hojas al no ser usado en la translocación de carbohidratos, acorde con el patrón de tuberización del cultivar.

**CUADRO 5.** Valores promedios quincenales de la radiación solar, lluvia, temperatura y humedad relativa durante el ciclo de cultivo.

<b>EDAD DDS</b>	<b>RADIACIÓN Cal. Cm<sup>2</sup> mín.</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura °C</b>
0-15	398,0	143,8	87,5	20,6
15-30	449,0	176,7	88,1	20,9
30-45	386,0	142,1	87,4	20,7
45-60	464,0	172,4	86,5	20,7
60-75	318,0	166,7	89,0	20,1
75-90	453,0	41,7	78,4	21,8
90-105	369,0	56,3	80,4	22,0
105-120	459,0	0,0	68,1	23,0
120-135	449,0	0,0	68,5	22,8
135-150	547,0	0,0	68,8	22,8

\*DDS = Días Después de la Siembra.

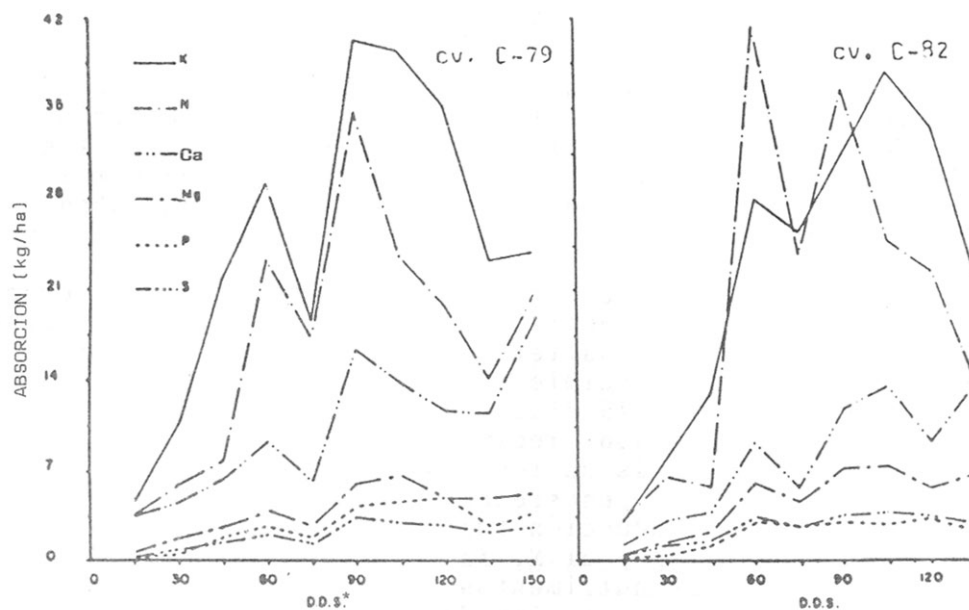
En el cv. C-82 se observó una mejor relación entre el K y el N, Figura 1, lo cual pudo incidir en la mayor tuberización que presenta este genotipo, tal como informa Fujise y Tsuno (7). Este cultivar presentó valores de N foliar más altos que el cv. C-79 y una mayor inversión de este nutrimento en el proceso, de tuberización, Figura 1.

La concentración del calcio en ambos cultivares empezó a aumentar hasta los 75 días, lo que podría estar relacionado con la iniciación de la madurez del follaje, donde la disminución del crecimiento aéreo favorece la tendencia a la acumulación del Ca.

El fósforo y el azufre presentaron una baja concentración en ambos cultivares; al igual que el magnesio tuvieron un comportamiento muy estable durante el ciclo. El P a pesar de la fertilización aplicada, no manifestó respuesta en los cultivares y así lo informaron también otros autores (1, 6, 10).

## **2. Absorción**

Las curvas de absorción de nutrimentos se presentan en la Figura 2. Todas las curvas fueron influenciadas en diferente magnitud por el patrón de materia seca impuesto por el follaje; los principales elementos N, K, Ca y Mg declinaron con la materia seca de la parte aérea. Para todos los nutrimentos, excepto potasio, el mayor índice de incremento en la absorción se presentó a partir de los 45 días.



**FIGURA 2.** Absorción total de nutrientes (kg/ha) en los cvs. C-79 y C-82 en función de la edad de la planta de camote.

\*DOS = Días después de la siembra.

En los estudios de nutrición del camote el N es problemático, pues debe estar en un nivel que favorezca el desarrollo inicial del cultivo, pero que no propicie, según el cultivar un crecimiento aéreo excesivo que restrinja la tuberización. Cuando se requiera el uso de N este podría ser fraccionado en dos partes, a la siembra con la mayor cantidad del elemento (60 y 75%) y alrededor de los 45 días el resto. Debe tenerse especial cuidado en aquellos suelos con altos contenidos de materia orgánica, para no provocar un crecimiento aéreo exuberante que perjudique la tuberización.

La alta absorción de K desde el principio confirma su importancia para el cultivo y la producción comercial, debiéndose colocar desde la siembra, en las situaciones en que sea necesario. Además, una adecuada relación N-P favorece la tuberización, por lo que se debe lograr la relación que de la mejor producción.

De los restantes elementos, el Ca y Mg podrían llegar a ser problemáticos si ocurriera un desbalance entre estos cationes y el K, por lo tanto es conveniente un adecuado manejo de estos nutrientes. El P y S por su baja absorción e influencia en el desarrollo del cultivo no serían prioritarios en un estudio de nutrición.

---

## RESUMEN

Los experimentos tendientes a evaluar los efectos de diferentes niveles de fertilidad de los suelos sobre el rendimiento del cultivo de camote en Costa Rica, han generado resultados no claros y poco concluyentes. El objetivo de este trabajo fue determinar la absorción y contenido de N, P, K, Ca, Mg y S durante el ciclo de la planta en los cvs. C-79 y C-82, en la zona de Alajuela.

Las concentraciones de N y K siguieron el patrón de crecimiento de la planta. La concentración de K decreció al iniciarse el desarrollo tuberoso y fue alterada durante esta fase por el efecto del clima sobre el crecimiento de la planta. El N presentó su máxima absorción de los 45 días después de la siembra, lo que coincidió con un acelerado crecimiento aéreo y el inicio del desarrollo tuberoso. Después de los 105 días la reducción en la absorción se asoció a la senescencia de la planta. El cv. C-82 que mostró la mayor producción tuberosa, presentó también una mejor relación entre el K y el N, la concentración de N foliar más alta y el mayor uso de nutrimentos en la producción de raíces tuberosas. La mayor concentración del Ca observada después de los 75 días podría estar relacionada con el inicio de la madurez del follaje. Las concentraciones de los restantes nutrimentos presentaron un comportamiento muy estable durante el ciclo de la planta. Las curvas de absorción de nutrimentos fueron influenciados por el patrón de crecimiento de la materia seca del follaje. En estudios de nutrición del camote, se deben considerar el N y el K como los nutrimentos más importantes; así mismo, deberá buscarse la relación entre ellos que permita obtener el mayor rendimiento de raíces tuberosas.

## LITERATURA CITADA

1. BODILLO, J.; LUGO, M. 1976. Effect of four levels of N, P, K and micronutrients on sweet potato yields in an Oxisol. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (P.R.)* 60 (4): 579-605.
  2. BOLLE-JONES, E.; ISMUNADJI, M. 1963. Mineral-deficiency symptoms of the sweet potato. *Empirg Journal of Experiment Agriculture (G.B.)* 31: 60-64.
  3. CARBALLO, N. 1974. Influencia de las aplicaciones de potasio en el cultivo de boniato (*Ipomoea batatas* Lin). *Cuba* 1 (2): 73-83.
  4. CONSTANTIN, R.; HERNANDEZ, T.; JONES, L. 1977. Effects of potassium and phosphorus fertilization on quality of sweet potatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science (E.E.U.U.)* 102 (6): 779-781.
-



- 
5. DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreos de suelos, análisis químico del suelo y tejidos vegetales e investigación en invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 62 p.
  6. FABRO, L.; BAUTISTA, O.; MALIXI, M. 1976. Dry matter accumulation and nutrient uptake of "Bnas 51" sweet potato at different stages of growth, Philippines Agriculture (Filipinas) 60: 205-213.
  7. FUJI SE, K. ; TSUNO, Y. 1976. Effect of potassium on the dry matter production of sweet potato. International Symposium on Tropical Roots and Tuber Crops Tomorrow. University of Hawaii, p. 20-30. v.1.
  8. HAMMET, L. 1981. Effects of late-season nitrogen and foliar calcium applications on sweet potatoes. Hortscience (E.E.U.U.) 16 (3): 336-337.
  9. \_\_\_\_\_ . *et al.* 1982. The effect on P and soil moisture level and yield and the processing quality on "Centennial" sweet potato. Journal of the American Society for Horticultural Science (E.E.U.U) 107 (1): 119-122.
  10. \_\_\_\_\_ . *et al.* 1984. Influence of N source, N rate on the yield and mineral concentration of sweet potato. Journal of the American Society for Horticultural Science (E.E.U.U.) 109 (3): 294-298.
  11. JARAMILLO, S. 1970. Absorción de nutrimentos por maíz (*Zea mays* y camote (*Ipomoea batatas* Lam) en asociación y su fertilización con nitrógeno y potasio. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, Programa Universidad de Costa Rica /CATIE. 102 p.
  12. MONTERO, R. 1975. Prueba de variedades, fertilización y distancias de siembra en camote (*Ipomoea batatas* Lam) en Santa Clara, San Carlos. Tesis Ing. Agr. San Jose, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 106 p.
  13. MULLER, L. 1961. Un aparato micro-kjeldahl simple para análisis rutinarios de materiales vegetales. Turrialba (C.R.) 11 (1): 17-25.
  14. PURCELLE, A.; WALTER, M. 1982. Nitrogen, Potassium, sulfur fertilization, and protein content of sweet potato roots. Journal of the American Society for Horticulture Science (E.E.U.U.) 107 (3): 425-427.
  15. SCOTT, L.; BOWKAMP, J. 1974. Season mineral accumulation by the sweet potato. Hortscience (E.E.U.U.) 9 (3): 223-224.
-

16. SPENCE, J.; AHMAD, N. 1967. Plant nutrient deficiencies and related tissue composition on the sweet potato. *Agronomy Journal* (E.E.U.U) 59 (1): 59-62.
  
  17. ZUÑIGA, E. 1978. Respuesta de la asociación maíz (*Zea mays* L.) y camote (*Ipomoea batatas* Lam) a niveles de potasio con diferentes prácticas culturales. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, Programa Universidad de Costa Rica/CATIE, 88 p.
-