

# CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS, ÍNDICE SPAD-502 E EMISSÃO DA FLUORESCÊNCIA EM PORTA-ENXERTOS DE CITROS<sup>1</sup>

Rúbia Aparecida de Araújo<sup>2</sup>  
Dalmo Lopes de Siqueira<sup>3</sup>  
Carlos Alberto Martinez<sup>4</sup>  
Antônio Resende Fernandes<sup>5</sup>

## RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento, os teores e a fluorescência da clorofila *a* de dez porta-enxertos de citros, na fase de produção de mudas até o ponto de enxertia. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e dez tratamentos constituídos pelos porta-enxertos: limão-cravo; tangerinas 'Sunki' e 'Cleópatra'; citrumelo 'Swingle'; citranges 'Carrizo' e 'Troyer'; citrandarins 'Changsha' x 'English Small', 'Sunki' x 'Benecke' e 'Rangpur' x 'Swingle'; e citradia (laranja azeda 'Smooth Flat Seville' x 'Trifoliata Argentina'). A parcela foi constituída por seis plantas, semeadas em 21 de junho de 2001. Posteriormente, foram transplantadas para os citrovasos. Avaliaram-se (na fase de sementeira e após o transplante) a altura das plantas, diâmetro do caule, estimativa do teor de clorofila nas folhas, pelo índice SPAD, e eficiência máxima do fotossistema II (razão Fv/Fm). Os porta-enxertos com maiores alturas foram citrange 'Troyer', citradia, citrange 'Carrizo' e citrandarin ('Changsha' x 'English Small'), com 92,9; 92,3; 88,1; e 85,7 cm, respectivamente, aos 150 DAT (dias após o transplante). O maior diâmetro foi observado no citrumelo 'Swingle', com 8,54 mm aos 150 DAT. Os porta-enxertos com maiores valores de leituras no SPAD foram citrange 'Troyer', citrandarin 'Changsha' x 'English Small' e citrumelo 'Swingle', com 73,78; 73,53; e 70,77, respectivamente, aos 150 DAT. Com relação à eficiência máxima do fotossistema II (razão Fv/Fm), os melhores resultados foram obtidos com tangerina 'Cleópatra', citrandarins 'Rangpur' x 'Swingle' e 'Changsha' x 'English Small'; e citrange 'Troyer': 0,776; 0,773; 0,766; e 0,764, respectivamente, aos 150 DAT. Os porta-enxertos mais vigorosos foram o

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 18.09.2003.

<sup>2</sup> Departamento de Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa. 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: rubiamateus@hotmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia/UFV. E-mail: Siqueira@ufv.br

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Vegetal/USP. Ribeirão Preto, SP.

<sup>5</sup> Estudante de Pós-Graduação do Departamento de Fitotecnia da UFV.

citrumelo 'Swingle'; citranges 'Carrizo' e 'Troyer'; citrandarin 'Changsha' x 'English Small'; e citradia, alcançando o ponto de enxertia precocemente. Os parâmetros fisiológicos índice SPAD e razão Fv/Fm não mostraram correlação com os parâmetros biométricos de crescimento e vigor dos porta-enxertos.

Palavras-chave: *Citrus* spp., crescimento, clorofila SPAD, fluorescência da clorofila *a*.

## ABSTRACT

### BIOMETRICS CHARACTERISTICS, SPAD-502 INDEX AND EMISSION OF FLUORESCENCE IN CITRUS ROOTSTOCK

This research aimed to evaluate the growth, chlorophyll content and fluorescence of ten different rootstocks from their seedling stage through grafting age. The experiment was arranged in a randomized complete-block design with 5 replications and 10 treatments. Each treatment represented one rootstock cultivar: 'Rangpur' lime; tangerines 'Sunki' and 'Cleopatra'; citrumelo 'Swingle'; citranges 'Carrizo' and 'Troyer'; citrandarins 'Changsha' x 'English Small'; 'Sunki' x 'Benecke'; 'Rangpur' x 'Swingle'; and citradia (orange sours 'Smooth Flat Seville' x 'Trifoliata Argentina'). Six plants were used per each treatment sowed on June 21, 2001 and transplanted later to the citruspot. The parameters evaluated were: plant height, stem diameter, leaf chlorophyll estimate through SPAD index and maximum efficiency of photosystem II (Fv/Fm ratio). The cultivars showing higher heights at 150 DAT (days after transplantation into citruspot) were citrange 92.9 cm; 'Troyer' 92.3 cm; citradia 88.1 cm; citrange 'Carrizo' and citrandarin 'Changsha' x 'English Small' 85.7cm. The largest diameter was observed in citrumelo 'Swingle' and the highest chlorophyll content in citrange 'Troyer' 73.78 SPAD, citrandarin 'Changsha' x 'English Small' 73.53 SPAD and citrumelo 'Swingle' 70.77 SPAD. Maximum efficiency in photosystem II (Fv/Fm ratio) was achieved by tangerine 'Cleopatra' 0.776, 'Rangpur' x 'Swingle' 0.773, 'Changsha' x 'English Small' 0.766 and citrange 'Troyer' 0.764. It was concluded that the most vigorous rootstocks tested were citrumelo 'Swingle', followed by citranges 'Carrizo' and 'Troyer', 'Changsha' x 'English Small', and citradia. These plants were more precocious than the others concerning the age they reached the grafting point.

Key words: *Citrus* spp., growth, chlorophyll SPAD index, chlorophyll *a* fluorescence.

## INTRODUÇÃO

A Zona da Mata mineira é o mais importante pólo produtor de mudas cítricas do Estado. Nesta região, utiliza-se apenas um porta-enxerto (limoeiro-cravo), que nem sempre se adapta bem às características edafoclimáticas da região. Além disso, a utilização de um único porta-enxerto em todos os cultivares-copa, provavelmente não poderá atender às características particulares de cada cultivar, o que pode impedir que a planta, mesmo recebendo os tratos culturais adequados, manifeste todo o potencial produtivo (23). Por isso, torna-se necessário selecionar outros porta-enxertos tolerantes ou resistentes aos principais fatores limitantes à citricultura brasileira, como a tristeza, o declínio, a gomose, os nematóides

e a seca, e que formem, com os principais cultivares-copa, plantas produtivas e com maior longevidade (23).

Não existem pesquisas sobre porta-enxertos na região da Zona da Mata mineira, e os resultados de experimentos sobre porta-enxertos realizados em outros estados ou regiões com características de clima e de solo diferentes, provavelmente não se aplicam diretamente a essa região. Portanto, há necessidade da realização de experimentos que venham auxiliar na identificação de porta-enxertos adequados às condições edafoclimáticas da Zona da Mata.

Em 1999, no Triângulo Mineiro e Norte de São Paulo, foi detectada uma nova doença, denominada morte-súbita-dos-citros, que causa a morte de laranjeiras doces enxertadas somente sobre limoeiro-cravo (16), indicando mais uma vez a necessidade de pesquisa sobre novos porta-enxertos para a citricultura mineira.

Fatores genéticos e ambientais, como temperatura, salinidade, radiação, seca, fertilidade e textura do solo, dentre outros, afetam o crescimento das plantas. Os efeitos desses fatores sobre o processo fotossintético têm sido pesquisados usando medições da eficiência máxima do Fotossistema II (PSII), estimada por meio da razão entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima ( $F_v/F_m$ ) (8). Essa relação expressa o rendimento quântico máximo dos processos fotoquímicos desse fotossistema (11), ou seja, a eficiência relativa da captura de energia luminosa pelo PSII (21).

As medições da fluorescência da clorofila contribuem para o conhecimento do processo fotoquímico da fotossíntese, e esta ferramenta é frequentemente usada para avaliar o desempenho fotossintético e o estado fisiológico geral das plantas. A fluorescência pode ser útil para explicar as possíveis diferenças no crescimento de porta-enxertos de citros (21).

O estado nutricional das plantas é outro fator importante que deve ser monitorado durante o seu desenvolvimento. Este monitoramento pode ser realizado utilizando-se o medidor portátil SPAD-502, que mede a coloração verde das folhas e, assim, estima a concentração de clorofila (22). Os pigmentos fotossintéticos são bons indicadores de estresse em plantas (7), portanto, a estimativa de teores foliares de clorofila de porta-enxertos de citros com o SPAD-502 pode ser explorada com potencial para diagnóstico do estado nutricional de nitrogênio (3). O monitoramento da cor verde pode sinalizar a aproximação da deficiência de nitrogênio com antecedência, podendo ser corrigida antes que cause algum dano à planta (3).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento, a fluorescência da clorofila *a* e estimar os teores de clorofila de dez porta-enxertos de citros, na fase de produção de mudas até o ponto de enxertia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia, no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Minas Gerais.

As sementes dos porta-enxertos foram fornecidas pelo Centro de Citricultura Sílvio Moreira (IAC), situado em Cordeirópolis SP, e foram semeadas em tubetes com espaçamento de 5 x 5 cm, contendo 40 cm<sup>3</sup> de substrato comercial, os quais foram mantidos a céu aberto.

Para a avaliação do comportamento dos porta-enxertos, foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e dez tratamentos constituídos pelos porta-enxertos: limão-cravo; tangerinas 'Sunki' e 'Cleópatra'; citrumelo 'Swingle'; citranges 'Carrizo' e 'Troyer'; citrandarins 'Changsha' x 'English Small', 'Sunki' x 'Benecke' e 'Rangpur' x 'Swingle'; e citradia (laranja azeda 'Smooth Flat Seville' x 'Trifoliata Argentina'). A parcela foi constituída por seis plantas.

Foram avaliados, quinzenalmente, a altura das plantas, os diâmetros dos caules (a dois centímetros do colo da planta), os índices do aparelho SPAD (Minolta, Japão) para estimar a clorofila das folhas e a cinética rápida de emissão de fluorescência da clorofila *a* por meio da utilização de um fluorômetro portátil modelo PEA (Hansatech, Inglaterra). Estas avaliações foram realizadas na primeira folha desenvolvida e madura de cada planta, contada a partir do ápice.

Cinco meses após o plantio, replantou-se cada unidade experimental, da fase de sementeira para os citrovasos com espaçamento de 15 x 15 cm (uma planta por recipiente), arranjados em blocos ao acaso, com cinco repetições e seis plantas por parcela.

Após o transplante para os citrovasos, realizaram-se, quinzenalmente, as mesmas avaliações, sendo os resultados submetidos à análise de variância e, quando significativos, ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foram realizadas análises de correlação entre as características de crescimento e parâmetros fisiológicos (relação  $F_v/F_m$  e estimativa dos teores de clorofila), usando os resultados obtidos aos 150 dias após o transplante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de sementeira, aos 135 dias após a semeadura (DAS), os porta-enxertos que apresentaram maiores alturas foram o citrandarin 'Sunki' x 'Benecke', citrumelo 'Swingle' e citrange 'Carrizo', com alturas entre 11,8 e 12,8 cm, ao passo que as menores, 5,7; 6,6; e 7,1 cm, foram verificadas em citradia e tangerinas 'Cleópatra' e 'Sunki', respectivamente (Quadro 1).

QUADRO 1 - Altura média (cm) de dez porta-enxertos de citros								
Característica	Altura (cm)							
	Dias após a semeadura (DAS)				Dias após o transplante (DAT)			
	90	105	120	135	30	70	110	150
1-Limão-Cravo	5,14 C	6,39 7,90 BC	10,51 BC	19,32 A	31,13 BCD	48,23 EF	64,53 CD	
2-Tang. Sunki	2,56 E	3,32 4,88 E	7,18 EF	13,42 C	20,50 E	38,03 F	49,00 E	
3- C. Swingle	6,63 A	8,26 9,79 A	12,83 A	20,78 A	37,03 ABC	65,03 BC	75,33 BC	
4- C. Carrizo	5,95 B	7,22 8,84 AB	11,81 AB	20,81 A	41,87 A	75,40 AB	88,13 AB	
5- Changsha x E. Small	4,00 D	4,94 6,98 CD	9,49 CD	17,53 AB	40,80 A	71,77 ABC	85,77 AB	
6- Sunki x Benecke	5,40 A	7,44 9,31 A	12,85 A	19,75 A	37,87 AB	62,67 CD	76,28 BC	
7- Rangpur x Swingle	4,00 D	4,85 6,38 D	8,76 DE	14,91 BC	29,13 CD	44,97 EF	56,63 DE	
8- C. Troyer	5,19 C	6,25 7,79 BC	10,36 BCD	19,01 A	41,23 A	76,97 A	92,90 A	
9- Citradia	2,79 E	3,15 4,27 E	5,74 F	8,81 D	26,43 DE	63,70 C	92,33 A	
10- Tang. Cleópatra	2,73 E	3,43 4,30 E	6,61 F	13,03 C	28,03 DE	52,20 DE	67,13 CD	
CV (%)	4,7	6,84 7,05	8,12	9,31	11,23	8,75	9,06	

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Após o transplante, outros porta-enxertos apresentaram crescimento mais rápido, ultrapassando a altura dos que se destacaram na etapa anterior, com exceção do citrange 'Carrizo', que manteve sua posição, aos 150 dias após o transplante (DAT). Foram eles, citrange 'Troyer', citradia, citrange 'Carrizo' e citrandarin 'Changsha' x 'English Small', com 92,9; 92,3; 88,1 e 85,7 cm, respectivamente. O citradia apresentou velocidade de crescimento superior aos demais após o transplante para o citrovaso. Os menores porta-enxertos foram 'Rangpur' x 'Swingle' e tangerina 'Sunki' com 56,6 e 49 cm, respectivamente, aos 150 DAT (Quadro 1).

Na citricultura, o diâmetro dos porta-enxertos é importante porque é utilizado para estimar o momento da enxertia. Antes do transplante para os citrovasos, aos 135 DAS, o citrumelo 'Swingle' e o citrange 'Carrizo' apresentaram maiores diâmetros do caule, com médias de 3,52 e 3,44 mm, respectivamente (Quadro 2). Na etapa posterior, o citrumelo 'Swingle' apresentou o maior diâmetro, alcançando, portanto, o momento da enxertia antes que os demais. Entretanto, os porta-enxertos limão-cravo, 'Carrizo', 'Changsha' x 'E. Small', 'Troyer' e citradia também já estavam em condições de serem enxertados, aos 150 DAT. As tangerinas 'Cleópatra' e 'Sunki' apresentaram os menores desenvolvimentos do caule (4,98 e 4,06 mm) aos 150 DAT (Quadro 2).

QUADRO 2 - Diâmetro médio (mm) de dez porta-enxertos de citros								
Característica	Diâmetro (mm)							
	Dias após a semeadura (DAS)				Dias após o transplante (DAT)			
Porta-enxertos	90	105	120	135	30	70	110	150
1-Limão-Cravo	1,77 BC	2,15 C	2,61 C	3,04 B	4,06 AB	6,11 B	7,73 B	6,83 B
2-Tang. Sunki	1,39 EF	1,71 DE	1,88 D	2,02 D	2,62 D	3,72 E	4,60 F	4,06 D
3- C. Swingle	2,00 A	2,55 A	3,02 AB	3,52 A	4,50 A	7,14 A	9,38 A	8,54 A
4- C.Carrizo	2,05 A	2,47 AB	3,07 A	3,44 A	4,13 AB	5,83 B	7,77 B	6,72 B
5- Changsha x E. Small	1,44 EF	1,74 DE	2,01 D	2,21 CD	3,21 C	5,13 C	6,89 C	6,68 B
6- Sunki x Benecke	1,68 CD	1,89 D	2,11 D	2,33 C	2,93 CD	4,56 CD	6,06 D	5,61 C
7- Rangpur x Swingle	1,35 F	1,67 E	1,99 D	2,23 CD	3,08 CD	4,79 C	6,30 CD	5,30 C
8- C. Troyer	1,89 AB	2,33 BC	2,82 BC	3,26 AB	3,99 B	5,78 B	7,56 B	6,96 B
9- Citradia	1,55 DE	1,83 DE	1,96 D	2,26 CD	2,97 CD	4,88 C	6,59 CD	6,97 B
10- Tang. Cleópatra	1,34 F	1,69 DE	1,87 D	2,06 D	2,66 D	4,11 DE	5,29 E	4,98 CD
CV (%)	4,97	4,83	4,98	4,73	6,94	5,61	4,42	7,1

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O espaçamento utilizado no experimento não exerceu influência sobre a altura e o diâmetro das plantas. Na semeadura e após o transplante, os porta-enxertos cresceram em tubetes e citrovasos, respectivamente. Todos tinham a mesma quantidade de substrato, nutrientes e água, competindo apenas pela luz. O que provavelmente exerceu influência sobre o desenvolvimento de algumas dessas plantas foi a mudança de recipiente, que passou dos tubetes para os citrovasos. Após o transplante, houve maior volume de substrato e maior espaço para o desenvolvimento do sistema radicular. Portanto, as plantas mais vigorosas e com maior velocidade de crescimento destacaram-se dentre as demais.

Aos 135 DAS, os citrangeres 'Troyer' e 'Carrizo' apresentaram maiores médias de unidades SPAD, 75,83 e 72,43, respectivamente (Quadro 3). Aos 150 DAT, os maiores valores de SPAD nas folhas foram verificados no citrange 'Troyer', citrandarin 'Changsha' x 'English Small' e citrumelo 'Swingle', com unidades SPAD de 73,78; 73,53; e 70,77, respectivamente; ao passo que os menores valores, 60,63 e 58,26, foram verificados nas folhas do limão-cravo e da tangerina 'Sunki', respectivamente (Quadro 3).

O medidor portátil SPAD-502 estima a concentração de clorofila nas folhas (22). Diversos trabalhos com as mais diferentes culturas evidenciaram que existe relação entre o nitrogênio e a concentração de clorofila nas folhas (4). Dentre eles, destacam-se os realizados com batata

(15), milho (24, 28), trigo (25), hortelã-pimenta (29), berinjela (13), feijão (5), arroz (20), repolho (19), tomate (6) e porta-enxertos de citros (3). O nitrogênio tem importância fundamental na concentração da clorofila, visto que faz parte de sua molécula (27). A aplicação periódica de nitrogênio durante o experimento influencia diretamente as leituras SPAD, indicando haver relação entre a disponibilidade de nitrogênio e os teores de clorofila nas folhas dos porta-enxertos (4). Os diferentes valores SPAD entre os porta-enxertos mostra a disponibilidade de nitrogênio de cada um deles, evidenciando a necessidade de uma adubação diferencial. Assim, aquelas plantas que apresentam maiores valores SPAD precisariam de menor quantidade de adubo nitrogenado, levando então a um menor custo de produção. Vários trabalhos desenvolvidos com as mais diferentes culturas utilizaram os teores de clorofila como critério de recomendação de adubação nitrogenada (4). Alguns autores encontraram boa relação entre as leituras SPAD e as concentrações de nitrogênio nas folhas de macieira (17). Esses autores citaram que as medidas SPAD são um bom indicador para a necessidade de fertilização e não para determinar a quantidade requerida de nitrogênio (4).

QUADRO 3 - Leituras do SPAD (unidade SPAD) de dez porta-enxertos de citros								
Característica	Teor de clorofila (unidade SPAD)							
	Dias após a semeadura (DAS)				Dias após o transplante (DAT)			
Porta-enxertos	90	105	120	135	30	70	110	150
1- Limão-Cravo	55,34 CD	57,55 DE	57,30 E	60,57 EF	56,57 D	55,94 CD	55,35 CD	60,64 BC
2- Tang. Sunki	52,77 DE	53,40 E	51,44 F	56,77 F	57,93 D	56,88 D	52,78 DE	58,26 C
3- C. Swingle	65,20 AB	62,50 CD	62,70 CD	68,07 BCD	70,45 AB	67,54 A	65,20 AB	70,77 AB
4- C. Carrizo	68,43 A	71,30 AB	71,74 AB	72,43 AB	68,91 AB	70,97 AB	68,43 A	65,50 ABC
5- Changsha x E. Small	59,04 BCD	65,11 BC	60,07 DE	68,41 BC	69,31 AB	65,56 A	59,05 BCD	73,53 A
6- Sunki x Benecke	46,26 E	53,73 E	57,33 E	62,02 DEF	68,55 AB	56,43 B	46,26 E	67,01 ABC
7- Rangpur x Swingle	59,99 BC	63,74 CD	62,46 CDE	64,88 CDE	66,17 BC	65,27 BC	59,99 BC	69,04 ABC
8- C. Troyer	68,27 A	73,00 A	72,36 A	75,83 A	72,21 A	74,40 B	68,28 A	73,79 A
9- Citradia	55,86 CD	65,64 BC	66,95 BC	69,30 BC	65,46 BC	68,35 B	55,86 CD	62,76 ABC
10- Tang. Cleópatra	54,57 CD	59,42 CDE	66,99 CD	66,98 BCD	60,84 CD	63,35 BC	54,57 CD	62,96 ABC
CV (%)	5,6	4,87	3,99	4,43	3,94	5,22	5,6	7,91

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A utilização do medidor SPAD-502 leva a uma determinação rápida e não-destrutiva do tecido vegetal, sendo possível, dessa forma, realizar as fertilizações com nitrogênio antes que a planta entre em estágio mais avançado de deficiência (4).

QUADRO 4 - Razão Fv/Fm média de dez porta-enxertos de citros								
Porta-enxertos	Eficiência máxima do fotossistema II (razão Fv/Fm)							
	Dias após a semeadura (DAS)				Dias após o transplante (DAT)			
	90	105	120	135	30	70	110	150
1- Limão-Cravo	0,799 AB	0,779 A	0,713 B	0,802 B	0,663 B	0,737 AB	0,757 B	0,724 BC
2- Tang. Sunki	0,757 B	0,751 A	0,779 A	0,818 AB	0,678 B	0,752 AB	0,767 AB	0,714 C
3- C. Swingle	0,793 AB	0,787 A	0,783 A	0,823 AB	0,725 A	0,735 AB	0,772 AB	0,756 AB
4- C. Carrizo	0,815 A	0,775 A	0,792 A	0,816 AB	0,745 A	0,727 B	0,788 AB	0,752 AB
5- Changsha x E. Small	0,806 A	0,778 A	0,776 A	0,825 AB	0,727 A	0,738 AB	0,786 AB	0,766 A
6- Sunki x Benecke	0,789 AB	0,773 A	0,768 A	0,823 AB	0,734 A	0,755 AB	0,779 AB	0,756 AB
7- Rangpur x Swingle	0,815 A	0,780 A	0,773 A	0,844 A	0,734 A	0,739 AB	0,795 A	0,773 A
8- C. Troyer	0,815 A	0,787 A	0,791 A	0,818 AB	0,73 A	0,753 AB	0,782 AB	0,764 A
9- Citradia	0,793 AB	0,782 A	0,799 A	0,838 A	0,72 A	0,755 AB	0,784 AB	0,743 ABC
10- Tang. Cleópatra	0,793 AB	0,796 A	0,784 A	0,823 AB	0,729 A	0,767 A	0,766 AB	0,776 A
CV (%)	2,54	2,94	2,94	1,95	2,46	2,38	2,11	2,27

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação à eficiência máxima do Fotossistema II (razão Fv/Fm), poucas diferenças significativas foram verificadas (Quadro 4). Aos 90 DAS, apenas a tangerina 'Sunki' diferiu estatisticamente dos demais, apresentando o menor valor. Aos 105 DAS não houve diferenças significativas entre os porta-enxertos, e aos 120 e 135 DAS apenas o limão-cravo diferiu dos demais tratamentos, apresentando resultados inferiores. Após o transplante, os maiores valores foram obtidos na tangerina 'Cleópatra', 'Rangpur' x 'Swingle', citrandarin 'Changsha' x 'English Small' e o citrange 'Troyer', aos 150 DAT. Os resultados inferiores foram verificados no citradia, no limão-cravo e na tangerina 'Sunki' (Quadro 4).

A emissão de fluorescência ocorre quando o excesso de energia luminosa absorvida pela clorofila *a* é dissipada, sendo reemitida como luz. Sua medição é um importante método para avaliar o potencial fotossintético das plantas (10, 12). Quando se ilumina uma amostra pré-escurecida, após um nível de fluorescência mínimo ( $F_o$ ) ocorre um rápido aumento na fluorescência para o valor máximo ( $F_m$ ). A fluorescência variável ( $F_v$ ) é calculada pela subtração  $F_o$  de  $F_m$ . A análise de fluorescência da clorofila tornou-se nos últimos anos, uma das técnicas amplamente usadas para avaliar a fisiologia e a ecofisiologia de plantas, tanto no campo como em laboratório (14). De fato, a razão Fv/Fm, que indica a eficiência quântica máxima do PSII, é empregada como um indicador da capacidade fotossintética nas plantas e tem se tornado

importante nos estudos do estresse (10). Se a planta estiver em condições normais, não-estressantes, seu valor se encontra entre 0,75 e 0,85 na maioria das espécies. Valores inferiores a este indicam estresse e redução da eficiência quântica máxima do fotossistema II e, por consequência, do potencial fotossintético da planta (14). Neste trabalho, à exceção do limão-cravo, 30 DAT, todos os valores de razão Fv/Fm estiveram na faixa entre 0,720 e 0,844, que podem ser considerados normais para o crescimento. Isso sugere que os porta-enxertos não estiveram submetidos a qualquer estresse abiótico.

Numerosos estudos apresentaram a razão Fv/Fm como medida da eficiência fotoquímica do PSII. Alguns autores acharam uma correlação positiva linear entre a Fv/Fm e o rendimento do PSII em uma grande quantidade de plantas estressadas (2). Um declínio em Fv/Fm é um bom indicador de dano quando as plantas são sujeitas a estresses ambientais como frio (1), congelamento (26) e seca (9, 18), geralmente associados a estresse luminoso. Neste trabalho, em média, os valores da razão Fv/Fv de todos os porta-enxertos estiveram dentro dos valores considerados normais para plantas em situações ótimas de crescimento (Quadro 4).

Quanto às análises de correlação entre parâmetros de crescimento e parâmetros fisiológicos, houve grande variabilidade nos resultados, e a maioria deles não foram significativos, indicando que os valores de SPAD e a emissão de fluorescência não exerceram influência sobre a altura e diâmetro dos porta-enxertos (Quadro 5). Os valores não-significativos nas correlações reconfirmam que as plantas em estudo não estiveram submetidas a estresse e que as diferenças nos indicadores biométricos são resultados de diferenças genotípicas dos porta-enxertos.

**QUADRO 5 – Correlações de características de crescimento vegetativo com a fluorescência e teores de clorofila das folhas de dez porta-enxertos de citros aos 150 DAT**

Porta-Enxertos	Correlações de Pearson			
	Alt. x Fv/Fm	Diâm x Fv/Fm	Alt. x teor de clor.	Diâm. x teor de clor.
1-Limão-Cravo	0,3062 ns	0,1542 ns	-0,1505 ns	0,6885 ns
2-Tang.Sunki	-0,4988 ns	-0,8542*	0,1741 ns	-0,2795 ns
3- C. Swingle	-0,8175*	-0,1771 ns	-0,1434 ns	0,2085 ns
4- C.Carrizo	0,5352 ns	0,225 ns	0,6544 ns	0,6384 ns
5-Changsha x E. Small	-0,47 ns	-0,0279 ns	0,0833 ns	0,5464 ns
6- Sunki x Benecke	-0,3196 ns	0,2048 ns	-0,202 ns	-0,2472 ns
7- Rangpur x Swingle	-0,6128 ns	-0,6631 ns	0,7018 ns	0,8153*
8- C. Troyer	0,4268 ns	0,106 ns	-0,4823 ns	0,1005 ns
9- Citradia	-0,3714 ns	-0,1597 ns	0,7096 ns	0,6315 ns
10- Tang. Cleópatra	0,6727 ns	0,8015 ns	0,61 ns	0,5297 ns

ns: não-significativo  
\* significativo a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

1) Os porta-enxertos mais vigorosos são o citrumelo 'Swingle', citrange 'Carrizo', citrandarin 'Changsha' x 'English Small', citrange 'Troyer' e citradia, que alcançam o ponto de enxertia mais precocemente, aos 150 dias após o transplante.

2) Os parâmetros fisiológicos, índice SPAD e razão Fv/Fm, não mostram correlação com os parâmetros biométricos de crescimento e o vigor dos porta-enxertos.

## REFERÊNCIAS

1. BAKER, N. R.; EAST, T. M. & LONG, S. P. Chilling damage to photosynthesis in young *Zea mays*. *Journal of Experimental Botany*, 139: 189-97, 1983.
2. BJORKMAN, O. & DEMMIG, B. Photon yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170: 489-504, 1987.
3. DECARLOS NETO, A. Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em tubetes. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 120 p. (Tese de mestrado).
4. ESPOSTI, M. D. D. Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovassos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 96 p. (Tese de mestrado).
5. FURLANI JÚNIOR, E.; NAGAKAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A. & GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. *Bragantia*, 55: 171-5, 1996.
6. GUIMARÃES, T. G. Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. 184 p. (Tese de doutorado).
7. HENDRY, G.A.F. & PRICE, A.H. Stress indicators: chlorophyll and carotenoids. In: Hendry, G.A.F. & Grime, J.P. (eds.) *Methods in comparative plant ecology*. London, Chapman & Hall, 1993. p. 148-52.
8. HAVAUX, M. & LANNOYE, R. In vivo chlorophyll fluorescence and delayed light emissions as rapid screening techniques for stress tolerance in crop plants. *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung*, 95:1-13, 1985.
9. KECK, R. W. & BOYER, J. S. Chloroplast response to low leaf water potentials. III. Differing inhibition of electron transport and photophosphorylation. *Plant Physiology*, 53: 474-9, 1974.
10. KRAUSE, G. H. & WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42: 313-49, 1991.
11. LASÁK, D. Chlorophyll *a* fluorescence induction. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1412: 1-28, 1999.
12. LICHTENTHALER, H. K. Applications of chlorophyll fluorescence. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic, 1988. p.366.
13. LOPES-CANTARERO, I.; LORENTE, F. A. & ROMERO, L. Are chlorophyll good indicators of nitrogen and phosphorus levels. *Journal of Plant Nutrition*, 17: 979 - 90, 1994.
14. MAXWELL, K. & JOHNSON, G. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51: 659-68, 2000.
15. MINOTTI, P. L.; HALSETH, D. E. & SIECZKA, J. B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. *HortScience*, 29: 1497-500, 1994.
16. MULLER, G.W.; DE NEGRI, J.D.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MATTOS JUNIOR, D.; POMPEU JUNIOR, J.; TEOFILSOBRINHO, J.; CARVALHO, S.A.; GIROTTO, L.F. & MACHADO, M.A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. *Laranja*, 23: 371-86, 2002.
17. NEILSEN, D.; HOGUE, E. J.; NEILSEN, G. H. & PARCHOMCHUK, P. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple trees. *HortScience*, 30: 508-12, 1995.
18. OGREN, E. & OQUIST, G. Effect of drought on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition susceptibility in intact willow leaves. *Planta*, 166: 380 -8, 1985.

19. PACHECO, D. D. Índices de disponibilidade de nitrogênio, teores de nitrato e vitamina C, composição mineral e produção de repolho em resposta a doses de nitrogênio, composto orgânico e de molibdênio. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 76 p. (Tese de mestrado).
20. PENG, S.; LAZA, M. R. C.; GARCIA, F. V. & CASSMAN, K. G. Chlorophyll meter estimates leaf area-based nitrogen concentration of rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26: 927–35, 1995.
21. PEREIRA, W. E. Trocas gasosas, fluorescência da clorofila, crescimento e composição mineral de quatro porta-enxertos de citros submetidos a estresse por alumínio, em cultivo hidropônico. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 123 p. (Tese de doutorado).
22. PESTANA, M.; DAVID, M.; VARENNES, A.; ABADIA, J. & FARIA, E.A. Responses of “Newhall” oranges trees to iron deficiency in hidroponics: Effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency, and root ferric chelate reductase activity. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 1609–20, 2001.
23. POMPEU JUNIOR, J.; LARANJEIRA, F.F. & BLUMER, S. Laranjeiras 'Valência' enxertadas em híbridos de Trifoliata. *Scientia Agricola*, 59:93–7, 2000.
24. SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D.; VIGIL, M. & BELOW, F. E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23: 2173–87, 1992.
25. SHADCHINA, T. M. & DMITRIEVA, V. V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 1427–37, 1995.
26. STRAND, M. & OQUIST, G. Inhibition of photosynthesis by freezing temperatures and high light levels in cold-acclimated seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). II. Effect on chlorophyll fluorescence at room temperature and 77K. *Physiologia Plantarum*, 65: 117–23, 1985.
27. TAIZ, L. & E. ZEIGER. *Plant physiology*. Massachusetts, Sinauer Associates Publishers, 2002. 690 p.
28. VARVAL, G. E.; SCHEPERS, J. S. & FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 1233–9, 1997.
29. WESTCOTT, M. P. & WRAITH, J. M. Correlation of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis*, 26: 1481–90, 1995.