

CORRELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS DA ANÁLISE DE
CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE TOMATEIRO
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)*

GILBERTO MARTINS**
EDMAR F.C. VASCONCELLOS***
ANTONIO A. LUCCHESI****

RESUMO

No presente trabalho, estudaram-se as possíveis correlações entre os parâmetros da análise quantitativa de crescimento vegetal, através dos dados de experimento conduzido com as cultivares de tomateiro, Kada, Angela, Floradel e Tropic, em sistema de cultivo para as condições do trópico-úmido, em Manaus, Amazonas, Brasil.

-
- * Parte da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor, à ESALQ/USP. Entregue para publicação em 28/08/85.
- ** Departamento de Agronomia, FUEL, Londrina, SP.
- *** Departamento de Agricultura e Horticultura, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- **** Departamento de Botânica, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

A partir da sementeira, a cada 14 dias, durante todo o ciclo do tomateiro, foram colhidas plantas e determinadas a altura, área foliar, peso da matéria seca da planta e peso da matéria fresca e seca dos frutos. Executou-se, dessa forma, a análise de crescimento vegetal dos cultivares e a correlação entre os parâmetros avaliados na planta: altura, produção, peso da matéria seca (PMS), índice de área foliar (IAF), taxa de produção de matéria seca (TPMS), taxa de produção de matéria seca vegetativa (TPMSV), taxa de produção de matéria seca dos frutos (TPMSF), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL).

No estudo das correlações entre os parâmetros, a altura foi o que apresentou maior quantidade de altas correlações, sendo assim, um bom índice para se estimar o desenvolvimento da planta. Existem correlações positivas: a) da altura com o IAF, com a produção, com o PMS e com a TPMS, ou seja, esses parâmetros estão diretamente correlacionados com a altura; b) do PMS com a produção e com o IAF. A TAL é mais afetada pela TCR, já que apresentou todos os coeficientes de correlação com valores baixos, e dentre eles, o mais elevado foi com a TCR. A TCR só teve altas correlações com a altura e o IAF, sendo essas correlações negativas, ou seja, à medida que a planta cresce, diminui a TCR. Os cultivares mais produtivos apresentaram altas correlações positivas entre TMSF e TPMS, mostrando

ser a produtividade econômica diretamente afetada pela produtividade biológica nesses cultivares.

INTRODUÇÃO

O tomateiro é cultivado em todo o mundo, em condições de campo ou casa-de-vegetação, consumido "in natura" ou industrializado, sendo citado por SONNENBERG (1979), como a hortaliça de maior expressão econômica em muitos países.

Um vegetal de interesse econômico, como uma planta de cultivo anual em crescimento, no caso, o tomateiro, apresenta diferentes fases. No início como depende de reservas contidas na semente, o crescimento é lento; posteriormente, após o desenvolvimento do sistema radicular e a emergência das folhas, tem um rápido crescimento através da retirada de água e nutrientes do substrato onde está e através da sua atividade fotossintética. Após atingir o tamanho definitivo, entra para a fase de senescência (LUCCHESI, 1984).

Para tanto, o crescimento da planta pode ser medido pela obtenção de sua altura, mas, através da utilização da análise quantitativa de crescimento, obtêm-se dados mais precisos e um número muito maior de informações (LUCCHESI e MINAMI, 1980).

Segundo MAGALHÃES (1979), a análise do crescimento destina-se à avaliação da produção líquida das plantas, derivada do processo fotossintético, e é o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante um certo período de tempo. Acompanhando assim a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através da acumu-

lação de matéria seca entre duas amostras sucessivas . O método é de grande valor na avaliação das diferenças intervarietais e interespecíficas das diversas características que definem a capacidade produtiva da planta , sendo usado para investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento como adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva, influência de práticas agronômicas, além de fatores intrínsecos que estão associados com a fisiologia da planta.

A utilização dos parâmetros de crescimento vegetal, como um tipo de análise, teve início no começo do século com fitofisiologistas como BLACKMAN (1919) e BRIGGS *et alii* (1920), passando então a ser usado como método básico para se calcular a estimativa da produtividade biológica das comunidades vegetais. E, segundo RADFORD (1967), esse método continuará a ser usado particularmente quando se deseja uma forma precisa de avaliação do crescimento da planta, sendo basicamente requeridas duas medidas periódicas para execução de uma simples análise de crescimento: o peso seco e a área foliar da planta.

Apesar de sua importância, é relativamente pequeno o número de trabalhos nessa área destacando-se alguns pesquisadores que estudaram a produtividade vegetal e o crescimento de várias culturas econômicas, utilizando-se dos parâmetros da análise de crescimento. Como exemplo temos os trabalhos de RESS (1963) em dendê, MURAMOTO *et alii* (1965) em algodão, KOLLER *et alii* (1970) em feijão, FERREIRA (1972) em alho, MINAMI (1977) em berinjela, CASTRO (1980) em soja e LUCCHESI (1980) em morango, sendo que WALLACE e MUNGER (1965) e BUTTERY e BUZZEL (1972) utilizaram esses parâmetros para estudar o comportamento de diferentes cultivares de feijão e soja, respectivamente.

A técnica de análise de crescimento pode ser empregada mais eficientemente em plantas de crescimento

rápido, com folhas de forma regular e ciclo relativamente longo como é o caso do tomateiro.

HEATH e GREGORY (1938) encontraram que a taxa de assimilação líquida (TAL) em tomateiro na fase vegetativa foi de 0,614 g/dm²/semana com fotoperíodo de 14 horas; 0,468 e 0,421 com fotoperíodo de 12,5 h. e 10,5h, respectivamente. Já GOODALL (1945) cita valores médios de 0,481 g/dm²/semana para a TAL na cultura de verão e de 0,117 g/dm²/semana na cultura de inverno, havendo alta correlação entre TAL e intensidade luminosa, temperatura diurna e noturna, fotoperíodo e umidade relativa. Comparando 2 sistemas de cultivo, BLACKMAN e WILSON (1951a) encontraram os seguintes resultados quanto à TAL e TCR (taxa de crescimento relativo):

- a) Campo aberto: TAL = 0,350 g/dm²/semana e
TCR = 0,133 g/g/dia
- b) Casa-de-vegetação: TAL = 0,513 g/dm²/semana e
TCR = 0,199 g/g/dia

Em nossas condições, CASTRO (1976) estudando os parâmetros da análise de crescimento do tomateiro 'Miguel Pereira', encontrou na fase dos 40 aos 54 dias após o transplante a TAL de 0,102 g/dm²/dia e a TCR de 0,133 g/dia.

Outros parâmetros de crescimento são utilizados nos estudos executados por WENT (1945) que compara diferentes cultivares de tomateiro, baseando-se no peso da raiz, da parte aérea e do fruto, e também na altura do caule. Baseado na altura e peso da matéria seca GARGANTINI e BLANCO (1963) encontraram um crescimento lento do tomateiro do grupo Santa Cruz até os 40 dias, sendo dos 40 aos 100-120 dias a fase de maior crescimento, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Crescimento do tomateiro do grupo Santa Cruz (GARGANTINI e BLANCO, 1963).

PARÂMETRO	IDADE (dias)						
	20	40	60	80	100	120	140
Altura (cm)	9	25	52	90	137	120	125
Peso da MS:							
Vegetativa (g/planta)	0,04	2,12	11,62	50,40	90,3	92,6	69,5
Frutos	-	-	-	4,80	46,7	104,0	130,5
Total	0,04	2,12	11,62	55,20	137,0	196,6	199,9

FERNANDES *et alii* (1975) avaliando o crescimento do tomateiro do grupo Santa Cruz em cultura rasteira, confirmam dizendo que a fase de maior crescimento se dá no início da frutificação aos 60-70 dias de idade.

Comparando os cultivares Kada e Ângela, BAUMGARTNER *et alii* (1976) encontraram os dados de altura e peso da matéria seca relatados na Tabela 2.

Tabela 2 - Comportamento de diferentes cultivares de tomate em relação ao crescimento (BAUMGARTNER *et alii*, 1976).

CULTIVAR	ALTURA (cm)				PESO DA MATÉRIA SECA (g/planta)	
	15dias	22dias	29dias	40dias	30dias	40dias
Kada	21,4	33,9	50,7	70,3	2,5	10,7
Ângela	21,8	31,7	47,4	-	4,1	-

Segundo HAGG *et alii* (1978), o cultivar Roma VF, de porte determinado, revelou um crescimento, expresso em produção de matéria seca, lento até aos 30 dias, porém, dobrando a cada quinzena, no período dos 45 aos 75 dias e atingindo o máximo aos 105 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consta de um estudo comparativo do comportamento de 4 cultivares de tomateiro realizado na Região Norte do Brasil, nas condições da Amazônia. O experimento foi instalado no município de Manaus-Amazonas a 3° S de latitude, 59° W de longitude, no Instituto Adventista Agro-Industrial, localizado na rodovia AM-010, km 74, no período de 18/02/1981, época da sementeira, até 10/06/1981, quando foram coletados os últimos dados. Nessa região predominam os solos do tipo latossólico, principalmente o latossol amarelo, bastante intemperizado, profundo, com baixa fertilidade e pH, porém, elevado teor de alumínio. O clima é tropical-úmido do tipo Am₁, de elevada precipitação, temperatura e umidade relativa, com um pequeno período de estiagem leve.

O experimento foi conduzido em instalação adequada à região e em implantação comercial, isto é, casa-de-vegetação aberta lateralmente, onde as plantas são cultivadas em caixas suspensas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcela subdividida no tempo. O experimento constou de 4 tratamentos correspondendo as 4 cultivares mais recomendadas para esse sistema de cultivo, 2 do grupo Santa Cruz: Kada e Ângela e 2 do grupo Salada: Floradel e Tropic, tendo 5 blocos e constituindo-se, portanto, em 20 parcelas. Cada parcela foi dividida em 8 sub-parcelas correspondentes às 8 épo

cas de coletas de dados feitas a cada 14 dias a partir da sementeira, no decorrer do ciclo da cultura. Cada sub-parcela foi constituída por 1 caixa de cultivo com 8 plantas do mesmo cultivar, sendo 2 delas retiradas aleatoriamente para coleta de dados que forneceram os parâmetros da análise de crescimento a fim de avaliar qual a(s) melhor(es) cultivar(es) para esse sistema de cultivo.

A condução da cultura foi feita cuidadosamente, deixando 1 haste/planta, fazendo-se irrigação diariamente, controle fitossanitário semanalmente, adubações foliares e todos os demais tratamentos culturais necessários (tutoramento, desbrota, etc.).

Para avaliar o crescimento do tomateiro nesse sistema de cultivo e estudar o comportamento dos cultivares, utilizou-se os parâmetros da análise de crescimento. A partir da sementeira, a cada 14 dias, foram coletadas 2 plantas por sub-parcela e anotados os seguintes dados:

- Altura da planta
- Área foliar
- Peso da matéria seca (PMS) da planta e dos frutos
- Peso da matéria fresca dos frutos (Produção).

Segundo recomendação de WILLIAMS (1946), BLACKMAN e WILSON (1951 a e b), WATSON (1952), RADFORD (1967), MAGALHÃES (1979) e LUCCHESI (1984), foram estudados os seguintes parâmetros da planta a fim de avaliar a cultivar:

- Índice de área foliar (IAF); Taxa de produção de matéria seca (TPMS); Taxa de crescimento relativo (TCR) e Taxa de assimilação líquida (TAL), sendo:

$$IAF = \frac{AF}{S},$$

onde:

AF = área foliar da planta, em cm^2

S = área do solo disponível à planta, em cm^2

A área foliar foi obtida através do método do planímetro.

$$\text{TPMS} = \frac{P_2 - P_1}{S (t_2 - t_1)}, \text{ em g/m}^2/\text{dia}$$

onde:

P_2 e P_1 = peso da matéria seca total (g) da planta colhida na segunda e primeira amostragem, respectivamente.

S = área do solo disponível à planta, em m^2

t_2 e t_1 = dias da segunda e primeira amostragem, respectivamente.

A TPMS foi desdobrada em taxa de produção da matéria seca vegetativa (TPMSV), não sendo computado em P_2 e P_1 o peso de matéria seca dos frutos, e a taxa de produção de matéria seca dos frutos (TPMSF), onde P_2 e P_1 é o peso da matéria seca dos frutos somente.

$$\text{TCR} = \frac{LP_2 - LP_1}{t_2 - t_1}, \text{ em g/g/dia}$$

onde:

L = logaritmo neperiano

P_2 e P_1 = peso da matéria seca total (g) da planta colhida na segunda e primeira amostragem, respectivamente.

t_2 e t_1 = dias da segunda e primeira amostragem, respectivamente.

$$TAL = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{LA_2 - LA_1}{t_2 - t_1}, \text{ em } q/\text{dm}^2/\text{dia}$$

onde:

P_2 e P_1 = peso da matéria seca total (g) da planta colhida na segunda e primeira amostragem, respectivamente.

A_2 e A_1 = área foliar da planta no tempo t_2 e t_1 , respectivamente, em dm^2 .

L = logaritmo neperiano

t_2 e t_1 = dias da segunda e primeira amostragem, respectivamente.

Além da análise de variância utilizando o teste F para comparar os cultivares, nos diferentes estádios da planta, e se obter as respectivas equações de regressão, foi também feita uma análise de correlação múltipla entre os parâmetros estudados, dentro de cada cultivar. Para cada correlação de interesse fez-se uma análise de correlação linear com transformações para se obter a melhor equação de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo das correlações entre os parâmetros utilizados na análise quantitativa de crescimento vegetal, foram obtidas equações de regressão para as correlações mais altas e de maior interesse para cada cultivar.

1. Cultivar Kada

Tabela 3. Coeficientes de correlação (R) entre os parâmetros avaliados no decorrer de todo ciclo do tomateiro 'Kada'.

	Altura	Produção	PSM	IAF	TPMS	TPMSF	TPMSV	TCR	TAL
Alt.	1								
Prod.	0,6201	1							
PMS	0,9307	0,7620	1						
IAF	0,8782	0,1250	0,8280	1					
TPMS	0,6684	0,3190	0,7263	0,5432	1				
TPMSF	0,5883	0,8147	0,7485	0,1374	0,5906	1			
TPMSV	0,2819	-0,3241	0,2504	0,2953	0,7466	-0,1539	1		
TCR	-0,8435	-0,3429	-0,7103	-0,7353	-0,4095	-0,2132	-0,0954	1	
TAL	-0,4131	0,0601	-0,2698	-0,5112	0,3289	0,3173	0,4462	0,5861	1

Tomando-se como base os maiores e mais importantes valores de R acima de 0,8000 e que correspondem aos coeficientes de determinação R^2 acima de 0,6400, ou seja, a porcentagem de variação explicada acima de 64,00%, obteve-se as seguintes equações de correlação referentes ao cultivar Kada:

1.1. Altura x PMS

$$\text{LnY} = -7,6902 + 2,3438 \text{ LnX} ; \quad R^2 = 0,98$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

X = altura da planta em cm

1.2. Altura x IAF

$$\frac{1}{Y} = -6,0023 + \frac{686,5915}{X} ; \quad R^2 = 0,96$$

onde:

Y = índice de área foliar da planta (IAF)

X = altura da planta em cm

1.3. Altura x TCR

$$Y = 0,5872 - 0,1073 \text{ LnX} ; \quad R^2 = 0,84$$

onde:

Y = taxa de crescimento relativo da planta (TCR) em g/g/dia

X = altura da planta em cm

Lx = logaritmo neperiano

1.4. IAF x PMS

$$\text{LnY} = 3,8560 + 1,6087 \text{ LnX} ; \quad R^2 = 0,97$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

X = Índice de área foliar (IAF)

2. Cultivar Ângela

Tomando-se como base os mais importantes e maiores valores de R, acima de 0,8000 e que correspondem aos coeficientes de determinação R^2 acima de 0,6400, ou seja, a porcentagem de variação explicada acima de 64,00%, obteve-se as seguintes equações de correlação, referentes ao cultivar Ângela:

2.1. Altura x Produção

$$Y^2 = (-179,4431 + 39,3890 \text{ LnX})^2 ; \quad R^2 = 0,79$$

onde:

Y = produção da planta em g

X = altura da planta em cm

Ln = logaritmo neperiano

2.2. Altura x PMS

$$\text{LnY} = -6,8626 + 2,1919 \text{ LnX} ; \quad R^2 = 0,98$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Tabela 4. Coeficiente de correlação (R) entre os parâmetros avaliados no decorrer de todo ciclo do tomateiro 'Ângela'.

	Altura	Produção	PMS	IAF	TPMS	TPMSF	TPMSV	TCR	TAL
Alt.	1								
Prod.	0,8093	1							
PMS	0,9073	0,9551	1						
IAF	0,8712	0,5950	0,8166	1					
TPMS	0,6307	0,1618	0,6252	0,5686	1				
TPMSF	0,4490	0,6720	0,7260	0,3553	0,6874	1			
TPMSV	0,2106	-0,4676	0,0285	0,1877	0,6886	-0,0838	1		
TCR	-0,8567	-0,5480	-0,7295	-0,7885	-0,3991	-0,1028	-0,0222	1	
TAL	-0,5030	-0,1711	-0,3866	-0,6058	0,2373	0,3714	0,4180	0,7165	1

Y = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

X = altura da planta em cm

2.3. Altura x IAF

$$\frac{1}{Y} = -7,3578 + \frac{781,7052}{X} ; \quad R^2 = 0,94$$

onde:

Y = Índice de área foliar (IAF)

X = altura da planta em cm

2.4. PMS x Produção

$$Y = (-19,7822 + 4,7388 \sqrt{X})^2 ; \quad R^2 = 0,93$$

onde:

Y = produção da planta em g

X = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

2.5. IAF x PMS

$$\frac{1}{Y} = -0,1879 + \frac{0,1700}{X} ; \quad R^2 = 0,98$$

onde:

Y = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

X = Índice de área foliar (IAF)

3. Cultivar Floradel

Tomando-se como base os mais importantes e maiores valores de R, acima de 0,8000 e que correspondem

aos coeficientes de determinação R^2 , ou % de variação explicada, acima de 0,6400, ou 64,00%, obteve-se as seguintes equações de correlação referentes ao cultivar Floradel:

3.1. Altura x Produção

$$\text{LnY} = 10,4670 - \frac{633,6979}{X} ; \quad R^2 = 0,89$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = produção da planta em g

X = altura da planta em cm

3.2. Altura x IAF

$$\text{LnY} = 0,5094 - \frac{45,1078}{X} ; \quad R^2 = 0,96$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = Índice de área foliar (IAF)

X = altura da planta em cm

3.3. Altura x TPMS

$$\text{LnY} = 2,2122 - \frac{54,5424}{X} ; \quad R^2 = 0,94$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = taxa de produção de matéria seca da planta (TPMS)
em $\text{g/m}^2/\text{dia}$

Tabela 5. Coeficientes de correlação (R) entre os parâmetros avaliados no decorrer de todo ciclo do tomateiro 'Floradel'.

	Altura	Produção	PMS	IAF	TPMS	TPMSF	TPMSV	TCR	TAL
Alt.	1								
Prod.	0,8414	1							
PMS	0,2557	0,9833	1						
IAF	0,9526	0,7365	0,2369	1					
TPMS	0,8043	0,6756	0,2374	0,7908	1				
TPMSF	0,6010	0,7883	0,7829	0,5928	0,8773	1			
TPMSV	0,2885	-0,3128	0,0561	0,2843	0,3773	-0,3623	1		
TCR	-0,8635	-0,5435	-0,1740	-0,8795	-0,5852	-0,2435	-0,1499	1	
TAL	-0,3544	0,3035	-0,0664	-0,4132	0,1944	0,6083	0,2073	0,5887	1

X = altura da planta em cm

3.4. Altura x TCR

$$Y = 0,4812 - 0,0880 \text{ Ln}X ; \quad R^2 = 0,88$$

onde:

Y = taxa de crescimento relativo (TCR) em g/g/dia

Ln = logaritmo neperiano

X = altura da planta em cm

3.5. PMS x Produção

$$Y = (-15,4057 + 4,4577 \sqrt{X})^2 ; \quad R^2 = 0,97$$

onde:

Y = produção da planta em g

X = peso da matéria seca da planta (MS) em g

3.6. IAF x TCR

$$Y = 0,06621 - 0,0694 \text{ Ln}X ; \quad R^2 = 0,85$$

onde:

Y = taxa de crescimento relativo da planta (TCR) em g/g/dia

X = índice de área foliar

Ln = logaritmo neperiano

4. Cultivar Tropic

Tomando-se como base os mais importantes e maiores valores de R, acima de 0,800, que correspondem aos

Tabela 6. Coeficientes de correlação (R) entre os parâmetros avaliados no decorrer de todo ciclo do tomateiro 'Tropic'.

	Altura	Produção	PMS	IAF	TPMS	TPMSF	TPMSV	TCR	TAL
Alt.	1								
Prod.	0,8047	1							
PMS	0,9059	0,9603	1						
IAF	0,9271	0,5792	0,8371	1					
TPMS	0,7441	0,6398	0,8262	0,6860	1				
TPMSF	0,6087	0,8026	0,8171	0,4583	0,9081	1			
TPMSV	0,3014	-0,3283	0,1652	0,3094	0,4931	-0,1462	1		
TCR	-0,8337	-0,4527	-0,6697	-0,8720	-0,4942	-0,1451	-0,1709	1	
TAL	-0,3427	0,2670	-0,1636	-0,5058	-0,2105	0,5825	0,2403	0,6238	1

coeficientes de determinação R^2 , ou % de variação explicada, acima de 0,6400 ou 64,00%, obteve-se as seguintes equações de correlação, referentes ao cultivar 'Tropic':

4.1. Altura x Produção

$$\text{Ln} = 10,1152 - \frac{534,7541}{X} ; \quad R^2 = 0,74$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = produção da planta em g

X = altura da planta em cm

4.2. Altura x PMS

$$\text{Ln}Y = 7,1235 + 2,3467 \text{ Ln}X ; \quad R^2 = 0,97$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

X = altura da planta em cm

4.3. Altura x IAF

$$\text{Ln}Y = -7,0631 + 1,5399 \text{ Ln}X , \quad R^2 = 0,96$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = índice de área foliar da planta (IAF)

X = altura da planta em cm

4.4. Altura x TCR

$$Y = 0,4872 - 0,0899 \text{ Ln}X ; \quad R^2 = 0,85$$

onde:

Y = taxa de crescimento relativo da planta (TCR) em g/g/dia

Ln = logaritmo neperiano

X = altura da planta em cm

4.5. PMS x Produção

$$Y = 117,4111 + 0,569 X^2 ; \quad R^2 = 0,93$$

onde:

Y = produção da planta em g

X = peso da matéria seca da planta (PMS) em g

4.6. IAF x PMS

$$\text{Ln}Y = 3,6236 + 1,5009 \text{ Ln}X ; \quad R^2 = 0,98$$

onde:

Ln = logaritmo neperiano

Y = peso da matéria seca da planta (MS) em g

X = índice de área foliar da planta (IAF)

4.7. IAF x TCR

$$Y = 0,2768 - 9,1816 \sqrt{X} ; \quad R^2 = 0,83$$

onde:

Y = taxa de crescimento relativo da planta (TCR) em g/g/dia

X = Índice de área foliar da planta (IAF)

O estudo da correlação entre os parâmetros avaliados, nos diferentes estádios do ciclo do tomateiro, apresentou certa semelhança nos 4 cultivares. Verificou-se que a altura foi o parâmetro que apresentou a maior quantidade de correlações altas ($R > 0,80$), mostrando, assim, ser um bom índice para estimar o crescimento da planta.

As correlações maiores e mais importantes foram:

1. Correlação negativa entre a altura e a TCR, sendo a única correlação negativa comum a todos os cultivares estudados, verificando-se que, à medida que a planta cresce, diminui a TCR, muito provavelmente devido ao efeito do auto-sombreamento. O mesmo fato foi também constatado pela correlação negativa entre TCR e IAF. Observou-se que a TCR só apresentou correlação positiva, embora baixa, com a TAL. Sabe-se que uma planta com baixa TAL não é necessariamente, uma planta de baixa produtividade biológica; nesse aspecto, o IAF é mais importante. Isto foi constatado pela alta correlação entre PMS e IAF.

2. Correlações positivas de altura: com o IAF, em todos os cultivares; com a produção, exceto no cultivar Kada; com o PMS, exceto no cultivar Floradel; e com a TPMS, somente no cultivar Floradel. Observou-se, em todos os cultivares, correlação positiva alta entre o PMS e a produção, exceto para o cultivar Kada, e entre o PMS e o IAF, exceto para o cultivar Floradel.

As altas correlações positivas da altura com o PMS e o IAF demonstraram que houve um bom crescimento do tomateiro nesse sistema de cultivo.

A TAL apresentou todos os coeficientes de correlação com valores baixos, e dentre eles, o mais elevado foi com a TCR. Caso semelhante foi observado com a TCR que apresentou, em relação aos demais parâmetros, poucas correlações e quando elas ocorreram, foram negativas. Este fato poderia ser melhor entendido com base no conhecimento de que para os parâmetros TCR e TAL, o incremento de material produtivo está relacionado com outro fator de crescimento da própria planta, como o seu peso ou a sua área foliar. Estes parâmetros avaliam a capacidade de produção biológica da planta baseada naquilo que já está formado.

O desdobramento da TPMS em TPMSV e TPMSF demonstrou que no início a TPMS seria a própria TPMSV. Porém, na fase de frutificação a TPMSV tende a diminuir, já que ocorre a translocação de boa parte do material sintetizado para os frutos, aumentando a TPMSF e resultando num equilíbrio na TPMS. Foram observadas, nos cultivares mais produtivos, correlações positivas mais altas entre a produtividade biológica (TPMS) e a produtividade econômica ou agrícola (TPMSF), sendo nos menos produtivos maior a correlação entre TPMS e TPMSV. Este fato evidencia ainda mais a maior capacidade produtiva dos cultivares Floradel e Tropic nesse sistema de cultivo.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais realizadas, chegou-se às seguintes conclusões:

1. A altura foi o parâmetro que apresentou maior quantidade de altas correlações sendo assim, um bom índice para se estimar o desenvolvimento da planta.

2. Existem correlações positivas: a) da altura com o IAF, com a produção, com o PMS e com a TPMS, ou seja, esses parâmetros foram diretamente afetados pela altura; b) do PMS com a produção e com o IAF.

3. A TAL é mais afetada pela TCR, já que apresentou todos os coeficientes de correlação com valores baixos, e dentre eles, o mais elevado foi com a TCR.

4. A TCR só teve altas correlações com a altura e o IAF, sendo essas correlações negativas, ou seja, à medida que a planta cresce, diminui a TCR.

5. Os cultivares mais produtivos apresentaram altas correlações positivas entre TPMSF e TPMS, mostrando ser a produtividade econômica, diretamente afetada pela produtividade biológica, nesses cultivares.

SUMMARY

CORRELATIONS AMONG PARAMETERS OF GROWTH ANALYSIS OF TOMATO CULTIVARS (*Lycopersicon esculentum* Mill)

In the present research it has been studied the possible correlation among the parameters of quantitative analysis of vegetal growth through experimental data from tomato cultivars Kada, Angela, Floradel and Tropic carried out in the tropical-humid conditons of Manaus (Amazon State, Brazil) in a typical regional fashion (open side greenhouses with plants cultivated in suspended wooden boxes).

Every 14 days plant samples were collected in the seedling time, to determine height, leaf area, dry matter, weight of the plant and fresh and dry matter weight of the fruits, during all the tomato cicle. Thus an analysis was made of the cultivar vegetal growth and

the correlation among the evaluated plant parameters : height, yield, dry matter, weight (DMW), leaf area index (LAI), dry matter production rate (DMPR), vegetative dry matter production rate (VDMPR), fruit dry matter production rate (FDMPR), relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR).

Studying the correlation among the parameters, the height presented the greatest amount of high correlation, becoming this way a good cross-index to estimate the plant growth. The positive correlations are: a) Height with LAI, with yield, with DMW and with DMPR, that is, these parameters were directly correlated with the height; b) DMW with yield and LAI. The NAR presented all coefficient correlations with low rates and among these rates the highest was with the RGR, showing this way to be affected by this parameter. The RGR only had high correlations with the height and the LAI, these correlations being negative, that is, while the plant grows, the RGR decreases. The most productive cultivars presented high positive correlations between FDWPR and DWPR, showing that the economic productivity is directly affected by the biological productivity in the cultivars.

LITERATURA CITADA

BAUMGARTNER, J.G.; HAGG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. & PEREIRA, D., 1976. Nutrição mineral de hortaliças XXVII. Tolerância de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ao alumínio e ao manganês. Anais da ESALQ, Piracicaba **33**:513-541.

BLACKMAN, V.R., 1919. The compound interest law and plant growth, Annals of Botany. Oxford **33**:353-360

- BLACKMAN, G.E. & WILSON, G.L., 1951a. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment VII. *Annals of Botany*. Oxford **15**(59):373 - 408.
- BLACKMAN, G.E. & WILSON, G.L., 1951b. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment VI. *Annals of Botany*. Oxford **15**(57):63-64.
- BRIGGS, G.E.; KIDD, F. & WEST, C., 1920. A quantitative analysis of plant growth I e II. *Annals of Applied Biology*. Cambridge **7**:103-123 e 202-223.
- BUTTERY, B.R.; BUZZELL, R.I., 1972. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. *Canadian Journal Plant Science*. Ottawa **52**:13-20.
- CASTRO, P.R.C., 1976. Efeitos de reguladores de crescimento em tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Piracicaba, ESALQ/USP, 148 p. (Tese de Doutorado).
- CASTRO, P.R.C., 1980. Efeitos de reguladores de crescimento em soja [*Glycine max* (L.) Merril cv. Davis]. Piracicaba, ESALQ/USP, 174 p. (Tese de Livre-Docência).
- FERNANDES, P.D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G. D. & HAAG, H.P., 1975. Nutrição mineral de hortaliças XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.), em cultivo rasteiro. *Anais da ESALQ*. Piracicaba **32**:595-608.
- FERREIRA, F.A., 1972. Análise do crescimento de quatro cultivares de alho (*Allium sativum* L.). Viçosa, UFV, 41 p. (Dissertação de Mestrado).
- GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G., 1963. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia*. Campinas **22**(56):693-714.

- GOODALL, D.W., 1945. The distribution of weight change in the young tomato plant. *Annals of Botany*. New York 9(34):101-139.
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BARBOSA, V. & SILVA NETO, J. M., 1978. Nutrição mineral de hortaliças XXXII. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.), destinado ao processamento industrial. *Anais da ESALQ*. Piracicaba 35:243-270.
- HEATH, O.V.S. & GREGORY, F.G., 1938. The constancy of the mean net assimilation rate and its ecological importance. *Annals of Botany*. Oxford 2:811-818.
- KOLLER, H.R.; NYQUIST, W.E. & CHORUSK, I.S., 1970. Growth analysis of the soybean community. *Crop Science*. Madison 10:407-412.
- LUCCHESI, A.A., 1980. Influência de fito-reguladores no crescimento e na produtividade de morangueiro (*Fragaria* spp.), cultivares Campinas e Monte Alegre. Piracicaba, ESALQ/USP, 154 p. (Tese de Livre-Docência).
- LUCCHESI, A.A. & MINAMI, K., 1980. Análise quantitativa de crescimento vegetal em cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp.), sob a influência de fito-reguladores de crescimento. *Anais da ESALQ*. Piracicaba 37(2):553-593.
- LUCCHESI, A.A., 1984. Utilização prática da análise quantitativa de crescimento vegetal. *Anais da ESALQ* (entregue para publicação).
- MAGALHÃES, A.C.N., 1979. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, G., coord. *Fisiologia Vegetal I*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, p. 331-350.

- MINAMI, K., 1977. Análise de crescimento e densidade de população de *Solanum melongena* L. - berinjela, cultivada em delineamento sistemático e convencional. Piracicaba. ESALQ/USP, 81 p. (Tese de Doutorado).
- MURAMOTO, H.; HESKETH, J. & EL-SHARKAWY, M., 1965. Relationship among rate of leaf area development, photosynthetic rate, and rate of dry matter production among american cultivated cottons and other species. *Crop Science*, Madison 5(2):163-166.
- RADFORD, P.J., 1967. Growth analysis formulae-their use and abuse. *Crop Science*. Madison 7(3):171-175.
- REES, A.R., 1963. Relationship between crop growth rate and leaf area index in the oil palm. *Nature London* 197(4862):63-64.
- SONNENBERG, P.E., 1979. Olericultura Especial - 1a. Parte. 2a. ed. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 171 p.
- WALLACE, D.H. & MUNGER, H.M., 1965. Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. *Crop Science*. Madison 5(4):343-348.
- WATSON, D.J., 1952. The physiological basis of variation in yield. *Advances on Agronomy*, New York 4: 101-145.
- WENT, F.W., 1945. Plant growth under controlled conditions. V. The relation between age, light, variety and thermoperiodicity of tomatoes. *American Journal of Botany*. New York 32(8):469-479.
- WILLIAMS, R.F., 1946. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Annals of Botany*. Oxford 10(37):41-72