

PATRONES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE DOS CULTIVARES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) EN ALAJUELA. ¹

Carlos H. Méndez
Marco A. Moreira ²

RESUMEN

Patrones de crecimiento y desarrollo de dos cultivares de camote (*Ipomoea batatas* L.) en Alajuela. Los análisis de crecimiento son básicos para fundamentar las diferentes prácticas agronómicas en un cultivar. En el presente trabajo se determinó el patrón de crecimiento y desarrollo de los cultivares de camote C-79 y C-82.

El crecimiento de camote expresado como peso seco total, se dividió en dos partes: a) de la siembra hasta la máxima biomasa aérea; en esta fase el cv. C-82 a pesar de tener un bajo desarrollo aéreo presentó el mayor desarrollo radical, mientras tanto en el cv. C-79 se dió lo inverso. b) de la máxima biomasa aérea a la cosecha; al cesar el crecimiento de la parte aérea en el C-79 se logra el mayor índice de tuberización, mientras que en el C-82 este proceso se ve disminuido. En el cv. C-79 el follaje, principalmente los tallos, al inicio actúan como un sumidero de asimilados que luego son translocados, mientras que en el C-82 la parte aérea es más eficiente para producir y translocar carbohidratos hacia las raíces tuberosas desde el principio y cuando ésta desciende baja también la capacidad de tuberización.

ABSTRACT

Growth and development patterns of two sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars in Alajuela. Growth studies are basic to implement the different agronomic practices of any particular crop. In this work, growth and development patterns of the sweet potato cultivars C-79 and C-82 were determined.

The sweet potato growth expressed as total dry weight was divided as follows: a) from planting to maximum aerial biomass, on this stage cv. C-82, although having a low aerial development had the highest root development, while C-79 had a reverse pattern. b) from maximum aerial biomass to harvest, on C-79 the highest tuberization ratio was accomplished when the vegetative growth declined, while on C-82 this ratio declined during this stage. On C-79 foliage, mainly the stems, act as temporary carbohydrates sink, whereas on C-82 the aerial portion is more efficient in producing and translocating carbohydrates to the tuberous roots.

¹ Parte del trabajo de tesis de Licenciatura del primer autor.

² Profesor Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

La mayor eficiencia del cv. C-82 se expresa también en la mayor área foliar, razón de área foliar, razón de peso radical y en las relaciones de peso más equilibradas entre hojas-parte aérea y raíces-parte aérea.

The higher efficiency of the cv. C-82 is also evident on the higher leaf area, leaf-area ratio, root weight ratio and the better balanced leaf-aerial portion and root-aerial parts relationships.

INTRODUCCION

La descripción de los patrones de crecimiento de una planta se basa en la distribución de la materia seca entre sus órganos, no obstante, es común que la acumulación de materia sea sólo una medida parcial de la producción agrícola. La producción de un cultivo no puede ser referida a un solo componente morfológico o químico de la planta, porque el resto tenga poco o ningún valor económico (Watson 1974); ésta, debe asociarse al funcionamiento integral de todas las partes de la planta.

El desarrollo de la planta de camote se ha dividido en tres partes: fase vegetativa, donde la mayoría de asimilados son usados en la producción de follaje; fase vegetativa media, cuando la parte aérea y las raíces tuberosas compiten por los fotosintatos; y fase tuberosa, en la que la mayoría de los carbohidratos son invertidos en las raíces tuberosas (Enyi 1978).

Los cultivares que exhiben un engrosamiento radical temprano se caracterizan por una alta inversión de materia seca en

las raíces y un lento desarrollo aéreo; la capacidad de engrosamiento de las raíces tuberosas es un factor que favorece la capacidad de éstas para atraer carbohidratos y a la vez aumenta la productividad del follaje. El potencial de atracción de asimilados de las raíces es más importante que la fuente de producción de materia (Enyi 1977; Hahn 1977; Hozyo 1970; Radford 1967; Wilson 1983). La tuberización depende también del tiempo de producción; al trabajar con injertaciones se encontró que la mayor producción se da al combinar el engrosamiento temprano de las raíces con la madurez tardía del follaje (Enyi 1977; Hozyo 1970).

El progreso en la acumulación de materia seca puede describirse en función del área foliar -AF- y del índice de asimilación neta -IAN-. El área foliar, considerada como una medida del tamaño del sistema asimilatorio, tiene una curva óptima de desarrollo con la que se puede lograr la máxima producción; esta variable es influenciada por factores ambientales y de manejo tales como: radiación solar, precipitación, nitrógeno

y espaciamiento (Austing y Aung 1973; Constantin, Hernández y Jones 1974; Haynes, Spence y Walter 1967; Shibles 1983). El índice de asimilación puede considerarse como un estimado de la fotosíntesis neta sobre un período dado (Shibles 1983; Watson 1974). Agata y Takeda (1982) al dividir el crecimiento de la planta con base en el desarrollo foliar, hallaron que el crecimiento del cultivo correlaciona más con el índice de área foliar y el índice de asimilación neta durante la primera y segunda fase, respectivamente.

El objetivo del presente trabajo fue describir los patrones de crecimiento de dos cultivares de camote, C-79 y C-82, bajo condiciones de campo.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, en Barrio San José de Alajuela, a una longitud de 84° 06' oeste y a una latitud de 10° 01' norte, desde el 3 de setiembre de 1985 al 21 de enero de 1986.

Se utilizaron los cultivares C-79 y C-82, en un diseño bloque completos al azar, en franjas, con dos factores y cuatro repeticiones, donde la parcela grande correspondió a los cultivares y la subparcela a las edades de muestreo. Los muestreos se realizaron cada 15 días y la unidad experimental constó de cuatro lomillos de 3,2 m de largo. El muestreo consistió en colocar un marco de 1,28 m² y en recoger tanto el follaje como las raíces de esa área; el material se deshidrató hasta peso seco constante y se pesó. El área foliar se obtuvo al relacionar el peso de una muestra de área foliar conocida, tomada con un sacabocados, con el peso seco foliar de cada repetición.

Las características físico-químicas del suelo donde se estableció el experimento se observan en el Cuadro 1.

La preparación del terreno se realizó según las prácticas recomendadas; las guías se sembraron a 0,8m entre lomillos y a 0,2m entre ellas. A la siembra se colocó una fertilización básica de 25-75-25 kg/ha de N-P-K y un insecticida granulado

Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo experimental. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1985.

pH	mg/L				cmol (+)/L suelo				%			
	P	Cu	Zn	Mn	K	Ca	Mg	Al	Arena	Limo	Arcilla	Textura
5,9	7,5	19	3,2	80	0,3	7,5	2,4	0,6	45,0	36,0	19,0	franca

(mefosfolan) a fin de garantizar la homogeneidad entre los tratamientos. El área foliar se mantuvo con aplicaciones quincenales, alternas, de methyl parathion y clorpirifos. El combate de malezas se realizó con deshierbas manuales cada mes. A los 135 días se le aplicó un riego al cv. C-179, por ser este el de ciclo más largo.

Las variables analizadas fueron: peso seco de cada órgano y total, área foliar, razón de área foliar (RAF), razón de peso radical (RPR), índice de asimilación neta (IAN) e índice de crecimiento relativo de cada órgano (ICR) (Bertsch 1980; Radford 1967).

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso seco

La producción de materia seca total se dividió en dos fases según el crecimiento del peso seco de la parte aérea, a los 90 y 105 días para los cvs. C-79 y C-82, respectivamente (Figura 1). En ambos cultivares la curva del peso seco total es similar al de la parte aérea en la primera fase, mientras que al final se asemeja al de la parte radical; el crecimiento del camote es gobernado en la primera parte por el peso seco aéreo y en la segunda etapa por el desarrollo de las raíces.

Cuando se analizan los componentes de la parte aérea (Figura 2), se observa en el C-79 que

a los 40 días el peso combinado de tallos y pecíolos fue mayor que el de las hojas, mientras que en el cv. C-82 esto sucedió hasta los 75 días e incluso su peso foliar superó al peso de los tallos hasta los 115 días. En el cv. C-82 la relación de peso más equilibrado entre hojas y tallos favorecerá la fotosíntesis y translocación de asimilados hacia las raíces tuberosas en mayor medida que en el C-79, cultivar que exhibe una mayor tendencia hacia la acumulación temporal de materia seca en los tallos.

La reducción en el peso seco total y aéreo entre los 60 y 75 días puede explicarse por la baja radiación solar durante el periodo (Cuadro 2 y Figura 1). Las hojas y pecíolos fueron los órganos más afectados debido a la disminución de la fotosíntesis, mientras que el tallo estuvo sujeto en menor grado a los efectos del ambiente (Figura 2). Los tallos y pecíolos del C-82 fueron más afectados debido a la translocación más eficiente de este cultivar, de modo que cuando disminuye la producción de asimilados en las hojas todos los órganos se alteran; al contrario en el cv. C-79, al ser el tallo un fuerte acumulador de materia durante las etapas iniciales, la alteración es mínima.

La biomasa subterránea es definida en los primeros 45 días por el peso de las raíces fibrosas; con el avance del proceso de tuberización se incrementa la influencia de la materia seca de

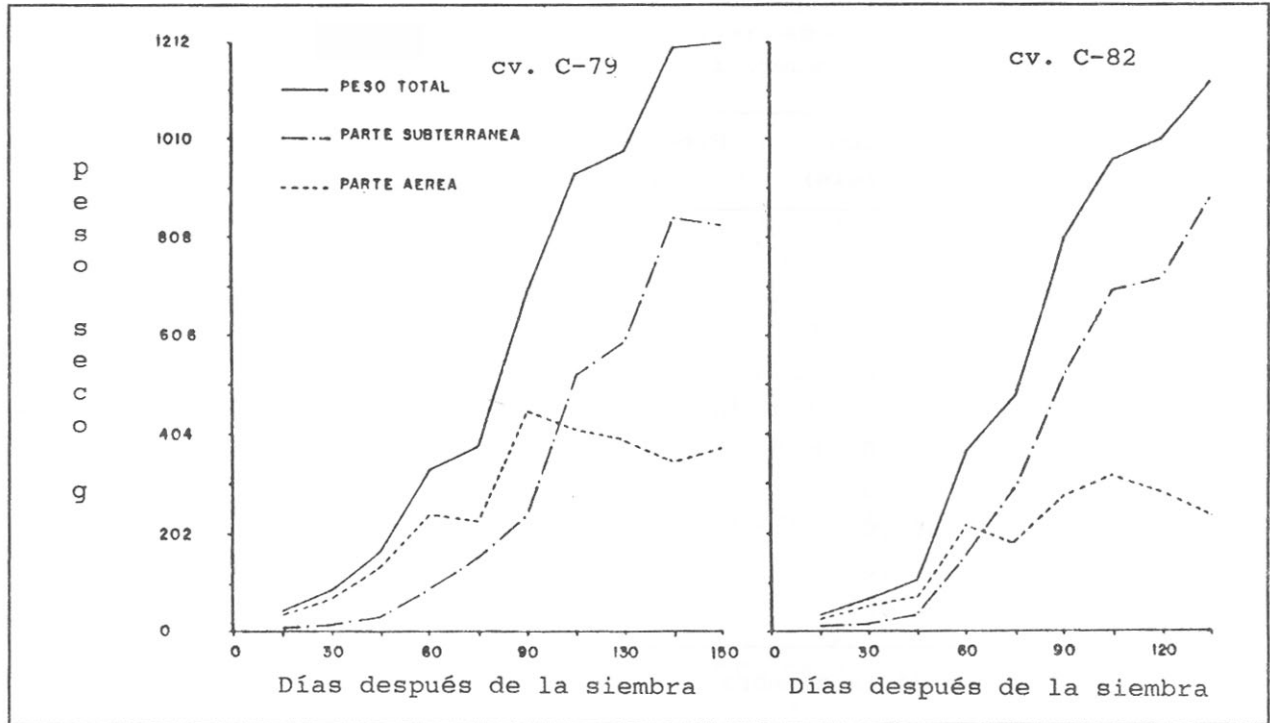


Figura 1. Peso seco (g) de la parte aérea, subterránea y total de la planta de camote en función del tiempo. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

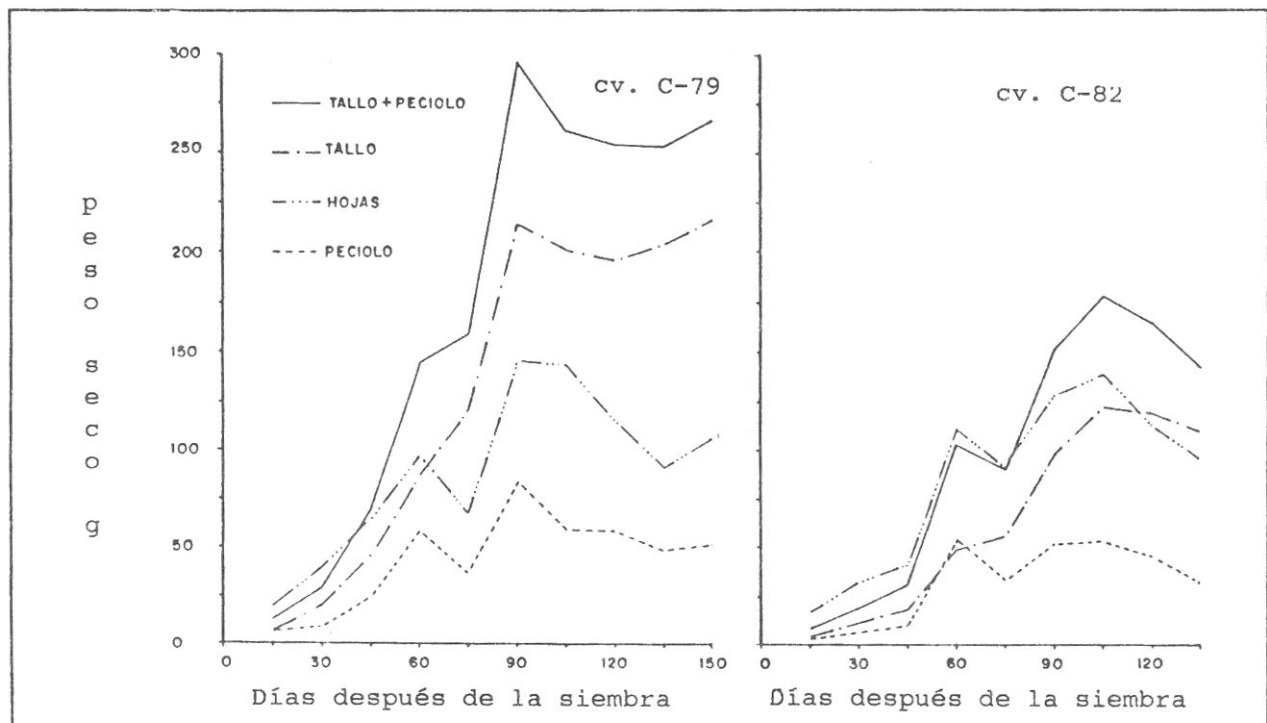


Figura 2. Distribución de la materia seca de la parte aérea, entre sus órganos en función del tiempo, de dos cultivares de camote. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

Cuadro 2. Valores promedio quincenales de la radiación solar, precipitación, temperatura y humedad relativa durante el ciclo del cultivo. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

Edad	DDS*	Radiación (Cal/cm ² /min)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Temperatura (C)
0	- 15	398,0	143,8	87,5	20,6
15	- 30	449,0	176,7	88,1	20,9
30	- 45	389,0	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

*) Días después de la siembra

las raíces tuberosas (Figura 1). El crecimiento tuberoso de esos genotipos concuerda con el modelo de desarrollo propuesto por Wilson 1983, en el cual la tuberización se divide en dos etapas: a) de 0 a 45 - 60 días, iniciación tuberosa; b) de 45 - 60 días a la cosecha, desarrollo tuberoso, esta fase puede dividirse en dos partes con base en el desarrollo de la parte aérea: i- desarrollo tuberoso temprano de 45 a 90 - 105 días según el cultivar; ii- desarrollo tuberoso tardío, de los 90 - 105 días en adelante. En el cv. C-79 al disminuir el peso del follaje se incrementa la tuberización; la parte aérea, especialmente los tallos, actúan como un sumidero de asimilados que impide el paso de los carbohidratos hacia las raíces. En el C-82 al descender la biomasa aérea se producen

menores índices de crecimiento tuberoso; en este cultivar el follaje, principalmente las hojas, constituye una fuente constante de materia seca y un sistema más eficiente para producir y translocar fotosintatos que el del cv. C-79.

La humedad es uno de los factores más importantes para regular el desarrollo de la planta de camote (Austing y Aung 1973; Enyi 1977). En estos cultivares los principales cambios en los patrones de tuberización coinciden con las disminuciones de precipitación (Cuadro 2 y Figura 1). En el cv. C-79 cuando las condiciones de humedad en el suelo son favorables para el desarrollo aéreo se da una restricción para la acumulación de materia seca en las raíces tuberosas como se puede

observar de los 0 a 90 días y con el riego, a los 135 días. Al contrario, en el C-82 toda condición que favorezca el crecimiento aéreo ayuda a la tuberización.

La alteración en la tuberización y en el peso seco total, entre los 105 y 120 días, se justifica por las altas temperaturas que se presentaron durante el período (Cuadro 2 y Figura 1); las altas temperaturas favorecen una lenta translocación de carbohidratos y una alta respiración; en consecuencia, la tuberización disminuye (Sekioaka 1970).

La mayor eficiencia del cv. C-82 comparado con el C-79, se aprecia en las relaciones de peso más equilibradas entre hojaparte aérea y raíces tuberosasparte aérea (Figuras 3 y 4), y en

la razón de peso radical (peso seco de raíces/peso seco total de la planta) (Cuadro 3). Esta relación puede relacionarse con lo informado por Enyi 1977, Hozyo 1970 y Wilson 1983, de que genotipos con un fuerte desarrollo aéreo tienen un lento crecimiento radical, como en el caso del C-79; mientras que un desarrollo precoz de las raíces tuberosas conlleva una baja biomasa aérea, cv. C-82.

Indices de área foliar

Alrededor de los 50 días el C-82 superó en área foliar al otro genotipo (Figura 5), lo que sugiere un mayor sistema de asimilación del C-82 durante el período de desarrollo tuberoso.

La razón de área foliar (área foliar total/peso seco total) (Cuadro 3), podría relacionarse

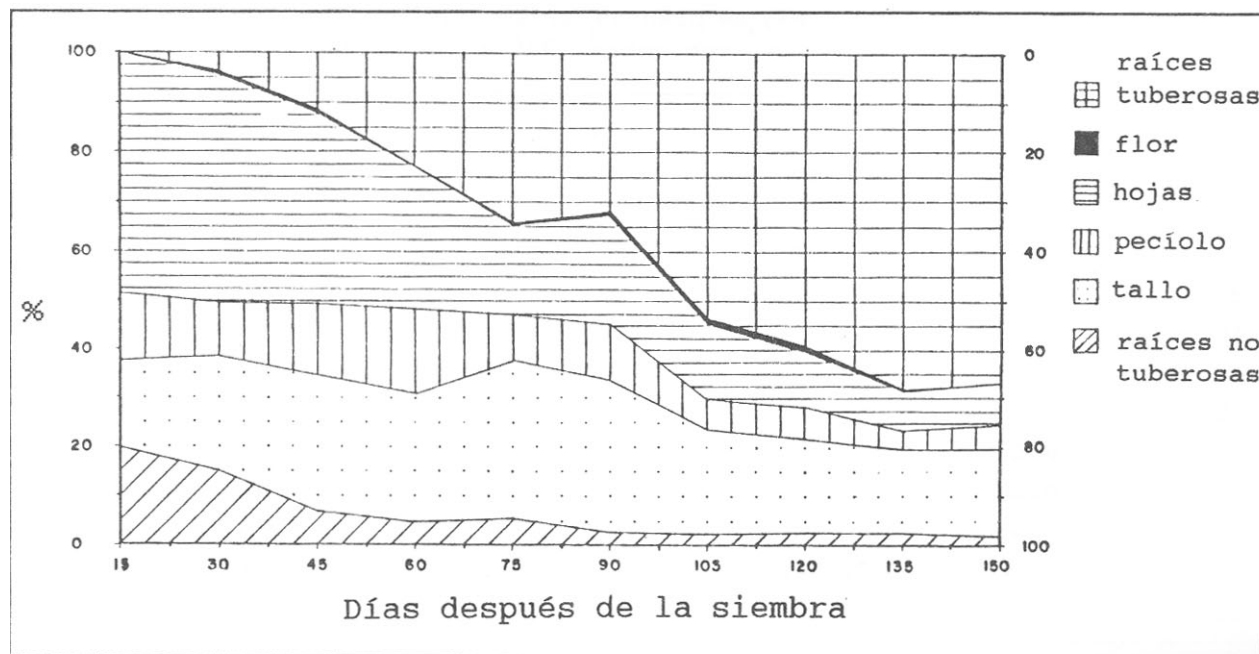


Figura 3. Crecimiento relativo de los órganos de la planta de camote, cv. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

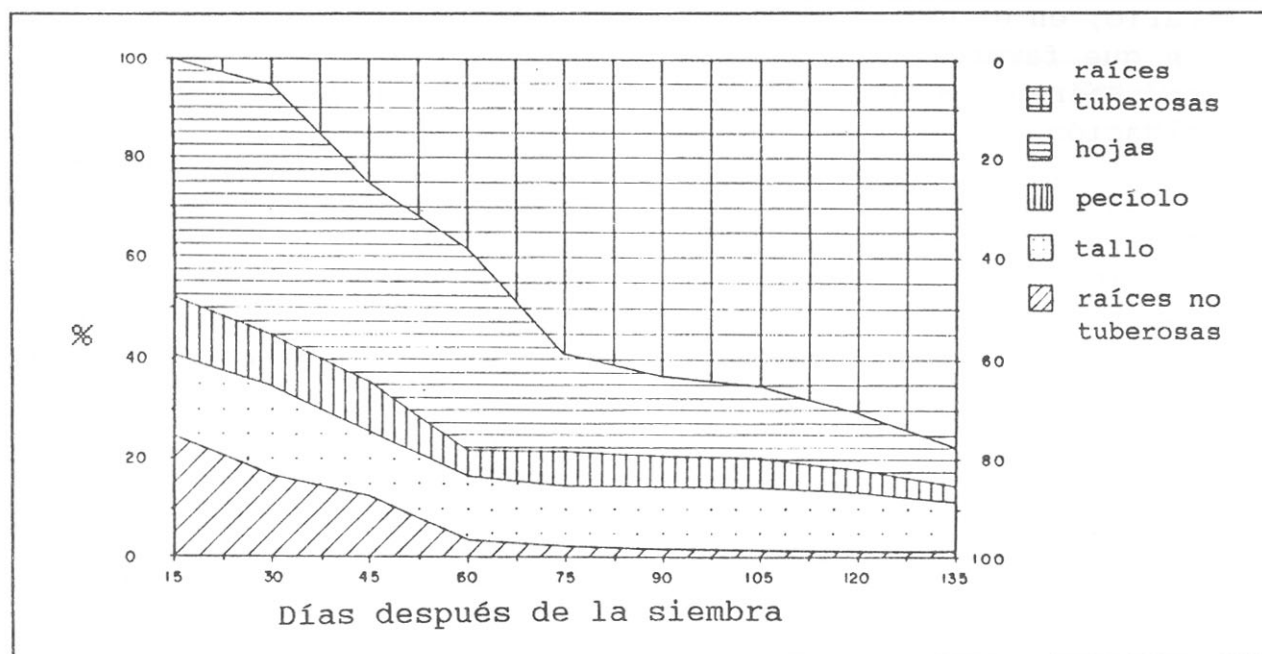


Figura 4. Crecimiento relativo de los órganos de la planta de camote, cv. C-82. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

Cuadro 3. Razón de peso radical (RPR), Razón de área foliar (RAF) e índice de asimilación neta (IAN) de plantas de los cvs. C-82 de camote en función del tiempo. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

Edad DDS ^{1/}	RPR		RAF		IAN	
	C-79	C-82	C-79	C-82	C-79	C-82
15	0,00 f ^{2/}	0,00 f	0,92 b	0,84 b	---	---
30	0,04 f	0,05 f	1,08 a	1,19 a	0,052	0,059
45	0,13 f	0,28 f	1,12 a	1,20 a	0,039	0,028
60	0,23 f	0,38 f	0,89 b	0,95 b	0,052	0,084
75	0,33 c	0,60 c	0,56 cd	0,65 c	0,037	0,014
90	0,31 cd	0,64 bc	0,61 c	0,48 d	0,070	0,078
105	0,53 b	0,72 ab	0,44 de	0,44 d	0,036	0,027
120	0,58 b	0,72 ab	0,34 ef	0,35 de	0,027	0,003
135	0,68 a	0,77 a	0,20 f	0,23 e	0,063	0,023
150	0,68 a	---	0,25 f	---	-0,090	---

1) Días después de la siembra

2) Según prueba de duncan (0,05)

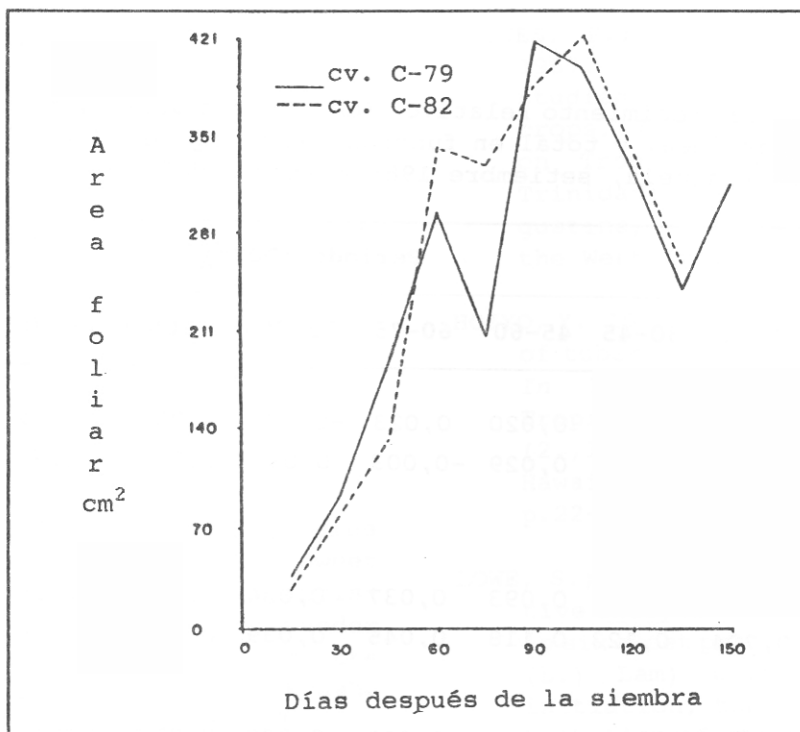


Figura 5. Area foliar (cm²) de los cultivares de camote C-79 y C-82, en función del tiempo. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

con el crecimiento tuberoso. El cultivar con el mayor índice de engrosamiento radical (cv. C-82) presenta la mayor RAF; así el mayor potencial de tuberización de las raíces favorece la productividad del follaje.

Indices de crecimiento

Los ICR y el IAN de ambos cultivares concuerdan con el ritmo de crecimiento de la planta y reflejan el comportamiento del peso seco de cada parte u órgano (Cuadros 3 y 4). Con base en estos índices se puede definir los patrones de crecimiento y desarrollo de ambos cultivares de la siguiente manera:

- De los 0 a 45 días. A los 30 días el C-79 había producido más raíces fibrosas que el cv. C-82, sin embargo, la capacidad de iniciación tuberosa fue semejante en ambos cultivares. Aunque ambos presentaron inicialmente un ICR aéreo muy similar, se aprecia la tendencia del C-82 a ir dominando el ICR aéreo y de las hojas.
- De los 45 días al punto de inflexión del peso seco aéreo, el cv. C-82 mostró su mayor capacidad para el crecimiento aéreo y radical, ya que presentó los mayores ICR e IAN entre los 45 y 75 días.

Cuadro 4. Indice de crecimiento relativo (ICR) de cada órgano, de las partes aérea y subterránea, y total en función del tiempo de los cultivares C-79 y C-82. Alajuela, setiembre 1985 a enero 1986.

Variable	CV.	Período (DDS*)								
		15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135	135-150
Raíces no tubercu- losas	C-79	0,030	-0,006	0,020	0,023	-0,004	0,001	-0,002	0,020	-0,002
	C-82	0,024	-0,016	0,029	-0,003	0,014	0,011	-0,024	0,020	---
Raíces tubercu- losas	C-79	0,695	0,113	0,093	0,037	0,034	0,052	0,009	0,023	-0,001
	C-82	0,704	0,123	0,118	0,045	0,039	0,019	0,003	0,014	---
Parte subte- rránea	C-79	0,046	0,042	0,074	0,035	0,030	0,052	0,009	0,023	-0,001
	C-82	0,044	0,054	0,104	0,042	0,038	0,019	0,003	0,014	---
Tallo	C-79	0,069	0,055	0,043	0,023	0,037	-0,004	-0,002	0,003	0,003
	C-82	0,066	0,027	0,064	0,011	0,037	-0,004	-0,001	-0,016	---
Pecíolo	C-79	0,038	0,063	0,058	-0,031	0,054	-0,022	-0,001	-0,014	0,004
	C-82	0,039	0,036	0,108	-0,032	0,030	0,003	-0,012	-0,023	---
Tallo más pecíolo	C-79	0,056	0,057	0,049	0,006	0,041	-0,009	-0,001	-0,0004	0,003
	C-82	0,057	0,030	0,084	-0,009	0,034	0,011	-0,005	-0,001	---
Hojas	C-79	0,046	0,033	0,027	-0,024	0,052	-0,001	-0,014	-0,015	0,010
	C-82	0,054	0,016	0,066	-0,013	0,023	0,005	-0,013	-0,012	---
Parte aérea	C-79	0,051	0,054	0,039	-0,004	0,045	-0,006	-0,005	-0,006	0,004
	C-82	0,005	0,022	0,074	-0,011	0,029	0,008	-0,007	-0,012	---
TOTAL	C-79	0,050	0,045	0,046	0,009	0,040	0,020	0,003	0,013	0,0005
	C-82	0,052	0,032	0,083	0,017	0,035	0,012	0,003	0,007	---

*) Días después de la siembra

- Del punto de inflexión del peso seco a la cosecha, para el C-79 es cuando se producen las mayores asimilaciones de materia y el mayor crecimiento radical y total, que alcanza en esta fase los niveles de tuberización ya logrados por el otro cultivar.

LITERATURA CITADA

- AGATA, W.; TAKEDA, T. 1982. Studies on matter production in sweet potato plants 1. The characteristics of dry matter production under field crops. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu Univ. (Japón) 27(1-2):65-73.
- AUSTING, M.; AUNG, L. 1973. Patterns of dry matter distribution during development of sweet potato (*Ipomoea batatas*). Journal of the Horticultural Science (G.B.) 48:11-17.
- BERTSCH, F. 1980. Análisis del crecimiento y la nutrición mineral. Turrialba, Costa Rica, CATIE 23 p.
- CONSTANTIN, R.; HERNANDEZ, T.; JONES, L. 1974. Effects of irrigation and nitrogen fertilization on quality of sweet potatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science 99(4):308-310.
- ENYI, B. 1977. Analysis of growth and tuber yield in sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars. Journal of the Agricultural Science (G.B.) 88(2):421-430.
- HAHN, S. 1977. A quantitative approach to source potential and sink capacities among reciprocal grafts of sweet potato varieties. Crops Science 17:559-562.
- HAYNES, P.; SPENCE, J y WALTER, C. 1967. The use of physiological studies in the agronomy of root crops. In International Symposium on Tropical Root Crops (1967, Trinidad). Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies. v. 1, p.1-17.
- HOZYO, Y. 1970. Growth and development of tuberous roots in sweet potato. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops (2., 1970, Hawaii). Proceedings. Hawaii. University of Hawaii. v. 1, p.22-23.
- LOWE, S.; WILSON, L. 1974. Comparative analysis of tuber development in six sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivars. 1. Tuber initiation, tuber growth and distribution of assimilates. Annuals of Botany (G.B.) 38(155):307-173.
- RADFORD, P. 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop Science (E.E.U.U.) 7(3):171-173.
- SEKIOKA, H. 1970. The effect of temperature on the translocation and accumulation of the carbohydrates in the sweet potato. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops (2., 1970, Hawaii). Proceedings. Hawaii. University of Hawaii. v. 1, p.37-40.
- SHIBLES, R. 1983. Crop Physiology. Iowa State University, Dept of Agronomy. 125 p.
- WATSON, D. 1974. Comparative physiological studies on the growth of field crops. Annual of Botany (Can) 11:41-76.
- WILSON, L. 1983. Tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Tainan, Taiwan, AVRDC. P. 79-84.