

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA ZONA NORTE DE CARTAGO, COSTA RICA¹

Marco A. Moreira,² Walter González,³ José J. Cortés

RESUMEN

Análisis de crecimiento de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la zona norte de Cartago, Costa Rica. Desde mayo a octubre de 1987, en el sitio denominado "Potrero Cerrado" de Oreamuno, en Cartago, Costa Rica, localizado a una elevación de 2200 m.s.n.m., se realizó un experimento para efectuar un análisis del crecimiento de dos cultivares de papa: Granola y Atzimba.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas; la parcela grande correspondió a los cultivares y la subparcela a las edades de la planta. Se realizaron muestreos cada 14 días a partir de la siembra de la parte aérea y subterránea de dos plantas centrales de la parcela útil para medir el peso seco total, de la parte aérea y subterránea, de cada órgano de la planta y área foliar, variables con las cuales se determinaron los índices fisiológicos y morfogénicos de la planta.

De acuerdo con los resultados se describieron tres etapas de desarrollo del cultivo: 1) iniciación tuberosa, 2) llenado del tubérculo y 3) maduración. La primera estuvo comprendida de 0 a 56 y de 0 a 70 días después de la siembra (DDS) para Granola y Atzimba, respectivamente. En esta etapa, el principal contribuyente de materia seca fue la parte aérea de la planta. La segunda etapa se presentó de 56 a 84 DDS y de 70 a 112 DDS, para los cultivares Granola y Atzimba, respectivamente; durante esta etapa el tubérculo pasó a ser el componente principal del

ABSTRACT

Growth analysis of two potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars in Northern Cartago, Costa Rica. An experiment was conducted, from May to October of 1987, to analyze the growth of the Granola and Atzimba potato cultivars at 2200 m.a.s.l. in Oreamuno, Cartago-Costa Rica.

A Complete Randomized Block design with a split-plot arrangement was used. The large plot corresponded to the cultivars and the small plots to the plants' ages. Aerial and under-ground samples were taken every 14 days, from two central plants of the useful plot, to measure total dry weight, aerial and under-ground weight, weight of each plant organ and foliar area. The physiological and morphogenetic indexes of the plants were determined with these variables.

Three development stages of the crop were described according to the results: 1) tuber initiation, 2) tuber filling and 3) maturation. The first stage was comprised from 0 to 56 and from 0 to 70 days after planting (DAP) for Granola and Atzimba, respectively. In this stage, the aerial part of the plant was the largest dry matter component. The second stage was from 58 to 84 and 70 to 112 DAP, for Granola and Atzimba, respectively. In this stage, the tuber came to be the main component of the total dry weight. The third stage of plant and tuber maturation was given between 84-98 and 112-140 DAP, respectively for Granola and Atzimba. There was no more accumulation of assimilates in

¹ Parte de la tesis de grado del tercer autor presentada a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

² Mag. Sc., Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica.

³ Ing. Agr., Programa de Estudios Económicos, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica.

peso seco total. La tercera etapa se dio con la maduración de la planta y del tubérculo; se dio entre 84-98 DDS y entre 112 y 140 DDS para Granola y Atzimba, respectivamente; durante ésta etapa no ocurrió más acumulación de asimilados en este órgano, pero hubo suberización de su peridermis, que es un requisito de calidad comercial. Granola destinó en forma más temprana, mayor porcentaje de materia seca a la formación y llenado de tubérculos, por lo que se caracterizó por su precocidad y mayor aprovechamiento de la energía lumínica recibida.

the tuber, although there was suberization of its peridermis, which is a requisite of commercial quality. The Granola cultivar employed a greater percentage of dry matter for an earlier tuber formation and filling, from there its earliness and best use efficiency of the light energy received.

INTRODUCCION

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica en Costa Rica. Alrededor de 3000 hectáreas se explotan anualmente para satisfacer la gran demanda debida a su valor alimenticio. El análisis de crecimiento de un cultivo permite no solo caracterizar el comportamiento del desarrollo a lo largo del ciclo de vida, ya que los productos obtenidos de la fotosíntesis se distribuyen de una manera particular en la planta, sino también, comprender los procesos fisiológicos que determinan la producción para asociarlos a una implementación racional de las prácticas de manejo del cultivo.

El crecimiento de las plantas está influenciado por características propias del ambiente y por factores internos a éstas tales como hormonales, nutricionales y genéticos (Noggle y Fritz 1976). Este se puede describir mediante tres componentes: 1) tasa de incremento de peso seco por unidad de área foliar como índice de

actividad fisiológica, 2) área foliar producida por planta por unidad de peso seco foliar y 3) peso seco foliar, como una fracción del peso seco total (Bertsch 1981).

Los cultivares que se utilizan comercialmente con más frecuencia en Costa Rica son Atzimba y Granola. El primero procede de México y es de ciclo semitardío; su flor es blanca; sus tubérculos presentan ojos profundos, cáscara color crema y pulpa amarilla clara; es resistente a la enfermedad tizón tardío causada por el hongo (*Phytophthora infestans*) y presenta mediana resistencia a virosis (Montaldo 1984). Por otra parte, Granola procede de Alemania y es de ciclo corto; su flor es rosada; sus tubérculos presentan cáscara color crema oscuro y es resistente al virus del enrollamiento de las hojas, pero susceptible al tizón tardío (Amador 1986).

El objetivo de este experimento fue determinar el crecimiento y desarrollo fenológico de dos cultivares de papa: Granola y Atzimba, bajo condiciones naturales en el campo.

MATERIALES Y METODOS

Desde mayo a octubre de 1987, se realizó un experimento en el sitio denominado "Potrero Cerrado" de Oreamuno, en Cartago, localizado a una elevación de 2200 m.s.n.m., cuyas condiciones climáticas durante ese periodo se presentan en el Cuadro 1. Tanto la temperatura como la lluvia fueron adecuadas para el cumplimiento normal del ciclo de cultivo de ambos cultivares. El suelo donde se estableció el experimento fue franco limoso (arena 28%, arcilla 15% y limo 57%), con densidad aparente de 1 g/cm³, permeabilidad 0,023 cm/s, porosidad 54%, materia orgánica 5,11%, pH en agua 5,8; pH en KCl 4,9; P, Cu, Zn, Mn y S, 104; 9; 1; 7 y 41 ug/ml de suelo y K, Ca, Mg y Al, 1,25; 2,90; 2,33 y 0,75 meq/100 ml de suelo, respectivamente.

La preparación del terreno y el manejo del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones para la siembra comercial del Programa de Papa del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Se sembraron tubérculos de aproximadamente 45 mm de diámetro a una distancia de 0,25 m entre sí sobre lomillos separados a 0,70 m. A la siembra se colocó una fertilización básica de 70-90-58 Kg/ha de N, P y K, respectivamente y 35 días después se hizo la aporca y una segunda fertilización de 30 Kg/ha de N.

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande (factor A) correspondió a los cultivares y la subparcela (factor B) a las edades de la planta. La unidad experimental consistió de cuatro lomillos de 1,5 m de

Cuadro 1. Valores promedios de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo de la papa. Cartago, Costa Rica. 1987. 1/

Periodo (DDS2/)	Precipitación (mm)		Temperatura (°C)		
	Total	Diaria	Diaria	Máxima	Mínima
Semana anterior	2,10	0,30	16,6	20,4	12,8
1-14	53,76	3,84	16,0	19,4	12,5
14-28	45,78	3,27	17,4	21,2	13,6
28-42	31,36	2,24	17,2	21,6	12,8
42-56	52,64	3,76	17,0	21,0	13,0
56-70	90,16	6,44	17,0	20,8	13,3
70-84	168,84	12,06	16,2	20,1	12,4
84-98	58,80	4,20	16,2	20,8	12,5
98-112	92,12	6,58	16,8	20,5	13,1
112-126	53,90	3,85	16,9	21,4	12,4
126-140	118,02	8,43	17,0	21,6	12,5

^{1/} FUENTE: Estación Meteorológica Tierra Blanca, Instituto Meteorológico Nacional.

^{2/} Días después de la siembra.

largo y se tomó como parcela útil, los dos lomillos internos de la unidad experimental. Los muestreos se realizaron cada 14 días a partir de la siembra y se efectuaron al extraer tanto la parte aérea como subterránea de las dos plantas centrales de la parcela útil. Las muestras se lavaron y separaron por órganos, luego se secaron hasta peso constante en una estufa a 70°C por 72 horas.

Para evaluar el crecimiento del cultivo se midió el peso seco total, de la parte aérea y subterránea, de cada órgano de la planta y el área foliar; con estas variables se determinaron índices fisiológicos y morfogenéticos que se citan a continuación. El área foliar se obtuvo al relacionar el peso de una muestra de área foliar conocida y tomada con un sacabo-cados, con el peso seco foliar de cada repetición.

Indices fisiológicos:

Índice de crecimiento relativo: incremento del peso seco por unidad de peso seco presente y de tiempo (Bertsch 1980); índice de asimilación neta: incremento del peso seco por unidad de área fotosintética y de tiempo (Radford 1967); índice de asimilación económica: cantidad de materia seca acumulada en el tubérculo por unidad de área foliar y de tiempo (Valverde y Sáenz 1985).

Indices morfogenéticos:

Índice de área foliar: proporción de la superficie del follaje y la del suelo ocupada por la planta (Bertsch 1980); razón de área foliar: área foliar total/peso seco total de la planta; razón de peso foliar: peso

seco foliar/peso seco total de la planta; razón de peso subterráneo: peso seco de la parte subterránea/peso seco total de la planta; razón de peso tuberoso: peso seco de tubérculos/peso seco total de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 se presentan los índices fisiológicos y morfogenéticos de la papa durante su ciclo de cultivo. De acuerdo con los resultados hubo concordancia con lo informado por algunos autores (Montaldo 1984 y Amador 1986) en relación a la mayor precocidad del cultivar Granola respecto a Atzimba, cuyos ciclos de cultivo tuvieron una duración de 98 y 149 días, respectivamente.

Según lo propuso Kleinfopf (1981) en el desarrollo del cultivo se pueden diferenciar tres etapas de crecimiento: 1) iniciación tuberosa, 2) llenado del tubérculo y 3) maduración. Para el caso particular los periodos de estas etapas se describen en las Figuras 1, 2, 3 y 4.

Como se puede observar, la primera etapa estuvo comprendida de 0 a 56 y de 0 a 70 días después de la siembra (DDS), para Granola y Atzimba, respectivamente. El índice de crecimiento relativo de la parte aérea, el índice de asimilación neta, la razón de área y peso foliar (Cuadros 2, 3, 5 y 6) mostraron que para ambos cultivares durante esta etapa, ocurrió un acelerado desarrollo de la parte aérea de la planta, cuyos índices tuvieron una tendencia descendente; los valores mayores se dieron en los primeros días de crecimiento a los 14 DDS y cambiaron a valores negati-

Cuadro 2. Índice de crecimiento relativo total y de cada órgano de la parte aérea y subterránea (g/g/día) en función de la edad de la planta. Cartago, Costa Rica. 1987.

Variable	cultivar	Edad de la planta por periodo (DDS ^{1/})								
		14-28	28-42	42-56	56-70	70-84	84-98	98-112	112-126	126-140
Hojas	Granola	0,1318	0,0823	0,0018	-0,0164	-0,0234	-0,0271	----	----	----
	Atzimba	0,1694	0,0484	0,0207	-0,0092	-0,0509	0,0025	-0,0084	-0,0271	-0,0315
Tallo	Granola	0,1130	0,1289	0,0229	-0,0140	-0,0683	-0,0160	----	----	----
	Atzimba	0,1639	0,0979	0,0297	0,0160	-0,0080	-0,0045	-0,0049	0,0009	0,0140
Pecíolo	Granola	----	0,0677	0,0006	0,0066	-0,0448	-0,0260	----	----	----
	Atzimba	----	0,0880	0,0388	-0,0514	0,0259	0,0697	-0,0025	0,1694	0,0040
Parte aérea	Granola	0,1381	0,1020	0,0147	-0,0091	-0,0440	-0,0176	----	----	----
	Atzimba	0,1698	0,0728	0,0259	0,0093	-0,0088	-0,0032	0,1694	0,1694	-0,0158
Estolones	Granola	----	-0,0229	0,0467	-0,0501	-0,0099	-0,0860	----	----	----
	Atzimba	----	0,1676	-0,0258	-0,0116	-0,0230	-0,0018	0,1318	0,1318	-0,0464
Raíces	Granola	0,1002	0,0013	0,0224	-0,0306	-0,0030	-0,0389	----	----	----
	Atzimba	0,0916	0,0580	0,0034	0,0118	-0,0351	-0,0028	0,1694	0,1694	-8,7*10 ⁻⁵
Tubérculos	Granola	----	0,1498	0,1107	0,0498	0,0246	-0,0012	----	----	----
	Atzimba	----	----	0,1873	0,0705	0,0390	0,0647	0,1318	0,1318	0,0014
Parte subterránea	Granola	0,1536	0,1158	0,1044	0,0479	0,0243	-0,0013	----	----	----
	Atzimba	0,0974	0,0899	0,0826	0,0596	0,0282	0,0242	0,1694	0,1694	0,0016
Total	Granola	0,1406	0,1043	0,0420	0,0218	0,0068	-0,0044	----	----	----
	Atzimba	0,1604	0,0744	0,0339	0,0221	0,0070	0,0098	0,1318	0,1318	-0,0034

^{1/} Días después de la siembra.**Cuadro 3.** Índice de asimilación neta (g/dm²/día) e índice de asimilación económica (g/dm²/día) en función de la edad de la planta. Cartago, Costa Rica. 1987.

EDAD DDS ^{1/}	Índice asimilación neta		Índice asimilación económica	
	Granola	Atzimba	Granola	Atzimba
14	----	----	----	----
28	0,0845	0,1046	----	----
42	0,0772	0,0570	0,0145	----
56	0,0526	0,0336	0,0390	0,0119
70	0,0430	0,0298	0,0516	0,0202
84	0,0284	0,0142	0,0673	0,0251
98	-0,0244	0,0232	-0,0113	0,0256
112	----	0,0670	----	0,0765
126	----	-0,0132	----	-0,0062
140	----	-0,0446	----	-0,0083

^{1/} Días después de la siembra.

Cuadro 4. Area foliar e índice de área foliar de dos cultivares de papa en función de la edad de la planta. Cartago, Costa Rica. 1987.

EDAD DDS ^{1/}	Area foliar (dm ²)		Índice de área foliar (dm ² /dm ²)	
	Granola	Atzimba	Granola	Atzimba
14	16,21	17,30	0,23	0,25
28	98,48	182,43	1,41	2,61
42	332,94	353,60	4,76	5,14
56	327,40	480,16	4,68	6,86
70	253,71	421,64	3,62	6,02
84	187,14	386,26	2,67	5,52
98	127,80	397,94	1,82	5,68
112	—	357,31	—	5,10
126	—	246,60	—	3,52
140	—	158,62	—	2,27

^{1/} Días después de la siembra.

Cuadro 5. Razón de área foliar y razón de peso foliar por cultivar de papa en función de la edad de la planta. Cartago, Costa Rica. 1987.

EDAD DDS ^{1/}	Razón de área foliar (dm ² /g)		Razón de peso foliar (g/g)	
	Granola	Atzimba	Granola	Atzimba
14	1,81	1,42	0,51	0,48
28	1,61	1,61	0,54	0,53
42	1,23	1,12	0,43	0,36
56	0,70	0,93	0,27	0,28
70	0,40	0,60	0,18	0,22
84	0,27	0,50	0,12	0,17
98	0,19	0,46	0,10	0,16
112	—	0,28	—	0,10
126	—	0,21	—	0,08
140	—	0,14	—	0,06

^{1/} Días después de la siembra.

Cuadro 6. Razón de peso tuberoso y razón de peso subterráneo en función de la edad de la planta de papa. Cartago, Costa Rica. 1987.

EDAD DDS ^{1/}	Razón de peso tuberoso (g/g)		Razón de peso subterráneo (g/g)	
	Granola	Atzimba	Granola	Atzimba
14	0,00	0,00	0,13	0,06
28	0,07	0,00	0,16	0,08
42	0,16	0,02	0,19	0,10
56	0,43	0,15	0,44	0,19
70	0,63	0,29	0,64	0,33
84	0,81	0,42	0,82	0,45
98	0,85	0,52	0,85	0,54
112	—	0,70	—	0,71
126	—	0,71	—	0,71
140	—	0,75	—	0,76

^{1/} Días después de la siembra.

vos después de los 56 y 70 DDS para Granola y Atzimba, respectivamente, periodos en los cuales se alcanzó el mayor desarrollo de la parte aérea de la planta, cuyo peso seco fue 263 y 464 g, en forma respectiva (Fig. 1 y 2). El área foliar se incrementó notablemente y se produjo competencia por luz y nutrientes, los cuales se distribuyeron en más área fotosintética. Las hojas jóvenes provocaron una mayor respiración debido a una amplia superficie foliar expuesta que favoreció el catabolismo, según lo afirmaron Westerman y Kleinkopf (1985). El área foliar, el índice de área foliar y la razón de área foliar obtuvieron los valores más altos entre los 42 y 56 DDS, en ambos cultivares. Atzimba presentó mayor área foliar que Granola debido a que este cultivar tuvo un periodo más prolongado de crecimiento de la parte aérea y en consecuencia, el área foliar resultó mayor. Además presentó mayor producción de tallos principales

por tubérculo sembrado y su porte más erecto propició que las plantas tuvieran un mayor desarrollo de las hojas basales. Granola se caracterizó por un crecimiento más postrado, en el cual el punto de compensación de luz y CO₂ se alcanzó más rápidamente. Esto unido a la alta tasa de crecimiento tuberoso promovió la finalización más temprana del desarrollo foliar. Al final de esta etapa (56 DDS), el peso seco de la parte aérea y subterránea para Granola fue 263,02 y 210,76 g, que correspondió al 55,53% y 44,47% del peso seco total de la planta en esa edad, respectivamente; mientras que para Atzimba (70 DDS), éste fue 464,66 y 230,42 g (66,83% y 33,17%), respectivamente. Respecto al peso seco de los órganos de la planta como hojas, pecíolos, tallos, raíces, estolones y tubérculos, Granola obtuvo el 27,02% (128 g), 2,06% (9,78 g), 26,43% (125,25 g), 1,35% (6,39 g), 0,32% (1,51 g) y 42,82% (202,86 g) del peso seco total a esa

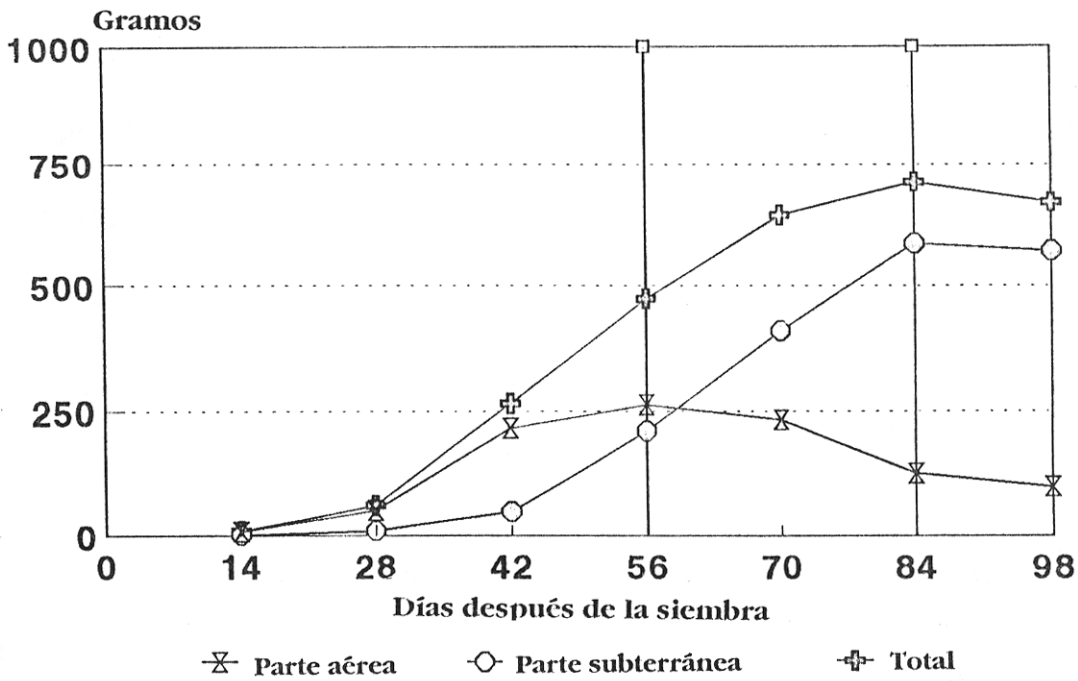


Fig. 1 Peso de materia seca de los órganos de la planta de papa cv. Granola en Cartago, Costa Rica. 1987.

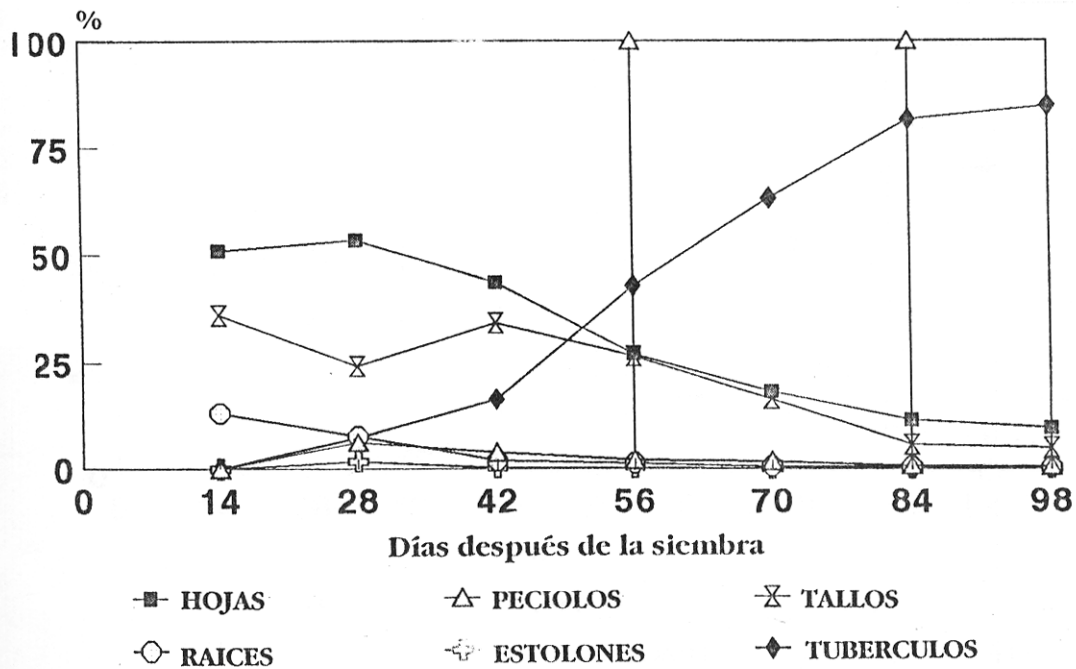


Fig. 2 Porcentaje del peso seco órgano de la papa cv. Granola respecto al total según edad. Cartago, Costa Rica. 1987.

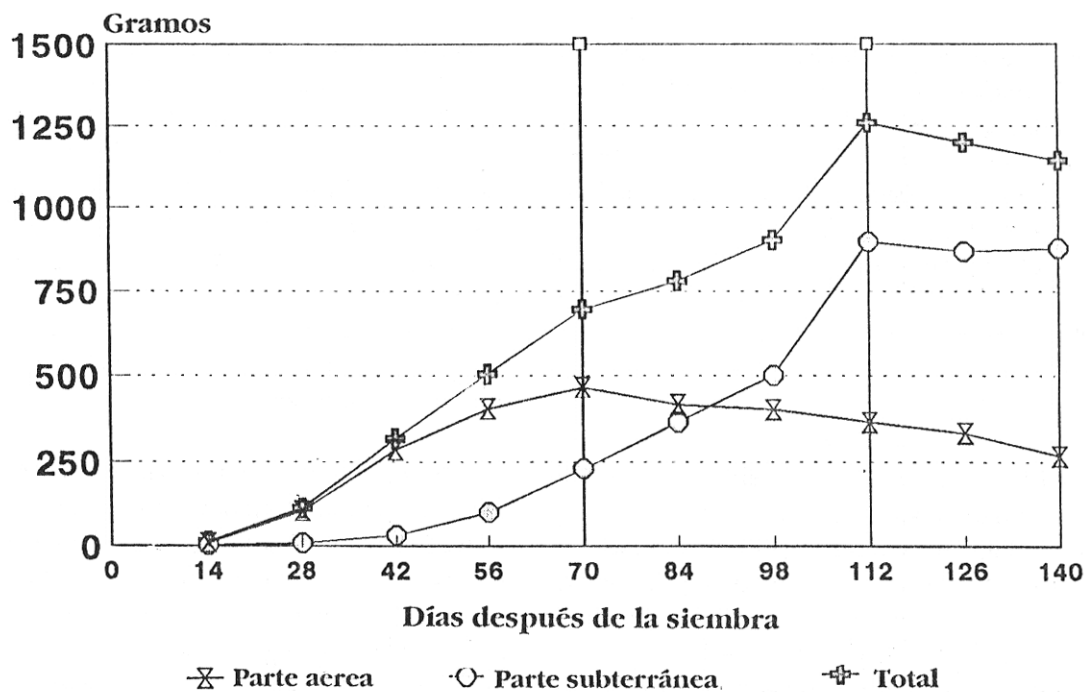


Fig. 3 Peso de materia seca de los órganos de la planta de papa cv. Atzimba en Cartago, Costa Rica. 1987.

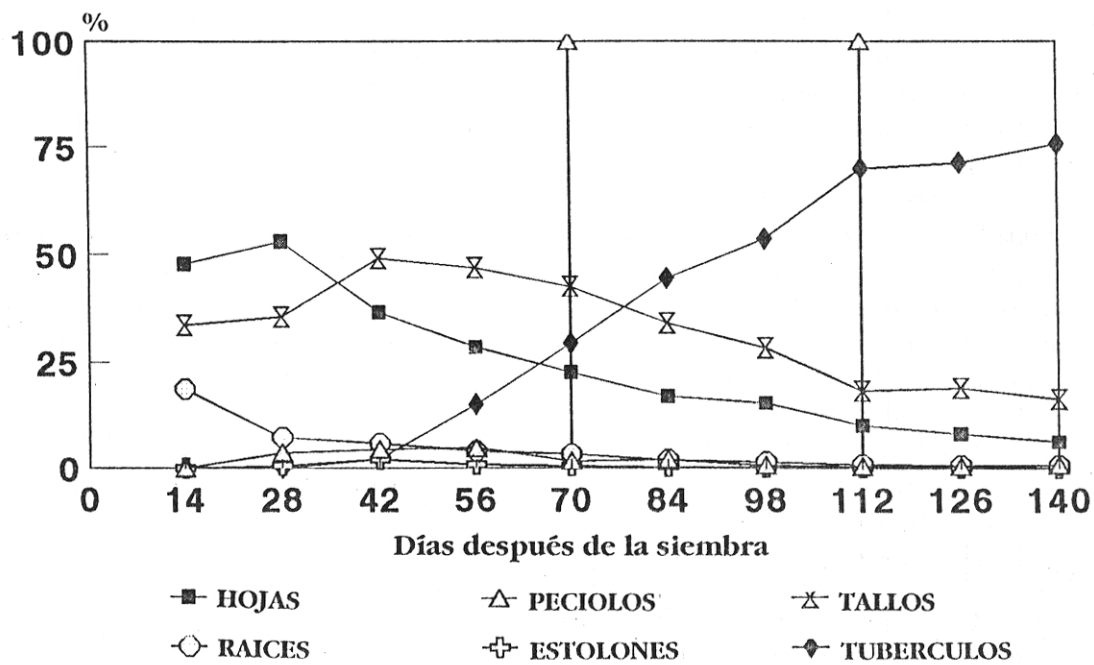


Fig. 4 Porcentaje del peso seco órgano de la papa cv. Atzimba respecto al total según edad. Cartago, Costa Rica. 1987.

edad de la planta, respectivamente (Fig. 1 y 2); mientras que Atzimba, 22,61% (157,15 g), 1,73% (12,02 g), 42,52% (295,49 g), 3,34% (23,23 g), 0,55% (3,86 g) y 29,24% (203,23 g), (Fig. 3 y 4). El índice de asimilación neta y las razones de peso tuberoso tuvieron una tendencia creciente, pero de lento crecimiento (Cuadro 3 y 6); no obstante, fue mayor con Granola que creció más rápidamente, principalmente después de la aparición de los tubérculos.

La segunda etapa se presentó desde los 56 a los 84 DDS para Granola; mientras que para Atzimba, de los 70 a los 112 DDS. El índice de crecimiento relativo de la parte aérea presentó valores negativos (Cuadro 2), lo que indica el inicio de una disminución del follaje, debido al paso de las reservas desde éste hacia los tubérculos. El peso foliar se comportó en forma decreciente (Cuadro 4 y 5) y el desarrollo del tubérculo llegó a alcanzar su mayor expresión (Fig. 1 y 2), a pesar de que su índice de crecimiento relativo tuvo una conducta decreciente (Cuadro 2); es decir, sus incrementos en el crecimiento se dieron cada vez en menor magnitud. Por otra parte, el índice de asimilación neta obtuvo sus máximos valores (Cuadro 3) y las razones de peso tuberoso y peso subterráneo se mantuvieron en aumento, pero con índices de crecimiento decrecientes (Cuadro 2 y 6). Al final de esta etapa (84 DDS), el peso seco de la parte aérea y subterránea para Granola fue 126,62 y 584,95 g, que correspondió al 17,79% y 82,21% del peso seco total de la planta en esa edad, respectivamente; mientras que para Atzimba (112 DDS), éste fue 363,87 y 895,65 g (28,89% y 71,11%), respectivamente. Respecto al peso seco de los

órganos de la planta como hojas, pecíolos, tallos, raíces, estolones y tubérculos, Granola obtuvo el 11,33% (80,71 g), 0,83% (5,89 g), 5,62% (40,01 g), 0,57% (4,04 g), 0,21% (1,51 g) y 81,45% (580,38 g) del peso seco total de esa edad de la planta, respectivamente (Fig. 1 y 2); mientras que Atzimba, 10,13% (127,58 g), 0,47% (5,98 g), 18,29% (230,31 g), 0,93% (11,75 g), 0,24% (2,98 g) y 69,94% (880,92 g), (Fig. 3 y 4).

La tercera etapa se dio desde los 84 a los 98 DDS y desde los 112 a los 140 DDS para Granola y Atzimba, respectivamente. La maduración de la planta se inició después de que ocurrió la máxima tuberización. El índice de crecimiento relativo del tubérculo fue mínimo y estable; éste cambió a valores negativos como sucedió con Granola (Cuadro 2). También el peso seco total después de alcanzar sus valores máximos, tendió a estabilizarse y luego inició su descenso (Fig. 1 y 2). Por su parte, el índice de asimilación neta y el índice de asimilación económica tuvieron valores negativos durante esta etapa (Cuadro 3). La razón de peso tuberoso y subterráneo se mantuvo en aumento, pero con incrementos muy bajos (Cuadros 3 y 6); no obstante, ocurrió la suberización; es decir, un fortalecimiento de la peridermis del tubérculo, que constituyó una cualidad indispensable como requisito de calidad en el mercado. Al final de esta etapa (98 DDS), el peso seco de la parte aérea y subterránea para Granola fue 99,31 y 569,69 g, que correspondió al 14,84% y 85,16% del peso seco total de la planta en esa edad, respectivamente; mientras que para Atzimba (140 DDS), éste fue 267,92 y 875,89 g (23,42% y 76,58%), respectivamente. Respecto al peso seco de los órganos de la planta

como hojas, pecíolos, tallos, raíces, estolones y tubérculos, Granola obtuvo el 9,44% (63,15 g), 0,60% (4,04 g), 4,80% (32,12 g), 0,37% (2,47 g), 0,03% (0,18 g) y 84,76% (567,04 g) del peso seco total de esa edad de la planta, respectivamente (Fig. 1 y 2); mientras que Atzimba, 6,26% (71,66 g), 0,79% (9,02 g), 16,40% (187,24 g), 0,80% (9,18 g), 0,24% (0,08 g) y 75,69% (865,73 g), (Fig. 3 y 4).

En términos generales, Granola mostró menor desarrollo foliar que Atzimba, pero su desarrollo subterráneo fue mayor. Esto se debió a que su fotosíntesis aparente fue superior a la pérdida de energía por respiración y/o fotorespiración, lo que indica su capacidad de aprovechamiento de energía lumínica. La disminución brusca del área foliar de Granola manifestó una tasa de tuberización a corta edad que se explica por sus altos valores del índice de asimilación neta. Moorby (1970) afirma que este índice está gobernado por el crecimiento del tubérculo; sus valores negativos se debieron a que el catabolismo superó al anabolismo, al descender el peso seco total y al cesar el crecimiento del tubérculo.

El fuerte crecimiento que se presentó al principio del ciclo del cultivo justifica por qué el índice de crecimiento relativo foliar, tuvo en general valores siempre descendentes durante el tiempo. El alto número de tallos por tubérculo sembrado (4-5) pudo provocar este comportamiento como lo señaló Collins (1977). Desde los 14 DDS se presentó un ascenso del índice de área foliar hasta el punto máximo que se dio a los 42 y 56 DDS para Granola y Atzimba, respectivamente. Estos resultados fueron muy similares a los obtenidos por

Collins (1977) y Thompson (1983), quienes informaron un índice de área foliar máximo de 6,4 en un cultivar semitardío en varios ensayos y de 6,6 como valor alto obtenido con Atzimba a los 91 DDS.

Al final de la primera etapa de crecimiento, el peso seco de las hojas con relación al peso de los pecíolos fue mayor para el cultivar Granola. El peso seco de los pecíolos alcanzó su máximo valor aproximadamente a los 70 DDS. Únicamente Atzimba presentó floración, la cual se inició a los 42 DDS. El peso seco de las flores tuvo su máximo valor a los 70 DDS y coincidió con el peso máximo de raíces.

Si la producción de materia seca en la parte aérea de la planta es un factor que puede usarse para estimar la producción potencial de la plantación como lo indica Mc Colum (1978), el rendimiento de Atzimba sería mayor que el de Granola. Sin embargo, de los dos cultivares, Granola se destacó como más eficiente, pero no necesariamente puede reemplazar a Atzimba con facilidad, a pesar de que Granola posee una mejor relación peso seco hojas/peso seco parte aérea, de tal manera que los asimilados producidos se destinan en alto porcentaje a la parte subterránea como lo mostró el crecimiento relativo de cada órgano. Esta característica le proporciona prioridad para tuberizar. La eficiencia del sistema asimilatorio en Granola se reafirma por su mayor índice de asimilación neta, índice de asimilación económica y razón de peso de tuberoso durante el ciclo. Además, la precocidad de Granola permite que sea cosechada en un menor tiempo a partir de la siembra. La

escogencia del cultivar depende en gran medida de las condiciones climáticas propias de la época, debido a su alta susceptibilidad al tizón tardío (*P. infestans*). La apariencia de su tubérculo (cáscara áspera) en ocasiones constituye una característica adversa para su comercialización, a pesar de sus inegables cualidades culinarias. Por el contrario, Atzimba presentó un crecimiento superior de la parte aérea con mayor duración del aérea foliar, lo que le puede permitir un rendimiento mayor, aunque su ciclo de cultivo se prolongó seis semanas más en la zona donde se hizo el estudio.

LITERATURA CITADA

- AMADOR, R. 1986. Determinación de la época de eliminación del follaje en el cultivar "Granola". In VII Congreso Agronómico Nacional, Resumen. San José, Costa Rica. p. 423-425.
- BERTSCH, F. 1980. Analisis del crecimiento y la nutrición vegetal. Centro de Agricultura Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 23 p.
- _____. 1981. Nutrición mineral de hortalizas: curvas de absorción de nutrimentos. Programa de Posgrado Universidad de Costa Rica-Centro de Agricultura Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- COLLINS, W. 1977. Analysis of growth in kennbec with emphasis on the relationships between stem number and yield. American Potato Journal 54:33-40.
- _____. 1977. Growth in Netted Gem potatoes as influenced by transplanting and greensprouting. American Potato Journal 54:339-352.
- KLEINKOPF, G. *et al.* 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. Agronomy Journal 73:799-802.
- MCCOLUM, R. 1978. Analysis of potato growth under differing regims. Agronomy Journal 70:58-67.
- MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la Papa. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. 706 p.
- MOORBY, J. 1970. The production, storage and translocation of carbohydrates in developing potato plants. Annals of Botany (G. B.) 34:297-308.
- NOGGLE, G.; FRITZ, G. 1976. Introductory Plant Physiology. Prentice-Hall Inc. 688 p.
- THOMPSON, J. 1983. Influencia de los parámetros meterológicos en la fenología y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres elevaciones de la zona norte de Cartago. Tesis Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica, Departamento de Agronomía, ITCR. 67 p.
- WESTERMANN, D.; KLEINKOPF, G. 1985. Nitrogen requirements of potatoes. Agronomy Journal 77:616-624.