

AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA QUANTO À
TOLERÂNCIA AO ENCHARCAMENTO

SIMONY CRISTINA RUIVO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO DE 2009

AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA QUANTO À
TOLERÂNCIA AO ENCHARCAMENTO

SIMONY CRISTINA RUIVO

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal”

ORIENTADOR: PROF. ALEXANDRE PIO VIANA

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO DE 2009**

AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA QUANTO À
TOLERÂNCIA AO ENCHARCAMENTO

SIMONY CRISTINA RUIVO

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 05 de agosto de 2009

Comissão examinadora:

Dr. Marcos José de Oliveira Fonseca (D. Sc. Produção Vegetal) – EMBRAPA -
CTAA

Prof. Celso Valdevino Pommer (D. Sc. Melhoramento Vegetal) - UENF

Prof. Ricardo Bressan-Smith (D. Sc. Fisiologia Vegetal) - UENF

Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc. Melhoramento de Fruteiras) - UENF
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais Francisco e Regina pela
grande dedicação, amor e apoio.

Aos meus irmãos Luiz e Katia.

Ao meu marido Bruno pelo carinho e
incentivo.

Ao meu filho Giuseppe pela grande
alegria.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

À UENF e ao CCTA, pela oportunidade da realização do curso.

À Cnpq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Alexandre Pio Viana, pela preciosa orientação, estímulo, paciência, compreensão e amizade.

Aos Professores Celso Valdevino Pommer e Ricardo Bressan-Smith, pela co-orientação, compreensão e amizade.

Ao amigo Anderson, pela grande ajuda, apoio, incentivo e amizade.

Aos amigos do Colégio Agrícola 'Antônio Sarlo' pela grande ajuda para montar o experimento.

À Alena, pela ajuda, indicação e sugestões apresentadas para a melhoria deste trabalho.

Ao Professor Eliemar Campostrini pela ajuda.

À Professora Virgínia pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos amigos do CCTA pelo agradável convívio durante todo o tempo.

A todos que torceram pela concretização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo grande apoio e incentivo durante a concretização deste trabalho.

Ao meu marido Bruno pela compreensão, apoio e amor.

Ao meu filho Giuseppe pela grande alegria e amor.

“Meu sonho não terá fim.”

Ayrton Senna

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Viticultura no Brasil.....	3
2.2 Utilização de porta-enxertos na viticultura.....	5
2.3 Tolerância da planta aos estresses bióticos e abióticos.....	6
2.4 Tolerância da videira ao estresse de excesso de água.....	8
3. MATERIAL MÉTODOS.....	12
3.1. Material vegetal.....	12
3.2. Caracterização das variedades.....	12
a. IAC 571-6 ‘Jundiaí’.....	12
b. IAC 572 ‘Jales’	13
c. IAC 766 ‘Campinas’	13

3.3. Condições de Cultivo.....	13
3.4. Indução dos Tratamentos.....	14
3.5. Variáveis de Crescimento.....	16
3.6. Variáveis Fisiológicas.....	17
3.7. Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Variáveis biométricas e fisiológicas dos porta-enxertos sem encharcamento (SE) e com 3, 6, 9, 12 e 15 dias de encharcamento	19
4.2. Comportamento das variáveis biométricas e fisiológicas dos porta-enxertos sem encharcamento (SE) e encharcadas por um período de 15 dias (T15)	36
5. RESUMO E CONCLUSÃO	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS	53

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Umidade Relativa média (%) e Temperatura média (°C) dos dias do mês de novembro de 2008, do ambiente onde as plantas foram avaliadas.
- Figura 2. Vasos e tampas perfuradas plásticas pintados com tinta acrílica prata dispostas no bloco.
- Figura 3. Modelo do sistema utilizado para a aplicação dos tratamentos do experimento.
- Figura 4. Analisador Portátil de Gás a Infravermelho (IRGA) e folha totalmente expandida marcada com o fio de lã azul.
- Figura 5. Comprimento dos ramos (cm) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).
- Figura 6. Produção de matéria seca das folhas das plantas sem encharcamento (SE) e encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 7. Sintomas apresentados pelos porta-enxertos decorrentes do período de encharcamento (1. manchas vermelhas; 2. clorose; 3. murcha das folhas; 4. encarquilhamento; 5. necroses pontuais; 6. seca marginal; 7. morte da ponteira)

Figura 7, Continuação.

Figura 8. Aparecimento das raízes adventícias acima do nível do solo em plantas encharcadas.

Figura 9. Produção de matéria seca das raízes das plantas sem encharcamento (SE) e encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 10. Taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (A_n) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 11. Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (g_s) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 12. Fluxo de Fótons Fotossintéticos ($\mu\text{mol m}^{-2}$) (FFF) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (t3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 13. Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (E) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 14. Déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (kPa)(DPVfa) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Figura 15. Comprimento dos ramos (cm) durante os 15 dias de encharcamento das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas.

Figura 16. Raízes da planta sem encharcamento (SE) e da planta com 15 dias de encharcamento (T15) respectivamente.

Figura 17. Taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (A_n) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Figura 18. Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (g_s) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Figura 19. Fluxo de fótons fotossintético ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (FFF) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Figura 20. Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (E) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Figura 21. Déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (kPa) (DPVfa) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de rendimento de variação de variáveis de crescimento avaliadas: comprimento (Comp); matéria seca das folhas (MS_f) e matéria seca das raízes (MS_r) das plantas sem encharcamento (SE), T3, T6, T9, T12 e T15 durante os 15 dias de encharcamento.
- Tabela 2. Média da variável comprimento de ramos (Comp) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.
- Tabela 3. Média da variável matéria seca das folhas (MS_f) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.
- Tabela 4. Média da variável matéria seca das raízes (MS_r) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.
- Tabela 5. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de variação das variações fisiológicas avaliadas: fluxo de fótons fotossintético (FFF); taxa fotossintética líquida (A_n); condutância estomática (g_s); transpiração (E); dióxido de carbono interno (CO_2_{int}) e déficit de

pressão de vapor folha-ar (DPV_{fa}) das plantas sem encharcamento (SE), T3, T6, T9, T12 e T15 durante os 15 dias de encharcamento.

Tabela 6. Média da variável fisiológica taxa fotossintética líquida (A_n) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 7. Média da variável fisiológica condutância estomática (g_s) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 8. Média da variável fisiológica fluxo de fótons fotossintético (FFF) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 9. Média da variável fisiológica transpiração (E) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 10. Média da variável fisiológica déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 11. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de rendimento de variação de variáveis de crescimento avaliadas de comprimento (Comp) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas T15 durante os 15 dias de encharcamento.

Tabela 12. Média da variável comprimento de ramos (Comp) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 13. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de rendimento de variações fisiológicas avaliadas: fluxo de fótons fotossintético (FFF); taxa fotossintética líquida (A_n); condutância estomática (g_s); transpiração (E); dióxido de carbono interno ($CO_{2\ int}$) e déficit de pressão de vapor folha-ar (DPV_{fa}) das plantas controle (T0) e T15 durante os 15 dias de encharcamento.

Tabela 14. Média da variável fisiológica taxa fotossintética líquida (A_n) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 15. Média da variável fisiológica condutância estomática (g_s) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 16. Média da variável fisiológica fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 17. Média da variável fisiológica transpiração (E) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tabela 18. Média da variável fisiológica déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

RESUMO

RUIVO, SIMONY CRISTINA. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Agosto de 2009; Avaliação de porta-enxertos de videira quanto à tolerância ao encharcamento; Alexandre Pio Viana; Celso Valdevino Pommer; Ricardo Bressam-Smith.

O objetivo do trabalho foi avaliar trocas gasosas e variáveis de crescimento e desenvolvimento de porta-enxertos de videira em relação ao encharcamento. O experimento foi realizado em casa de vegetação entre os meses de julho e novembro de 2008, na UENF. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 6, sendo: 3 genótipos (IAC 766 'Campinas', IAC 571-6 'Jundiaí' e IAC 572 'Jales'), cultivados em substrato (proporção 2:1:1 de composto orgânico, areia de textura média e solo argiloso respectivamente), em sacos plásticos perfurados com capacidade de 2 litros acondicionados em vasos plásticos com capacidade de 4 litros, com água até a superfície do substrato, 6 tratamentos (sem encharcamento, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de encharcamento), denominados SE, T3, T6, T9, T12 e T15, respectivamente, e 3 repetições. As medições das trocas gasosas foram realizadas com intervalo de 3 dias após início dos tratamentos, por meio do analisador de gás por infravermelho (LI-6200, LICOR), juntamente com as medições de crescimento das plantas utilizando trena

graduada. Após cada período de encharcamento, foram coletadas folhas e raízes para a análise de matéria seca. O maior valor de condutância estomática ($0,457 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi do porta-enxerto IAC 572 no tratamento SE aos 9 dias após o início dos tratamentos, enquanto a menor condutância estomática foi de $0,066 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no mesmo porta-enxerto no tratamento T15 aos 15 dias após início dos tratamentos. Na avaliação das plantas sem encharcamento (SE) e as plantas T15 durante os 15 dias de encharcamento, os porta-enxertos IAC 571 e IAC 572 apresentaram maior queda taxa fotossintética no 9º dia de encharcamento, $2,14 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $2,68 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente. Os danos no sistema radicular e a baixa absorção de água provocaram o fechamento estomático ocasionando a queda da fotossíntese, da condutância estomática e da transpiração. O porta-enxerto IAC 572 em T15 apresentou a maior queda na taxa fotossintética líquida durante o período de encharcamento comparado com os demais genótipos. O porta-enxerto IAC 572 apresentou a maior queda no crescimento e na produção de matéria seca das raízes com o decorrer do período de encharcamento. As plantas apresentaram sintomas nas folhas como: manchas vermelhas, clorose, murcha, encarquilhamento, necrose, senescência das folhas basais e necrose dos ponteiros. Houve morte das raízes e emissões de raízes adventícias. O porta-enxerto IAC 572 apresentou ser o mais sensível ao encharcamento.

ABSTRACT

RUIVO, SIMONY CRISTINA. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; August 2009; Evaluation of grapevine rootstocks tolerance to waterlogging; Alexandre Pio Viana; Celso Valdevino Pommer; Ricardo Bressam-Smith.

The objective of this work was to evaluate gas exchange and growth variables of grapevine rootstocks submitted to waterlogging. The experiment was carried out in greenhouse between July and November 2008, at UENF. The experimental design was a randomized blocks arranged in a factorial 3 x 6, been 3 genotypes (IAC 766 'Campinas', IAC 571-6 'Jundiaí' and IAC 572 'Jales') and six waterlogging treatments (no-waterlogging, 3, 6, 9, 12 and 15 days of waterlogging, named as SE T3, T6, T9, T12 and T15 treatments) with 3 replications. Rootstocks were cultivate in a mixture of organic matter, medium texture sand and lime soil, in a proportion 2:1:1, respectively, in perforated 2 liters plastic bags, adjusted in rigid 4 liters plastic pots. The pots were filled with water up to the corresponding substrate level by the time of watertlogging application. Gas exchange were measured in 3-day intervals after treatments have been applied using a photosynthesis infrared cuvette system (LI-620, LI-COR). Subsenquently, plant growth evaluations were determined. After each waterlogging period, leaves and

roots were collected for dry matter analysis. Highest stomatal conductance ($0,457 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) was observed in IAC 572 rootstock under treatment SE, 9 days after the beginning of treatments; the lowest one was of $0,066 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in the same rootstock, under treatment T15, 15 days after the beginning of treatments. Evaluation of plants of the no-waterlogging (SE) and those from T15 treatment during the 15 days of waterlogging, showed that IAC 571-6 and IAC 572 presented most important reduction in photosynthetic rate in the 9th day of waterlogging, $2,14 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ and $2,68 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectively. Damage in root system and low water absorption led to stomatal closing and subsequently drop in photosynthesis, stomatal conductance and transpiration. Rootstock IAC 572 in T15 showed the highest drop in photosynthetic rate during waterlogging period compared to the other genotypes. IAC 572 showed the highest reduction in growth and root dry matter production during waterlogging period. Plants showed leaf symptoms as red stains, chlorosis, wilt, drying up, necrosis, basal leaves senescence and tip necrosis. Necrosed roots and adventitious roots appearance were observed. Rootstock IAC 572 showed to be the most sensitive to waterlogging.

1 . INTRODUÇÃO

A videira foi introduzida no Brasil por colonizadores portugueses em 1532, através de Martim Afonso de Souza, na então capitania de São Vicente, hoje estado de São Paulo (Protas et al., 2002 e Arantes, 2005). Atualmente, a videira é adaptada as mais diferentes condições edafoclimáticas existentes no país, podendo, assim, ser cultivada em quase todo o território nacional.

A produção de uvas no Brasil destaca-se pela qualidade das uvas finas de mesa e pelos sabores peculiares dos vinhos produzidos. Cultivada em várias regiões distintas do país, podem-se destacar as regiões produtoras: Serra Gaúcha, região norte do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Bahia (Vale Submédio do São Francisco) e Pernambuco (Petrolina), sendo as duas últimas responsáveis pelo crescimento das exportações das uvas finas de mesa (Arantes, 2005).

Com o intuito de obter qualidade e agregar valor ao produto, os produtores procuram ter uma combinação correta entre porta-enxerto / variedade / solo / água e utilizar técnicas para a condução ideal do vinhedo, fazendo com que a planta possa produzir uvas com as melhores características da variedade (Pavan, 2005).

A água é o recurso mais importante que a planta necessita. É essencial para seus mais diversos processos metabólicos, principalmente durante o período inicial de desenvolvimento (Souza et al., 2001). Mas a água é também um fator limitante. Tanto sua falta como o seu excesso pode causar queda na qualidade e produtividade podendo chegar a perda total do vinhedo.

Na primeira semana de fevereiro de 2008, o volume de chuva foi quase a metade da esperada em todo o mês no estado de São Paulo. No mês de março, a precipitação pluviométrica ultrapassou a média histórica e também aumentou o período chuvoso do mês. Devido ao longo período de chuvas intensas, a produção de hortaliças, a colheita e maturação do milho, amendoim e soja, e o plantio da cana de açúcar foram prejudicados, depreciando os produtos e, conseqüentemente, aumentando os preços. A produção de frutas não sofreu tanto, mantendo qualidade (Marin, 2008 e Brunini, 2008).

No município de Petrolina em Pernambuco, o excesso de chuva em 2004, considerada atípica, preocupou os produtores de frutas, pois eles controlam a floração e a época da colheita com a irrigação, e a chuva prejudicou esses processos (Massarolo, 2004)

Os problemas com o excesso de água também podem ser provocados pela textura do solo, podendo ou não influenciar na duração e na severidade (Prior et al., 1992b). Problemas com a irrigação podem provocar encharcamento localizado, o que causaria desuniformidade na colheita.

Por possuir características edafoclimáticas propícias à produção de uvas, produtores da região Norte e Noroeste Fluminense têm interesse em cultivar essa frutífera. Recentemente, esta espécie começou a ser cultivada em municípios vizinhos. Porém, essa região sofreu, em 2007, a maior enchente dos últimos 40 anos, inundando regiões urbanas e rurais, causando grandes prejuízos. E por ser uma cidade com seu desenvolvimento ao longo do rio Paraíba do Sul, nas épocas de chuvas, sempre há uma grande possibilidade de enchentes.

Devido ao seu potencial para região, este trabalho teve como objetivo o estudo da tolerância dos porta-enxertos a períodos de encharcamento, o que poderá permitir indicar qual variedade será adequada para ser utilizada nos futuros vinhedos, oferecendo ao produtor alternativas viáveis para contornar esse problema.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A viticultura no Brasil

Com a chegada da videira ao continente americano no século XV, pelas mãos de Cristóvão Colombo em sua viagem às Antilhas, o seu cultivo foi essencial para os rituais do cristianismo, cujos missionários produziam vinhos. Desta forma, eles levaram a videira para vários lugares do continente (Sousa, 1996)

Trazida ao Brasil pelo colonizador português Martim Afonso de Souza no século XVI, na então Capitania de São Vicente, hoje estado de São Paulo. Com o passar do tempo, a videira foi adaptada aos mais variados climas, sendo atualmente produzida em quase todo o território brasileiro (Protas et. al., 2002), o que garante produção para o mercado interno e externo, com frutos de qualidade.

Segundo Protas et al. (2002), nas primeiras décadas do século XIX, houve a introdução das doenças fúngicas oriundas das uvas importadas da América do Norte, levando assim a viticultura colonial à falência. Houve, então, a introdução da cultivar 'Isabel' que produzia uma colheita formidável e com menos

trabalho comparado as cultivares tradicionais, tornando-se assim a base para o desenvolvimento da viticultura comercial do Rio Grande do Sul (Sousa, 1996).

A partir do século XX, houve a introdução da cultivar 'Niagara' (proveniente dos Estados Unidos da América) e da cultivar 'Seibel 2' (proveniente da Europa). Incentivados pelo governo, a produção de uva cresceu e expandiu-se para outras regiões. A viticultura tropical brasileira foi efetivamente desenvolvida a partir da década de 60, com o plantio de vinhedos comerciais de uva de mesa na região do Vale Sub-Médio do São Francisco, no Nordeste semi-árido. Nos anos 70, surgiu o pólo vitícola do norte do estado do Paraná. Na década de 80, houve o desenvolvimento nas regiões do noroeste do estado de São Paulo e no norte do estado de Minas Gerais, todos voltados à produção de uvas para o consumo "*in natura*" (Protas et al., 2002). Devido às iniciativas mais recentes, como o plantio no centro-oeste e no nordeste do país, houve um significativo aumento na produção nacional.

O mercado de uvas de mesa é constituído de variedades tradicionais como 'Itália', 'Rubi' e 'Benitaka' e as variedades apirênias como 'Festival' e 'Thompson Seedles'. As tradicionais regiões produtoras são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais e novos pólos produtivos como a região do Vale do São Francisco e os municípios de Juazeiro e Petrolina, tendo custos mais elevados devido ao nível tecnológico adotado (Díaz – Álvarez et al., 2003)

No mercado internacional, o Brasil é o 21º em área cultivada e o 14º em produção, com um déficit de 47,87 milhões de dólares na balança comercial deste setor (Mello, 2007). Em 2006, a produção nacional de uvas atingiu 1.257.067 toneladas, 2,0% maior que no ano de 2005. Petrolina produziu 112.200 toneladas (8,9% da produção nacional) ultrapassando o município gaúcho de Bento Gonçalves, com 87.000 toneladas (6,9% da produção nacional). Mas o estado do Rio Grande do Sul continua sendo o maior produtor, com 623.878 toneladas (49,6% da produção nacional) (IBGE, 2007).

O mercado de vinhos e derivados está crescendo. Em 2005, foram registradas 669 empresas vinícolas de pequeno, médio e grande porte que produzem vinhos finos, espumantes e sucos. Com maior concentração no estado do Rio Grande do Sul, os vinhos nacionais possuem características peculiares, diferentes dos tradicionais países produtores que utilizam somente uvas finas

(*Vitis vinifera*). No Brasil, além dessas variedades, utilizam-se variedades americanas (*Vitis labrusca* e *Vitis bourquina*) e híbridas (Vilela et al., 2006).

2.2. A utilização de porta-enxertos na viticultura

As raízes são responsáveis pela absorção de água e elementos minerais que são translocados até as folhas pelos vasos do xilema. Possuem importante papel no armazenamento, visto que em seus tecidos é depositada grande quantidade de substâncias de reserva, principalmente amido, que será utilizado para posterior desenvolvimento inicial dos brotos. Além das funções fisiológicas, as raízes possuem a função de fixação da planta ao solo (Queiroz-Voltan & Pires, 2003).

Com o severo ataque da filoxera em meados do século XIX na Europa em 1963, a viticultura tornou-se quase impossível de ser realizado em muitas regiões, inclusive o Brasil. A única solução para esse problema foi a utilização de variedades híbridas resistentes e de porta-enxertos resistentes com as variedades produtoras (Pires e Martins, 2005 e Soria e Dal Conte, 2005).

A filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) (*Hemiptera: Phylloxeridae*) é um pulgão (< 1 mm de comprimento) que se alimenta da parte aérea e raízes da videira. Os maiores prejuízos são observados quando o inseto se alimenta nas raízes de plantas de *Vitis vinifera* cultivadas em pé-franco. Nestas situações, o ataque do inseto provoca nodosidades resultantes do entumescimento dos tecidos das radículas nos locais de alimentação, reduzindo a capacidade da planta de absorver nutrientes. Como dano secundário, o local de ataque serve como porta de entrada para fungos de solo causadores de podridões de raízes, podendo culminar com a morte da planta (Botton, 2004 e Watanabe, 2001).

Em geral, os porta-enxertos possuem raízes mais compactas e densas, e feixes libero-lenhosos mais numerosos em comparação com viníferas e outras variedades produtoras. Com um desenvolvimento rápido, há a maior lignificação do que as raízes das videiras européias. A resistência das raízes dos porta-enxertos, em comparação com as videiras viníferas e demais americanas, à picada da filoxera e ao ataque dos fungos da podridão é atribuída pela rápida lignificação e a grande quantidade de tanino e substâncias ácidos nos tecidos corticais e nos vasos medulares (Queiroz-Voltan & Pires, 2003).

Os porta-enxertos possuem capacidade de adaptabilidade aos solos, climas e condições ambientais diversos e habilidade de união com variedades de *Vitis vinifera*, proporcionando um sistema radicular resistente à filoxera. A planta deve ser vigorosa, resistente ao frio, doenças e pragas, com enraizamento rápido e profundo, proporcionar forte união com a cultivar enxertada e resistente às condições adversas do solo, como salinidade, alcalinidade e seca (Barros et al., 1996). O porta-enxerto pode influenciar o crescimento, a produção e a qualidade do cacho da variedade enxertada (Pauletto et al., 2001).

2.3. Tolerância da planta aos estresses bióticos e abióticos

As raízes possuem a finalidade de fixar a planta ao solo, ramificando e formando um conjunto de raízes, que se destinam a absorver do solo as substâncias indispensáveis ao metabolismo (Vidal, 2000). Estas também são responsáveis pelo transporte e reserva de alimento da planta. É dividida em coifa que é responsável pelo crescimento, aprofundamento da raiz e proteção do conjunto; zona de crescimento onde há multiplicação celular promovendo o alongamento; zona de absorção que possui pêlos promovendo a absorção de água e nutrientes; e zona de ramificação onde ocorrem as radículas que, segundo Giovannini (1999), fazem associação simbiótica com endomicorrizas.

O estresse é em geral definido como um fator externo que exerce influência deletéria sobre a planta. A inundação é um estresse ambiental ocasionado de forma natural ou induzido pelo homem. Provoca deficiência de oxigênio (O_2) nos solos, causando alterações na arquitetura, metabolismo, crescimento e sobrevivência de várias espécies. A maioria dos tecidos das plantas superiores não consegue ter sobrevivência prolongada sob condições anaeróbicas. O solo pode se tornar inundado quando é pobremente drenado ou quando a chuva ou a irrigação é excessiva. Então, a água preenche os poros e bloqueia a difusão do oxigênio. Plantas sensíveis à inundação são danificadas severamente em 24 horas de anoxia (falta de O_2) ou hipoxia (baixa concentração de O_2). Já plantas tolerantes à inundação podem suportar temporariamente a anoxia ou hipoxia, mas não por períodos superiores a poucos dias (variável para cada espécie) (Taiz & Zeiger, 2004, Bailey-Serres e Voesenek, 2008 e Barrett-Lennard, 2003).

A hipoxia pode causar grande variação de efeitos sobre as plantas. Reduz rapidamente o crescimento, inicialmente pelas raízes e depois na parte aérea, aumentando a senescência das raízes, murcha e queda das folhas (devido a produção de etileno). Pode induzir a produção de aerênquima nas raízes adventícias. Entretanto, o aerênquima só é capaz de entregar oxigênio em meio aeróbico por curtas distâncias (Barrett-Lennard, 2003).

Essas conseqüências são devidas ao fechamento estomático, uma redução significativa da condutância estomática, diminuindo a absorção de água pelas raízes, devido à redução do seu comprimento e da sua superfície total. Além disso, afeta a fotossíntese e causa distúrbios nas folhas como o aparecimento de clorose (Carvalho & Ishida, 2002).

Estudando a tolerância a salinidade, Viana et al. (2001) avaliaram cinco porta-enxertos ('IAC 766 Campinas', 'IAC 313 Tropical', '420-A', 'IAC 572 Jales' e 'Ripária do Traviú'), conduzidas em casa de vegetação, em solução nutritiva, com cinco níveis de NaCl (0,5, 10, 15 e 20 mmol L⁻¹). As concentrações de NaCl afetaram o peso da matéria seca e a altura das plantas, em decorrência do estresse hídrico induzido pela salinidade, o que diminuiu a assimilação de dióxido de carbono (CO₂) e a taxa de divisão e alongamento celular. O estresse hídrico também provocou diminuição na pressão de turgescência, que é responsável pela expansão celular, provocando redução no crescimento e, conseqüentemente, na baixa produção de matéria seca. As cultivares 'IAC 766 Campinas', 'IAC 572 Jales' e 'Ripária do Traviú' foram as mais tolerantes a salinidade. Stevens & Harvey (1995), Prior et al. (1992b) e Stevens & Prior (1994) relataram os mesmos resultados com o excesso de NaCl aplicado na redução do crescimento e desenvolvimento de outras cultivares de videira.

Juntamente com encharcamento, há uma grande preocupação com sua interação com a salinidade. Barrett-Lennard (2003) mostrou que a interação entre o encharcamento e a salinidade promove aumento na concentração dos íons Na⁺ e Cl⁻ nos ramos induzida pelo acréscimo da taxa de transporte. Esse aumento nas concentrações tem efeitos adversos no crescimento da planta e sua sobrevivência. Isso implica em melhor manejo do solo e no melhoramento de plantas resistentes a essas adversidades.

Stevens e Harvey (1995) concluíram que a aplicação simultânea do encharcamento e da salinidade causou maior depressão no crescimento do que a

soma dos efeitos de cada estresse separadamente. Quando há irrigação após período consecutivo de sete dias de encharcamento promove-se máxima redução do crescimento dos ramos. O encharcamento pode ocorrer mesmo quando o volume de água aplicada é equivalente à média do déficit hídrico do solo. Quando há uma distribuição desuniforme da irrigação, algumas plantas receberão excesso de água causando encharcamento localizado, enquanto que para outras a quantidade será insuficiente.

Okamoto et al. (2004) comparando videira *Vitis coignetiae*, duas cultivares de *Vitis vinifera* (Muscat de Alexandria e Rizamart) e duas cultivares híbridas (*V. vinifera* x *V. lambrusca*), Delaware e Kyoho, quanto a tolerância a seca, observaram que a videira Kyoho, após três semanas de tratamento, apresentou folhas amareladas e em mais uma semana elas secaram. As cultivares Rizamart, Delaware e Muscat de Alexandria apresentaram perda gradual da coloração das folhas e encrespadas após quatro semanas sem irrigação. Com 10 dias de tratamento, a taxa fotossintética e a transpiração diminuíram significativamente, sendo maior na videira Kyoho.

2.4. Tolerância da videira ao estresse de excesso de água

Devido ao período prolongado e as fortes chuvas ocorridas no Brasil, os produtores têm grandes dificuldades em conduzir o cultivo, combater pragas e doenças, e de manter a produtividade e a qualidade dos produtos. O excesso de água no solo pode trazer grandes danos à parte radicular das plantas ocasionando grandes prejuízos na parte aérea. Esses danos podem se estender por dias após o fim do excesso de água, até a planta conseguir se recuperar.

No município de Petrolina, houve queda na safra de uvas em 2004 devido às chuvas excessivas (Rocha & Britto, 2007). O encharcamento do solo diminuiu a disponibilidade de oxigênio das raízes, provocando a inibição da fotossíntese e causando menor crescimento das raízes, e conseqüentemente da planta (Ferreyra et al., 2006). Para uvas de vinho, o excesso de água afeta os estádios fenológicos, comprometendo a qualidade e a produtividade dos frutos (Ferreira et al., 2004).

No município de Jaguaribe, no Ceará, devido ao grande volume de água estocado pelo açude do Castanhão, obra do Departamento Nacional de Obras

Contra as Secas (Dnocs), em 2008, foram inundados 7 hectares de uva Itália melhorada (verde) e Benitaka Brasil (roxa), causando um prejuízo de R\$ 150 mil (Cavalcante, 2008).

Há grande necessidade de conhecer as respostas dos porta-enxertos utilizados no Brasil quando submetidos a um período de encharcamento ou inundação. Isso possibilitaria ao produtor escolher o porta-enxerto que se adapta as condições da região em que será implantado um cultivo de uva, buscando evitar futuros prejuízos com excesso de água.

Stevens e Prior (1994) observaram em seu estudo que o encharcamento da videira cultivar Sultana reduziu o crescimento dos ramos, em proporções similares, em 45%, quando aplicado em vaso por 3, 5, 7 dias em ciclos de 14 dias de encharcamento. Esse efeito persistiu mesmo após a retirada do encharcamento. Também ocorreu redução na fotossíntese e na condutância estomática durante e depois do encharcamento.

Striegler et al. (1993) em estudo sobre a influência da inundação sobre 6 cultivares de videira, em período de 13 dias, concluíram que as cultivares de porta-enxerto St. George, Couderc 3309 e Riparia Gloire foram os mais tolerantes à inundação e as cultivares Kobber 5BB, Seyval e Cynthiana as mais sensíveis. Foi observado o aparecimento de dissecação do ápice do rebento, flacidez das folhas basais, e regeneração de novas raízes na superfície. Também estudaram o efeito da tolerância do porta-enxerto quando enxertado e concluíram que quando a cultivar porta-enxerto Couderc 3309 era enxertada com a cultivar Seyval, aumentou significativamente a tolerância à inundação.

A textura do solo também influencia a duração e severidade do encharcamento (Prior et al., 1992a). Quando a aeração do solo é pobre, a quantidade de etileno rapidamente aumenta e os níveis de oxigênio diminuem, e em videira resulta na inibição do crescimento. A quantidade de etileno aumenta no solo quando há mais teor de matéria orgânica, como folhas, esterco de galinha ou composto de serragem, e o encharcamento, que acaba acentuando a redução da concentração de oxigênio e a alta concentração de dióxido de carbono (Ishii & Kadoya, 1984).

No Japão, Okamoto et al. (2004) compararam a capacidade de tolerância ao encharcamento da videira *Vitis coignetiae*, duas cultivares de *Vitis vinifera* (Muscat de Alexandria e Rizamart) e duas cultivares híbridos (*V. vinifera* x *V.*

lambrusca), Delaware e Kyoho. As plantas foram encharcadas por um período de 28 dias. Foram observados sintomas na videira *V. coignetiae* como folhas basais que apresentavam avermelhamento e pontas secas depois de 12 dias com posterior abscisão após três semanas. Os maiores decréscimos na taxa fotossintética e transpiração foram da *V. coignetiae* e da Kyoho.

Stevens et al. (1999) avaliando videiras Sultana com o sistema radicular dividido em dois potes, *a* e *b*, foram expostos a 9 ciclos de encharcamento. A indução do encharcamento foi por 0, 3 e 7 dias em ciclos de 14 dias, com os tratamentos a_0b_0 , a_0b_3 , a_3b_3 , a_0b_7 e a_7b_7 , onde *a* e *b* referem-se aos potes e os números sobrescritos ao tempo de encharcamento. Por exemplo, a_0b_7 , onde pote *a* ficaria sem encharcamento e o pote *b* ficaria encharcado por 7 dias. Houve redução da massa seca do ramo de 120g em a_0b_0 , 90g em a_0b_3 , 67g em a_3b_3 , 72 g em a_0b_7 e 20g a_7b_7 . A massa seca da raiz reduziu de 43g a_0b_0 , 35g a_3b_3 e 17 g em a_7b_7 . A metade do encharcamento não teve efeito sobre a massa da raiz, pois o encharcamento das raízes do pote *b* estimulou o crescimento das raízes do pote *a* drenado. O encharcamento de ambos também reduziu os primórdios de frutificação.

O município de Campos dos Goytacazes possui características edafoclimáticas propícias à produção de uva. Porém, a cidade foi desenvolvida ao longo das margens do rio Paraíba do Sul. Este rio nasce no estado de São Paulo e recebe afluentes dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. A cidade é diretamente influenciada pelas águas oriundas desses estados e apresenta áreas passíveis de inundação por possuir insuficiente rede de drenagem. Na maioria dos casos, as conseqüências são (Secretaria..., 2008):

- Processo contínuo e acelerado de erosão do solo com assoreamento do curso d'água;
- Ocupação generalizada das áreas marginais ao longo do rio;
- Estreitamento da secção de escoamento pelas fundações de construções ilegais;
- Crescente ocupação da bacia;
- Decorrente impermeabilização do solo, e;
- Carregamento de lixo descartado sobre vias públicas ou diretamente no curso d'água.

Em 2007, decorrente de uma grande enchente, o Rio Paraíba do Sul atingiu a cota de 11,64 metros. Fato como esse somente foi registrado em 1966 quando atingiu a marca de 11,30 metros. Porém, existe uma controvérsia, pois atualmente o rio é contido por diques construídos ao longo de suas margens, o que não ocorria em 1966 (Leudo, 2007). Este fato trouxe grandes danos a cidade de Campos dos Goytacazes, tanto na zona urbana, com a queda da ponte General Dutra, como na zona rural, com moradores perdendo suas casas. Também houve grandes prejuízos na lavoura canavieira e demais culturas anuais e permanentes, como a fruticultura.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 – Material Vegetal

As estacas de porta-enxertos de videira foram colhidas no Banco de Germoplasma da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizado no Colégio Agrícola 'Antônio Sarlo', em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Foram coletadas estacas medindo, em média, 25 a 30 centímetros, contendo de três a quatro gemas.

Foram escolhidas as variedades de porta-enxertos utilizadas no país e mais adaptadas a região Norte Fluminense. As variedades escolhidas estão caracterizadas abaixo.

3.2 – Caracterização das Variedades

a – IAC 571-6 'Jundiaí'

Resultado de cruzamento entre *Vitis caribae* x Pirovano 57, começou a ser utilizado em 1970. É vigoroso, com ótimo pegamento e com grande

adaptabilidade a solos argilosos e arenosos. É resistente às principais moléstias, principalmente à pérola da terra. O desenvolvimento da enxertia é muito bom (Pommer et al., 2003).

b – IAC 572 ‘Jales’

Obtido por cruzamento entre *Vitis caribeeae* x 101-14 Mgt, vem sendo utilizado em todo o estado de São Paulo e Vale do São Francisco. É vigoroso, desenvolvendo-se bem em solos argilosos e arenosos. Resistente às moléstias, possui ramos de lignificação tardia e dificilmente perde as folhas. Possui ótimo enraizamento e pegamento das estacas (Terra et al., 1990a e Pommer et al., 2003).

c – IAC 766 ‘Campinas’

Obtido por cruzamento entre 106-8 Mgt ‘Ripária do Traviu’ x *Vitis caribeeae*. Possui um bom pegamento de estacas com facilidade de enraizamento (Terra et al., 1990b). É um porta-enxerto medianamente vigoroso, com folhas resistentes às doenças fúngicas (Pommer et al., 2003).

3.3 – Condições de Cultivo

As estacas foram plantadas em sacos de polietileno pretos perfurados de capacidade de dois litros, contendo uma mistura de composto orgânico, areia de textura média e solo argiloso, todos passados em peneira de arame galvanizado com malha de 10 mm e aro 55 cm, na proporção de 2:1:1, em julho de 2008, e mantidas em casa de vegetação no Colégio Agrícola ‘Antônio Sarlo’, com irrigação periódica, até atingirem tamanho ideal para o experimento.

Em novembro, as mudas foram transferidas para a casa de vegetação do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal (LMGV), localizado na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) (41°15’O, 21°27’S).

Com o auxílio de um termohigrômetro modelo 450 (Spectrum Technologies, Inc., Illinois, USA), os dados de umidade relativa (UR%) e temperatura (°C) foram coletados durante o período de avaliação (Figura 1).

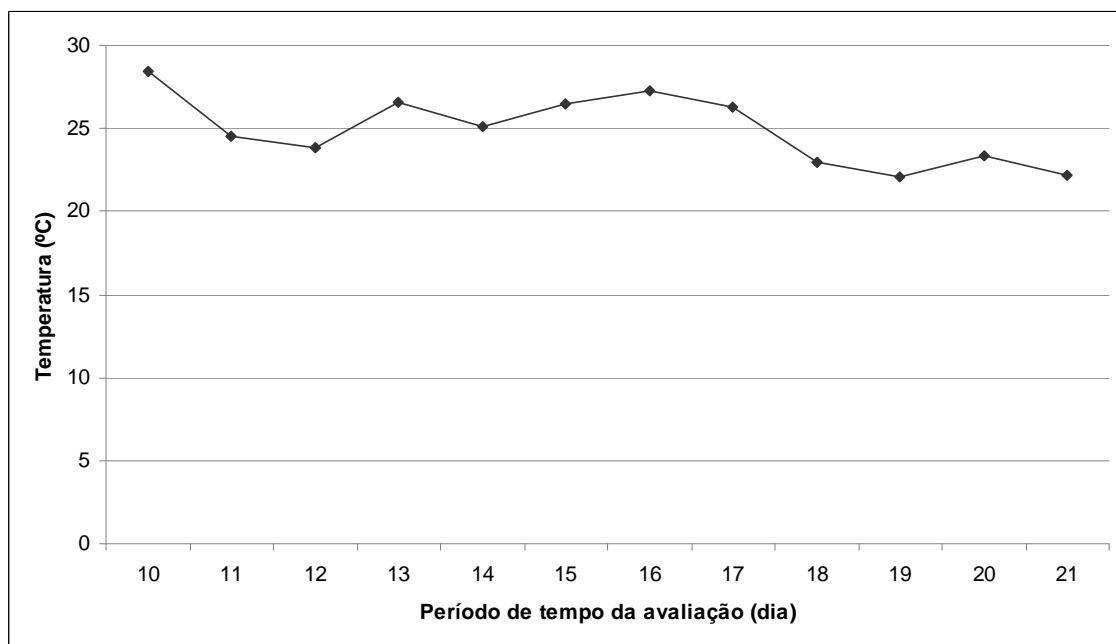
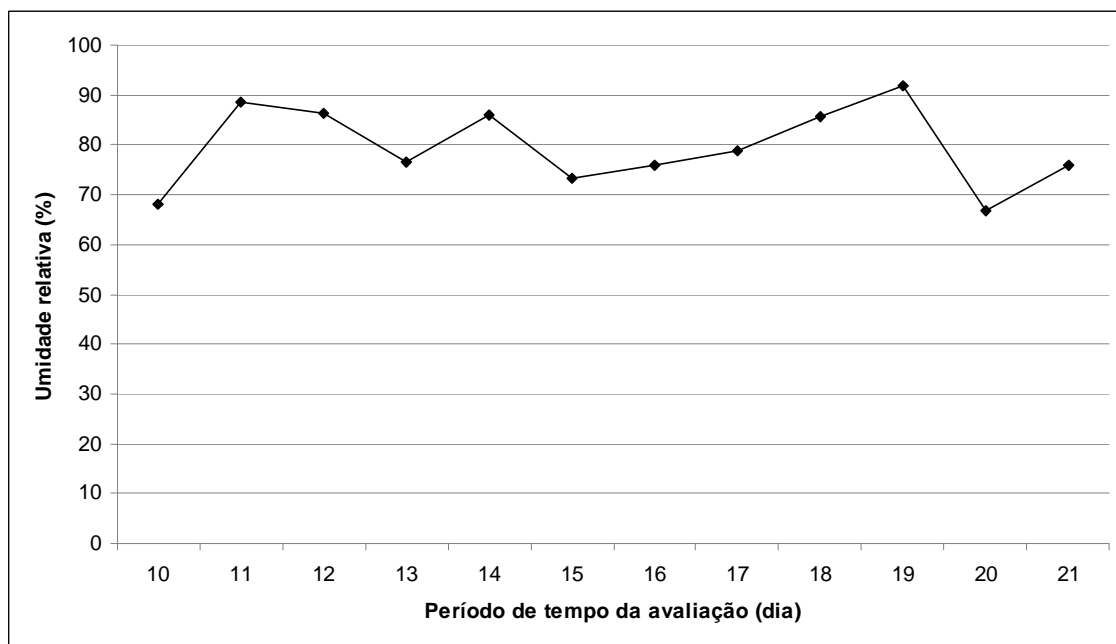


Figura 1. Umidade Relativa média (%) e Temperatura média (°C) dos dias do mês de novembro de 2008, do ambiente onde as plantas foram avaliadas.

3.4 – Indução dos Tratamentos

Seguindo a metodologia de Stevens e Prior (1994) com adaptações, a imposição do encharcamento foi realizado em potes plásticos com tampa, com

capacidade de quatro litros. Os potes e tampas foram pintados com tinta acrílica metalizado na cor cinza urbano (marca Suvinil), para evitar o aquecimento da água e o crescimento de algas. As tampas foram perfuradas no centro com o auxílio de um ferro de solda e feito um corte do orifício central até a borda da tampa, com o auxílio de um estilete, para a passagem do caule do porta-enxerto (Figura 2). Nos potes, onde ficaram as plantas sem encharcamento, foram feitos furos, com o auxílio do ferro de solda, no fundo para a saída do excesso de água da irrigação, evitando o acúmulo no fundo do pote.

O fundo dos potes plásticos foi preenchido com brita fina lavada até atingir a altura de um centímetro. Cada pote foi devidamente identificado com o número da planta, em algarismos arábicos, e o número do bloco, em algarismos romanos, (exemplo: 2 – I, planta dois do bloco um), para a identificação do genótipo no bloco. Em um croqui estavam localizados e identificados cada genótipo nos blocos.

Os porta-enxertos foram posicionados no centro dos potes plásticos tendo uma distância de três centímetros entre os sacos de polietileno e as paredes do vaso plástico. Esse espaço foi preenchido com água até atingir o nível da superfície do solo (Figura 3). Após os potes plásticos foram tampados.

O nível da água foi mantido através de observações diárias e acrescentando água quando necessário. As plantas sem encharcamento foram mantidas no mesmo sistema e irrigadas diariamente.



Figura 2. Vasos e tampas perfuradas plásticas pintados com tinta acrílica prata dispostas no bloco.

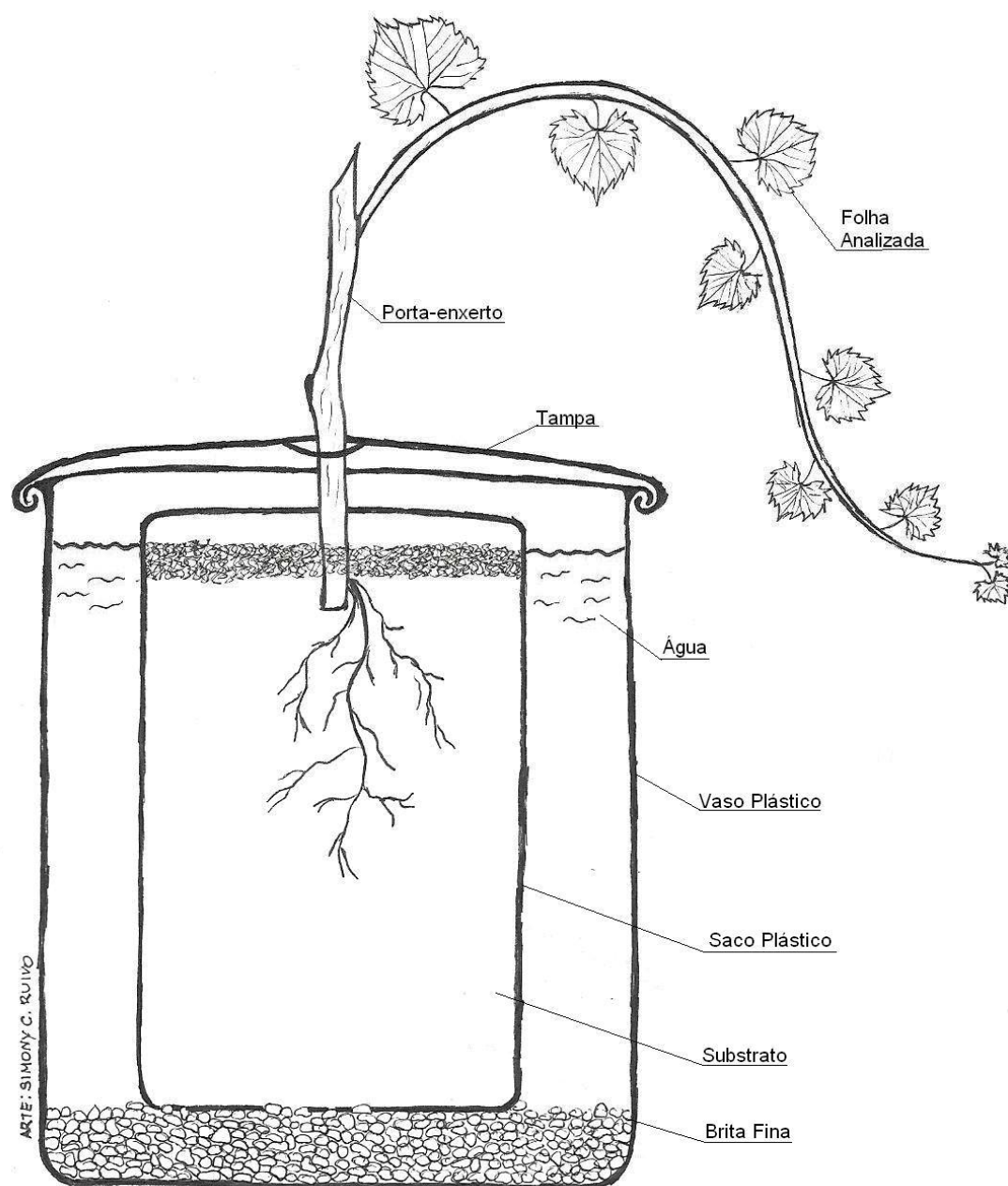


Figura 3. Modelo do sistema utilizado para a aplicação dos tratamentos do experimento.

3.5 – Variáveis de Crescimento

O ramo de cada porta-enxerto teve o comprimento medido utilizando uma trena graduada, em cada dia de estudo para a avaliação do crescimento.

Após o término de cada período de encharcamento, as plantas foram coletadas e separadas em folhas e raízes, sendo estas lavadas para retirar toda a

terra. As partes foram colocadas em sacos de papel perfurados e colocados em estufa a 70°C por 48 horas para secarem. Depois foram pesadas para a análise de matéria seca.

Durante o experimento, as plantas foram observadas, sendo anotadas todas as variações ocorridas (injúrias nas folhas, ataque em insetos, queda de folhas, entre outros).

3.6 – Variáveis Fisiológicas

A taxa fotossintética líquida (A_n), condutância estomática (g_s), transpiração (E), déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) e o fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) foram determinados na região mediana da folha desenvolvida, utilizando o Analisador Portátil de Gás por Infravermelho (IRGA), modelo LI-6200, Li-COR, NE, USA (Figura 4).

As avaliações foram realizadas das 7:00 às 11:00 horas (hora solar), sempre na mesma folha adulta, sadia e totalmente expandida (quinta ou sexta folha contada a partir do ápice), previamente escolhida no terço médio de cada planta e marcada com um fio de lã azul (Sousa et al., 2001) (Figura 4). As avaliações foram realizadas em cinco dias, tendo um intervalo de 3 dias entre elas.



Figura 4. Analisador Portátil de Gás a Infravermelho (IRGA) e folha totalmente expandida marcada com o fio de lã azul.

3.6 – Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial de 3 x 6 (três porta-enxertos e seis tratamentos) e três repetições. Os tratamentos foram: sem encharcamento, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de encharcamento, sendo denominados SE, T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente.

Foram avaliadas as variáveis fisiológicas e de crescimento das plantas SE (sem encharcamento) e T15 durante os 15 dias de encharcamento com avaliações a cada três dias. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2 (três porta-enxertos, dois tratamentos) e três repetições.

As médias dos tratamentos para as características estudadas, significativas pelo teste F, foram comparadas pelo procedimento proposto por Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

4 . RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis biométricas e fisiológicas dos porta-enxertos sem encharcamento (SE) e com 3, 6, 9, 12 e 15 dias de encharcamento

As raízes possuem papel primordial na vida das plantas. É um dos responsáveis pela sobrevivência através da absorção de água e nutrientes, além da produção de hormônios essenciais à planta. Qualquer variação ou dano que ocorra a sua estrutura pode causar efeitos prejudiciais à parte aérea. Estudar os efeitos causados pelo encharcamento, através das variáveis biométricas, pode mostrar o comportamento da planta quando afetada por um estresse.

A Tabela 1 mostra variação nos atributos biométricos dos porta-enxertos. Houve variação entre os genótipos e os períodos em relação ao comprimento dos ramos (Comp), matéria seca das folhas (MS_f) e matéria seca das raízes (MS_r). Não ocorreu variação significativa na interação genótipo – período para as variáveis. São apresentados os valores de F obtidos na análise de variância dos atributos biométricos dos porta-enxertos, assim como a indicação do nível de significância e o coeficiente de variação.

Tabela 1. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de rendimento de variação de variáveis de crescimento avaliadas:

comprimento (Comp); matéria seca das folhas (MS_f) e matéria seca das raízes (MS_r) das plantas sem encharcamento (SE), T3, T6, T9, T12 e T15 durante os 15 dias de encharcamento.

Fonte de Variação	Comp	MS_f	MS_r
Bloco	7,08 *	0,23 ^{ns}	1,77 ^{ns}
Genótipo	15,86 *	6,70 *	5,09 *
Período	17,52 *	6,04 *	12,83 *
Genótipo*Período	1,08 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,26 ^{ns}
Resíduo	13,15	1,25	0,81
CV(%)	22,89	47,30	60,38

OBS.: Os níveis de significância são indicados por: * = $P < 0,05$ e ^{ns} não significativo

A Figura 5 (Tabela 2) apresenta o comportamento do crescimento dos ramos dos porta-enxertos sem encharcamento (SE) e dos porta-enxertos encharcados. Todas as plantas SE tiveram ótimo crescimento durante as avaliações, sendo o maior crescimento do SE IAC 766 com 67,67 cm. As plantas tratadas tiveram uma redução significativa, principalmente nas plantas T12, onde o IAC 766 cresceu 26 cm, IAC 572 cresceu 37 cm e o IAC 571-6 cresceu 48 cm. Há uma grande variação entre T3, T6, T9, T12 e T15 por serem plantas diferentes, pois após cada avaliação fisiológica e biométrica as plantas eram coletadas para as medições de massa seca.

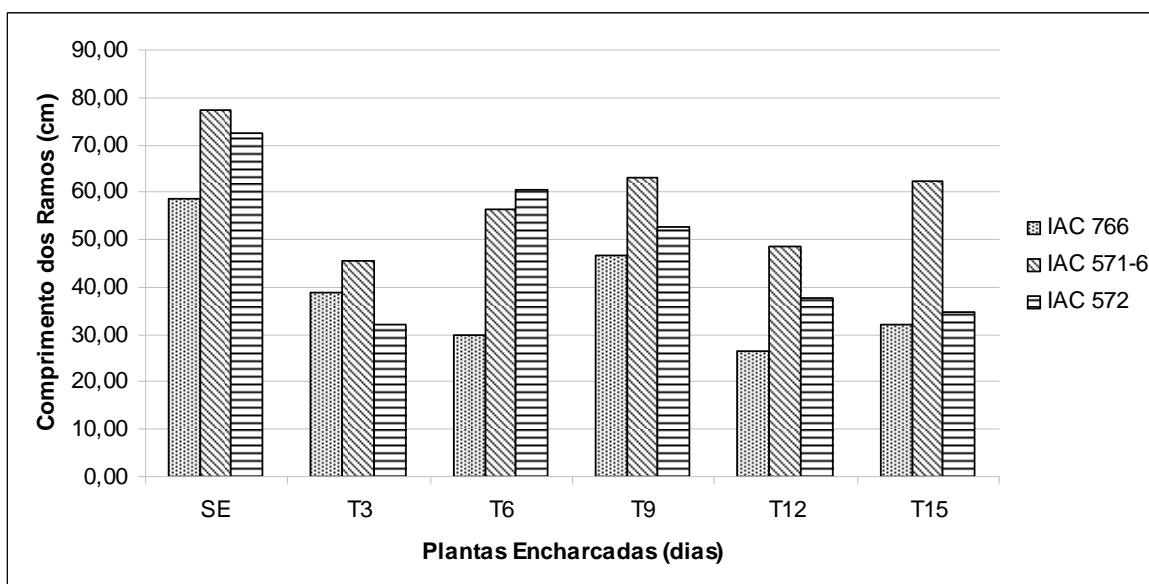


Figura 5. Comprimento dos ramos (cm) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 2. Média da variável comprimento de ramos (Comp) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento

Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
SE	58,73 a	77,27 a	72,27 a
T3	39,00 ab	45,67 b	32,00 ab
T6	30,00 ab	56,33 ab	60,50 ab
T9	46,78 ab	63,00 ab	52,78 ab
T12	26,67 b	48,58 ab	37,58 b
T15	32,00 ab	62,40 ab	34,87 b

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

O comprimento apresentou ser bastante sensível com a continuidade do período de encharcamento e os porta-enxertos apresentaram redução do crescimento nos primeiros 3 dias de encharcamento.

De acordo com Barrett-Lennard (2003) e Kramer e Boyer (1995), a redução do comprimento das raízes causa redução do crescimento dos ramos, conseqüentemente ocasionado pela diminuição da absorção de água e minerais causada pelo encharcamento. Isso ocorre devido ao acúmulo de produtos da respiração anaeróbica como aldeídos, ácidos orgânicos e álcool (Carvalho, 2002

e Kramer e Boyer 1995). Solos continuamente inundados podem acumular metano, sulfeto e redução de ferro causando injúrias às raízes (Kramer e Boyer 1995).

Carvalho (2002) e Kramer e Boyer (1995) afirmam que há diminuição da condutância estomática e na velocidade da fotossíntese devido a um distúrbio no metabolismo do nitrogênio e um aumento na produção de ácido abscísico (ABA), o que causa diminuição da aquisição de carbono (C) por meio da fotossíntese, diminuindo a produção de solutos, afetando o crescimento dos ramos e raízes.

A menor aquisição de C afeta a produção de massa seca das plantas. Também há a deficiência na produção de hormônios essenciais pelas raízes (devido ao estresse) para o crescimento da parte aérea, como o ABA, citocininas e giberelinas (Kramer e Boyer 1995). Houve redução entre o controle e o terceiro dia de encharcamento nos porta-enxertos IAC 571-6 e 572, e entre o controle e o sexto dia no IAC 766 (Figura 6 e Tabela 3). A variação entre os dias de encharcamento se deve por serem plantas diferentes que após cada avaliação fisiológica e biométrica foram coletadas e secas.

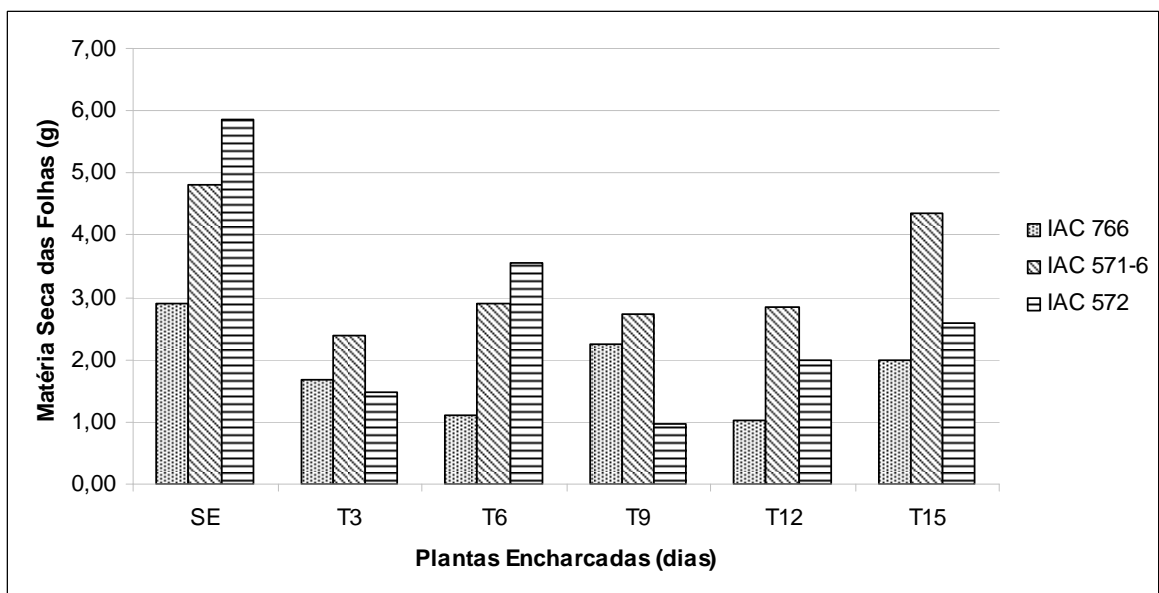


Figura 6. Produção de matéria seca das folhas das plantas sem encharcamento (SE) e encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 3. Média da variável matéria seca das folhas (MS_f) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766		IAC 571-6		IAC 572	
SE	2,91	a	4,82	a	5,80	a
T3	1,68	a	2,40	a	1,47	b
T6	1,11	a	2,91	a	3,57	ab
T9	2,26	a	2,74	a	0,97	b
T12	1,03	a	2,84	a	1,98	b
T15	1,99	a	4,35	a	2,59	b

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

A hipoxia prolongada além de reduzir o crescimento dos ramos e raízes, causa epinastia, clorose nas folhas e morte (atribuído à diminuição no suprimento de citocinina para o ramo) (Kramer e Boyer 1995).

Durante o experimento, foram anotados todos os sintomas apresentados nos porta-enxertos. Foram observados (Figura 7):

- Manchas vermelhas nas folhas mais novas;
- Clorose nas folhas mais novas;
- Murcha das folhas;
- Encarquilhamento das folhas;
- Necroses pontuais;
- Seca marginal das folhas;
- Senescência basal, e;
- Necrose e morte das ponteiros.

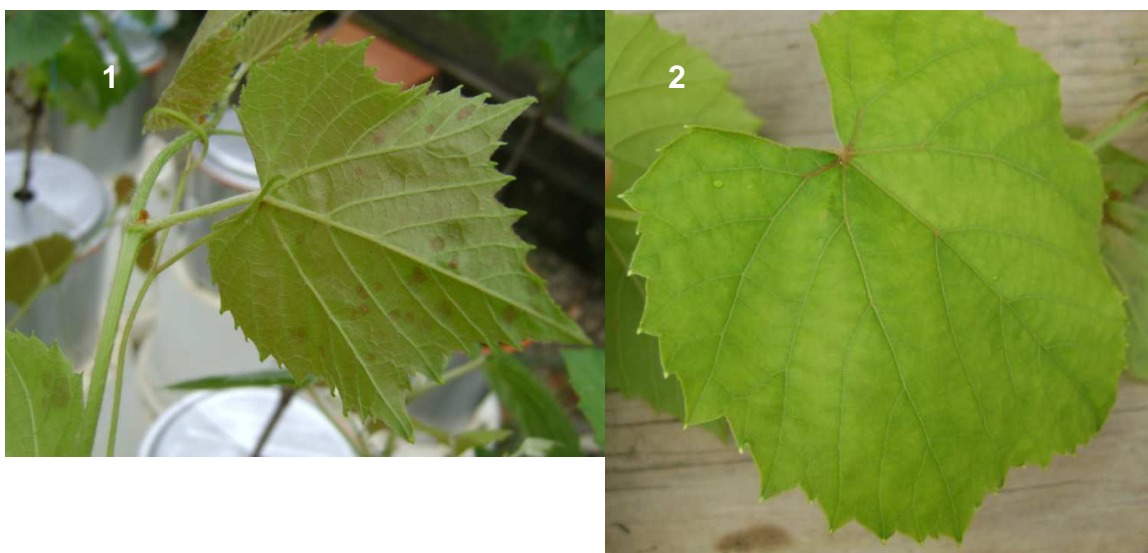




Figura 7. Sintomas apresentados pelos porta-enxertos decorrentes do período de encharcamento (1. manchas vermelhas; 2. clorose; 3. murcha das folhas; 4. encarquilhamento; 5. necroses pontuais; 6. seca marginal; 7. morte da ponteira)



Figura 7, Continuação.

O porta-enxerto IAC 766 'Campinas' apresentou os sintomas de manchas avermelhadas e necrose das folhas, e murcha, necrose e seca das ponteiros. Os sintomas iniciaram-se nas plantas T9. Foi o único cultivar que apresentou queda das folhas mais velhas, ocorrida nas plantas T15.

O porta-enxerto IAC 571-6 'Jundiaí' apresentou todos os sintomas, exceto murcha e queda das folhas. Os danos iniciaram-se nas plantas T6, agravando-se nas plantas T12.

O porta-enxerto IAC 572 'Jales' apresentou todos os sintomas, exceto a queda das folhas. Os danos iniciaram-se nas plantas T3 e agravaram-se a partir das plantas T9.

Foi observado o aparecimento de raízes adventícias próximas e superiores ao nível da água nos vasos T12 (12 dias de encharcamento) do porta-enxerto IAC 572 'Jales'. A regeneração das raízes pode melhorar as condições de sobrevivência do porta-enxerto durante o período de encharcamento (Figura 8).

Streigler et al. (1993) disseram que as raízes adventícias são um mecanismo de superação do encharcamento em muitas espécies. Essas raízes formadas usualmente contêm consideráveis aerênquimas no seu córtex que facilita o movimento do dióxido de carbono (CO_2) para as raízes podendo

aumentar a tolerância ao encharcamento. O crescimento dessas raízes próximas à linha da água sugere a presença de etileno (Kramer e Boyer 1995).



Figura 8. Aparecimento das raízes adventícias acima do nível do solo em plantas encharcadas.

As matérias secas das raízes apresentaram diferença significativa entre SE e T6 do porta-enxerto IAC 571-6, entre o SE e T15 do IAC 572 e não houve diferença no porta-enxerto IAC 766. A maior queda da produção de massa seca foi o do IAC 572. Produziu 4,38 g em SE e 0,42g em T15, uma redução de 90,42% (Figura 9 e Tabela 4). Essa redução pode ocasionar efeitos severos na parte aérea, tanto em sintomas visíveis na folha (como os apresentados na Figura 7) quanto na parte fisiológica e crescimento das plantas.

As raízes em geral obtêm oxigênio (O_2) suficiente para respiração aeróbica diretamente do espaço gasoso no solo. Os poros, em um solo bem drenado e bem estruturado, permitem a difusão de O_2 gasoso para a profundidade de vários metros. No entanto, o solo pode se tornar encharcado, quando ele é pobremente drenado ou quando a chuva ou a irrigação é excessiva. A água, então, preenche os poros e bloqueia a difusão de O_2 na fase gasosa. Plantas sensíveis ao encharcamento são danificadas severamente em 24 horas de hipoxia, prejudicando o desenvolvimento (Taiz e Zeiger, 2004). A hipoxia causa inicialmente a redução rápida do crescimento das raízes, depois começa a senescer pelas pontas (Barrett-Lennard, 2003).

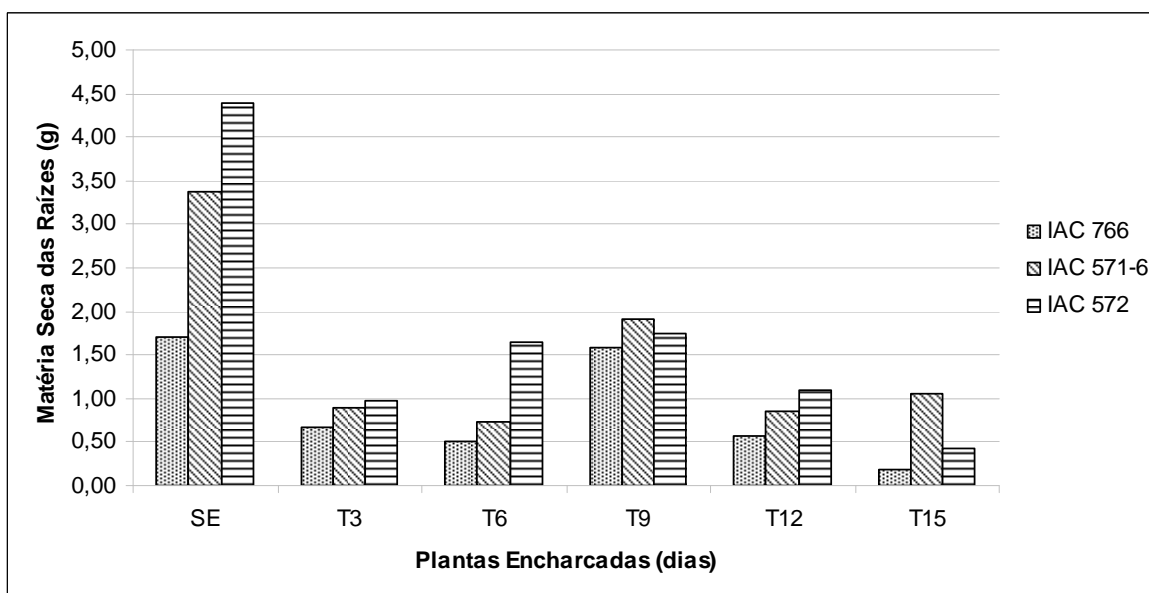


Figura 9. Produção de matéria seca das raízes das plantas sem encharcamento (SE) e encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 4. Média da variável matéria seca das raízes (MS_r) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
SE	1,71 a	3,38 a	4,38 a
T3	0,67 a	0,90 b	0,97 b
T6	0,50 a	0,72 b	1,64 b
T9	1,56 a	1,91 ab	1,75 b
T12	0,57 a	0,85 b	1,09 b
T15	0,18 a	1,06 b	0,42 b

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Durante a privação de O_2 , há uma produção de etanol, com o intuito de regenerar NADH em NAD^+ para a sustentação da glicólise. Ocorre também a produção de lactato através da respiração anaeróbica. Esses compostos são tóxicos as células, resultando em rápida acidificação citosólica e morte das células (Bailey-Serres e Voeselek, 2008).

As folhas são responsáveis pela fotossíntese, regulação da temperatura, produção de hormônios, aquisição de carbono e produção de substâncias. Os nutrientes absorvidos pelas raízes são encaminhados para as folhas, onde são transformados em proteínas, açúcares, ácidos e outros compostos orgânicos

utilizados para o metabolismo do crescimento das raízes e ramos (Leme, 2001). Quando ocorrem situações prejudiciais à parte radicular, as folhas respondem em pouco tempo com mudanças nas variáveis fisiológicas. Essas mudanças podem comprometer mecanismos vitais da folhas.

Na tabela 5 são apresentados os valores de F obtidos na análise de variância dos atributos fisiológicos dos porta-enxertos, assim como a indicação do nível de significância, resíduo e o coeficiente de variação das variáveis em função dos tratamento sem encharcamento (SE), T3, T6, T9, T12 e T15. Houve efeito significativo sobre os períodos para as variáveis de fluxo de fótons fotossintéticos (FFF), fotossíntese (A_n), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e dióxido de carbono interno (CO_2_{int}). Não houve variação de período para déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar. Também não ocorreu variação de genótipo e interação genótipo – período para nenhuma das variáveis.

Tabela 5. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de variação das variações fisiológicas avaliadas: fluxo de fótons fotossintético (FFF); taxa fotossintética líquida (A_n); condutância estomática (g_s); transpiração (E); dióxido de carbono interno (CO_2_{int}) e déficit de pressão de vapor folha-ar (DPV_{fa}) das plantas sem encharcamento (SE), T3, T6, T9, T12 e T15 durante os 15 dias de encharcamento.

Fonte de Variação	FFF	A_n	g_s	E	CO_2_{int}	DPV_{fa}
Bloco	25,77 *	3,99 *	0,35 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,25 ^{ns}	22,16 *
Genótipo	1,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,38 ^{ns}	2,15 ^{ns}
Período	2,62 *	2,44 *	3,91 *	4,30 *	2,91 *	4,59 ^{ns}
Genótipo*Período	0,48 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Resíduo	173,68	4,21	0,13	4,17	14,60	0,40
CV(%)	49,86	64,58	62,79	57,05	4,02	10,19

OBS.: Os níveis de significância são indicados por: * = $P < 0,05$ e ^{ns} não significativo

A taxa fotossintética houve variação entre os períodos de encharcamento, tendo uma redução acentuada entre SE e T15. O porta-enxerto IAC 571-6 apresentou maior queda na taxa fotossintética líquida (A_n) no tratamento T9 ($3,21 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), enquanto que o porta-enxerto IAC 572 apresentou maior queda no tratamento T15 ($2,17 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Figura 10 e Tabela 6).

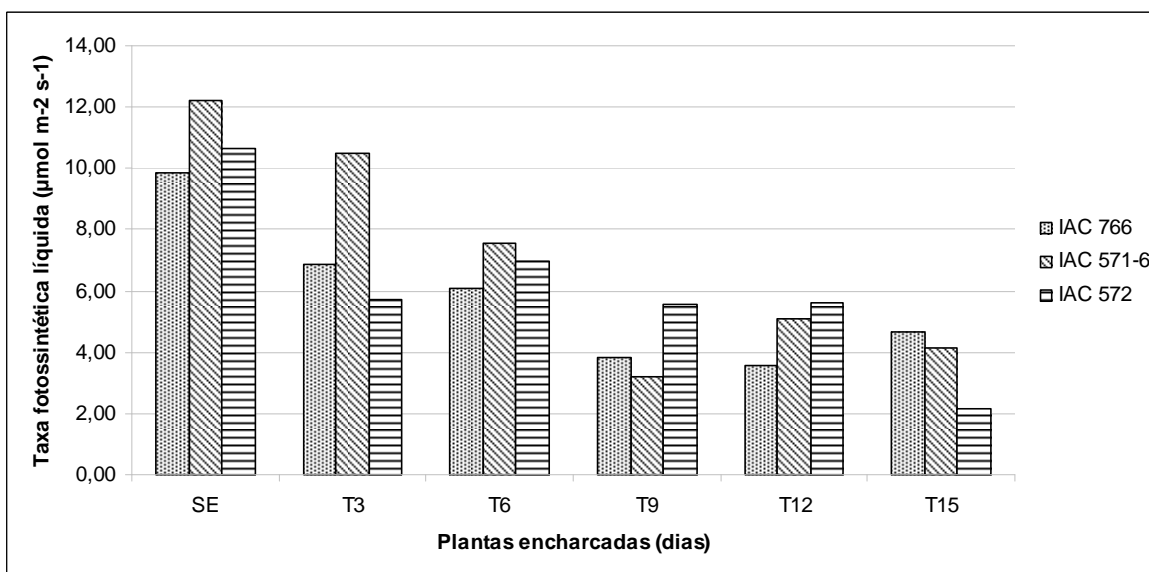


Figura 10. Taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (A_n) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 6. Média da variável fisiológica taxa fotossintética líquida (A_n) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
SE	9,88 a	12,22 a	10,62 a
T3	6,86 a	10,49 a	5,73 a
T6	6,06 a	7,56 a	6,95 a
T9	3,81 a	3,21 a	5,58 a
T12	3,57 a	5,10 a	5,59 a
T15	4,57 a	4,17 a	2,17 a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

No processo da fotossíntese, a água é um elemento fundamental e a planta possui um mecanismo de mensagens físicas e químicas entre as folhas e as raízes, para regular as quantidades que absorve, em função das suas necessidades. (Leme, 2001). Danos severos e baixa quantidade de oxigênio (O_2) no sistema radicular prejudica o movimento das raízes e diminui a sua permeabilidade o que reduz a absorção de água e minerais (Kramer e Boyer 1995). A diminuição do conteúdo de água promove o fechamento estomático, reduzindo a taxa fotossintética.

A condutância estomática (g_s) apresentou variação entre os períodos de encharcamento, tendo seus valores reduzidos nos maiores períodos. Os maiores valores nas plantas T9 (Figura 11 e Tabela 7), tanto nas plantas SE quanto nas plantas com tratamento. Isso ocorreu devido ao maior fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) (Figura 12 e Tabela 8) que ocorreu neste dia. Também houve grande FFF nas plantas T15, mas a g_s foi baixa devido aos grandes danos ocorridos nas raízes que diminuiu a absorção de água e, conseqüentemente, provocando um baixo potencial hídrico na planta que induziu a produção de ácido abscísico (ABA), causando um fechamento estomático.

As maiores reduções, em relação das plantas SE, foram das plantas T15. As plantas IAC 766 reduziram de $0,3315 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (SE) para $0,1072 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (T15), as plantas IAC 571-6 reduziram de $0,3366 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (SE) para $0,1263 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (T15) e as plantas IAC 572 reduziram $0,3275 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (SE) para $0,0662 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (T15), onde ocorreu a maior redução.

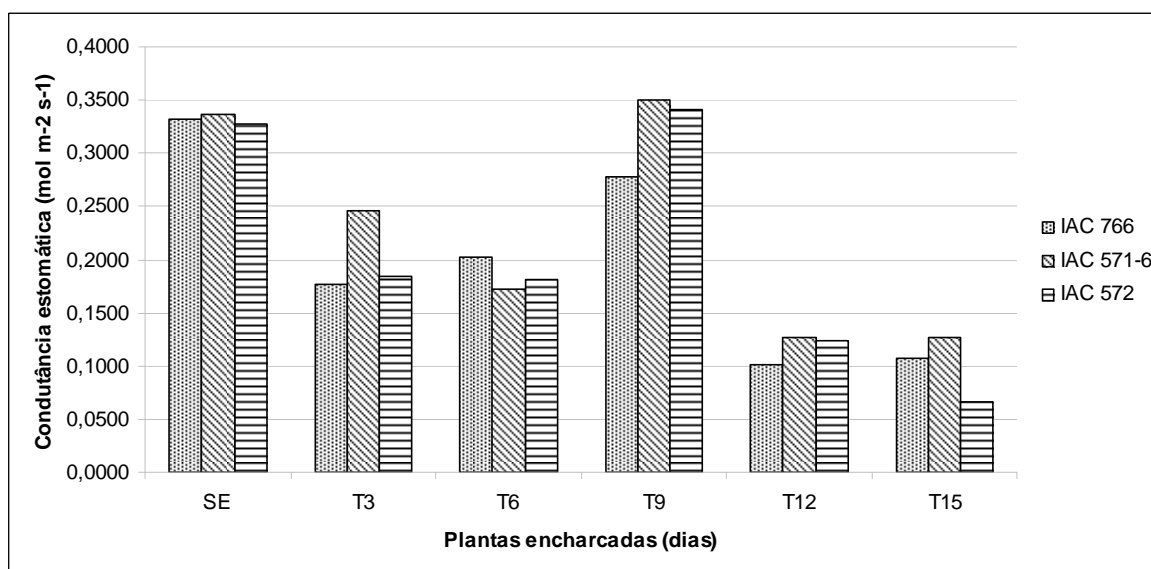


Figura 11. Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (g_s) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 7. Média da variável fisiológica condutância estomática (g_s) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
SE	0,3315 a	0,3366 a	0,3275 a
T3	0,1759 a	0,2457 a	0,1842 a
T6	0,2027 a	0,1722 a	0,1818 a
T9	0,2774 a	0,3505 a	0,3410 a
T12	0,1015 a	0,1274 a	0,1242 a
T15	0,1072 a	0,1263 a	0,0662 a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Peçanha (2007) diz que os maiores valores de g_s aumentam a possibilidade de intercâmbio gasoso, o que facilita a difusão de CO_2 até o sítio de carboxilação. Isso exerce conseqüência direta sobre o aumento das taxas fotossintéticas, além de aumentar a capacidade de resfriamento das folhas e, conseqüentemente, a absorção e transporte de nutrientes, via corrente transpiratória.

A hipoxia induz o fechamento estomático, aparentemente sem mudanças detectáveis no potencial hídrico da folha. A escassez de O_2 nas raízes, da mesma forma que o déficit hídrico e as altas concentrações de sais no solo, podem estimular a produção de ácido abscísico (ABA) e seu movimento nas folhas. Entretanto, o fechamento estomático sob estas condições pode ser atribuído principalmente à produção adicional de ABA pelas folhas mais velhas, na parte abaxial da planta. Estas folhas murcham e exportam seu ABA para as folhas mais novas e túrgidas, levando ao fechamento estomático (Taiz e Zeiger, 2004).

Stevens e Prior (1994) e Carvalho (2002) dizem que a diminuição da fotossíntese e da condutância estomática são promovidas pelo aumento da resistência do mesófilo, o que é ocasionado pelo fechamento estomático desuniforme. O fechamento estomático ocorre devido à diminuição da absorção de água ocasionado tanto pela diminuição do comprimento e da superfície total, devido à morte das raízes, como pelo aumento da resistência do fluxo da água. Isso causa murcha das folhas caso não possuam um bom controle estomático e baixa transpiração cuticular. Esse processo ocorreu com o porta-enxerto IAC 572 'Jales'.

A queda da taxa fotossintética e da condutância estomática pode reduzir a aquisição de carbono, essencial para a produção de açúcares, carboidratos e substâncias nutritivas que seriam translocados para as raízes. Isso afeta diretamente o crescimento e desenvolvimento da parte radicular, prejudicando ainda mais a absorção de água e nutrientes minerais, além de seu metabolismo.

Ocorreram variações no fluxo de fótons fotossintéticos (FFF), que apresentou maiores valores no 9º dia de encharcamento, tendo o máximo de 594,07 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o porta-enxerto IAC 572 em plantas com o tratamento T9 (Figura 12 e Tabela 8). O menor valor ocorreu no 6º dia de encharcamento com o porta-enxerto IAC 766 T6, chegando a 179,90 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. De acordo com a Tabela 8, não houve variação significativa entre as médias obtidas pelo equipamento.

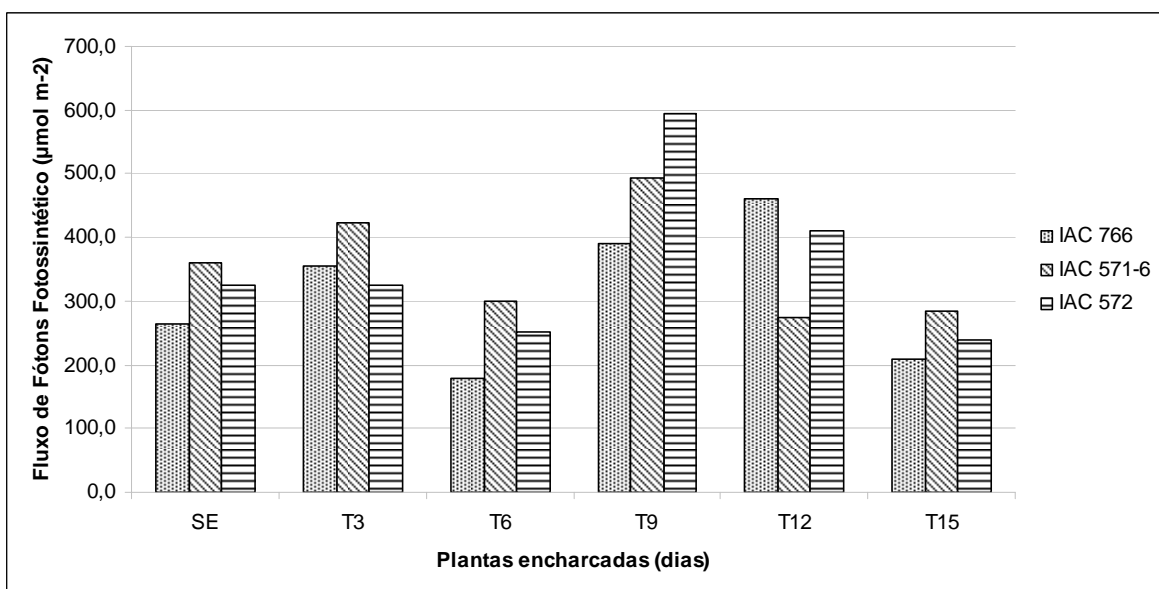


Figura 12. Fluxo de Fótons Fotossintéticos ($\mu\text{mol m}^{-2}$) (FFF) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 8. Média da variável fisiológica fluxo de fótons fotossintético (FFF) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766		IAC 571-6		IAC 572	
SE	264,1	a	361,3	a	324,0	a
T3	356,0	a	424,2	a	323,8	a
T6	179,9	a	299,7	a	251,7	a
T9	389,9	a	494,6	a	594,1	a
T12	460,5	a	273,9	a	410,0	a
T15	208,6	a	284,2	a	239,6	a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

A intensidade de luz é essencial para a atividade fotossintética. Essa energia luminosa é convertida em energia química nos cloroplastos pelos fotossistemas onde reduzirá o NADP^+ em NADPH , que será utilizado, juntamente com o ATP formado na membrana tilacóide, para sintetizar o carbono adquirido da atmosfera mais a água em compostos carbonados e oxigênio (expelido pelas trocas gasosas à atmosfera) (Taiz e Zeiger, 2004). Quanto maior essa luminosidade, maior será a fotossíntese e a condutância estomática. Porém, quando a planta está sobre estresse, essa alta taxa luminosa acarretará em decréscimo nesses parâmetros fisiológicos (Stevens e Prior, 1994).

Como a A_n e g_s , a transpiração (E) também varia com quantidade de FFF e com o período de encharcamento. Os maiores valores foram nos tratamento T3 e T9. O porta-enxerto IAC 571-6 SE atingiu $14,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto que o IAC 572 T15 atingiu $2,2 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A redução da E em T12 e T15 ocorreu devido à baixa absorção de água pelas raízes, ocasionada pela redução da superfície de absorção provocada pela morte (Figura 13 e Tabela 9). Com isso, há uma diminuição do potencial hídrico na folha, o que provoca um aumento na temperatura interna, causando fechamento estomático e reduzindo a transpiração, além de reduzir a fotossíntese e a condutância estomática. Além disso, ainda há a quantidade de ABA produzido pelas folhas mais velhas induzidas pelo encharcamento, que acarreta no fechamento estomático, prejudicando ainda mais a transpiração.

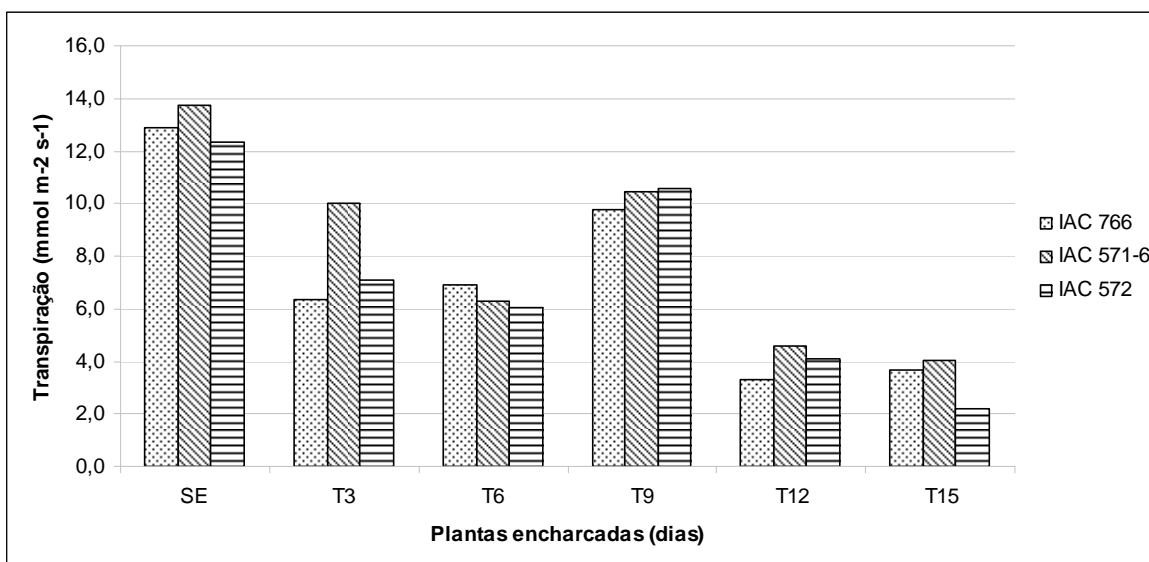


Figura 13. Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (E) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente).

Tabela 9. Média da variável fisiológica transpiração (E) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
SE	12,9 a	13,8 a	12,3 a
T3	6,3 a	10,0 a	7,1 ab
T6	6,9 a	6,3 a	6,1 ab
T9	9,8 a	10,4 a	10,6 ab
T12	3,3 a	4,9 a	4,1 ab
T15	3,7 a	4,0 a	2,2 b

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Em geral, a temperatura das folhas que transpiram ativamente é mais baixa do que a temperatura do ar, mas o déficit hídrico restringe a transpiração e causa superaquecimento e estresse de calor. O estresse pelo calor pode inibir a fotossíntese, prejudicar a função da membrana e a estabilidade protéica (Taiz e Zeiger, 2004).

O déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) é diretamente relacionado com a condutância estomática e a transpiração. De acordo com a Tabela 10, houve variação significativa entre as médias avaliadas somente para o

porta-enxerto IAC 571-6. Porém, de acordo com a Tabela 5, não houve variação significativa entre as variáveis.

As variações ocorreram nos dias em que o fluxo de fótons fotossintético apresentou os maiores valores: nas plantas com 9 dias de encharcamento e nas plantas com 15 dias de encharcamento.

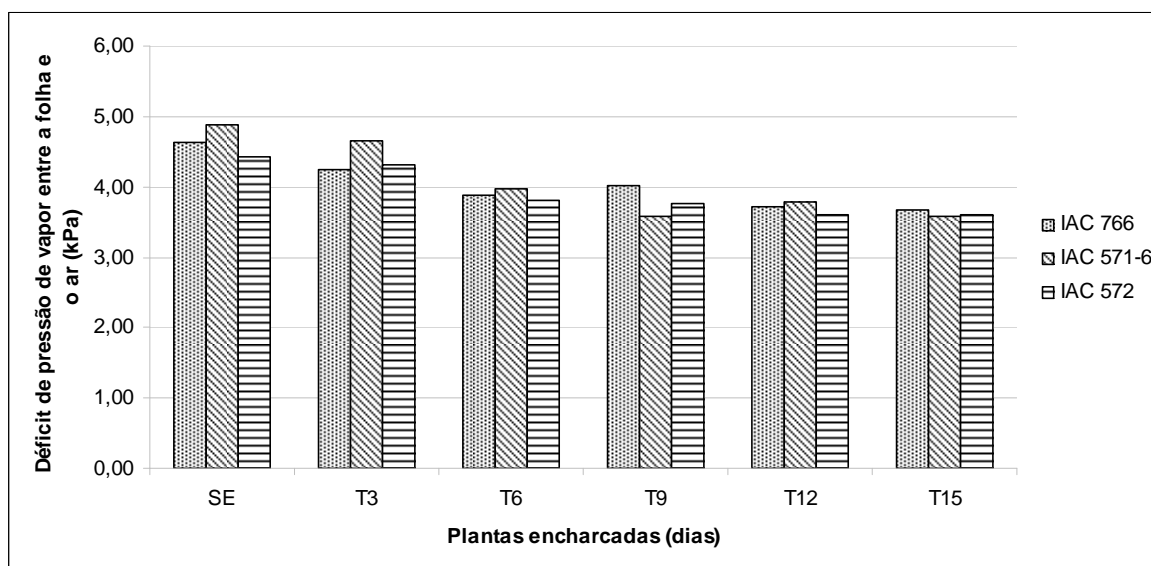


Figura 14. Déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (kPa)(DPV_{fa}) nas plantas sem encharcamento (SE) e nas plantas encharcadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias (T3, T6, T9, T12 e T15 respectivamente)

Tabela 10. Média da variável fisiológica déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
SE	4,62 a	4,88 a	4,41 a
T3	4,24 a	4,66 ab	4,30 a
T6	3,87 a	3,97 abc	3,82 a
T9	4,03 a	3,58 c	3,77 a
T12	3,72 a	3,78 bc	3,61 a
T15	3,68 a	3,58 c	3,59 a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Devido a uma grande diferença de potencial hídrico, na relação solo – planta – atmosfera, que ocorre entre a parte aérea e o ar seco, devido ao déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}), faz com que ocorra um fluxo de água do interior da planta para a atmosfera. Fatores externos, como a radiação, influenciam a transpiração à medida que se altera a diferença de pressão de vapor dessa água perdida, em uma taxa satisfatória, reduz o potencial hídrico e impede imediatamente o processo fotossintético, devido, principalmente, ao prejuízo causado ao transporte de elétrons e à fosforilação oxidativa (Peçanha, 2007).

4.2. Comportamento das variáveis biométricas e fisiológicas dos porta-enxertos sem encharcamento (SE) e encharcadas por um período de 15 dias (T15)

As raízes são elementos fundamentais da estrutura biológica da planta. Um cuidado e manejo adequados, as plantas respondem com todo o seu potencial. Também são responsáveis pela fixação da planta ao solo, captação de água e nutrientes minerais e transportados à parte aérea, e, por exemplo nas videiras, criação de reservas para serem utilizadas posterior ao inverno (Leme, 2001). Danos a esse sistema, ocasionados por algum estresse, pode comprometer uma ou todas essas funções. Quando se prejudica a absorção de transporte de água e nutrientes minerais, o primeiro a ser afetada pelo estresse, a parte aérea começa sofrer variações negativas em sua fisiologia. Com a continuidade do estresse, a parte aérea e radicular começam a apresentar severas injúrias prejudicando a sobrevivência da planta.

Durante os 15 dias de encharcamento, o comprimento dos porta-enxertos sofreu variação significativa entre os genótipos e entre os períodos de encharcamento. Houve diferença significativa entre as interações genótipo - período, mas não para genótipo - data, período - data e genótipo - período – data (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de rendimento de variação de variáveis de crescimento avaliadas de comprimento (Comp) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas T15 durante os 15 dias de encharcamento.

Fonte de Variação	Comp
Bloco	1,23 ^{ns}
Genótipo	19,19 [*]
Período	64,36 [*]
Data	0,72 ^{ns}
Genótipo*Período	3,93 [*]
Genótipo*Data	0,18 ^{ns}
Período*Data	0,26 ^{ns}
Genótipo*Período*Data	0,03 ^{ns}
Resíduo	15,57
CV(%)	27,68

OBS.: Os níveis de significância são indicados por: ^{*} = P < 0,05 e ^{ns} não significativo

A Figura 15 (Tabela 12) apresenta o comportamento do crescimento das plantas do tratamento SE e T15 durante os 15 dias de encharcamento. Os porta-enxertos SE (sem encharcamento) tiveram um crescimento contínuo durante o período. O maior crescimento foi SE IAC 766 com 33,01%, o SE IAC 571-6 foi de 16,8% e o SE IAC 572 foi de 5,74%. Os porta-enxertos T15 tiveram seus crescimentos praticamente paralisados com o período de encharcamento. Provavelmente, como descrito na literatura, à queda do crescimento das plantas seria visível com período maior de encharcamento.

O crescimento dos ramos apresentou sensibilidade com a continuidade do encharcamento, apresentando queda no crescimento nos primeiros 3 dias de encharcamento, quando comparados com as plantas sem encharcamento neste mesmo período.

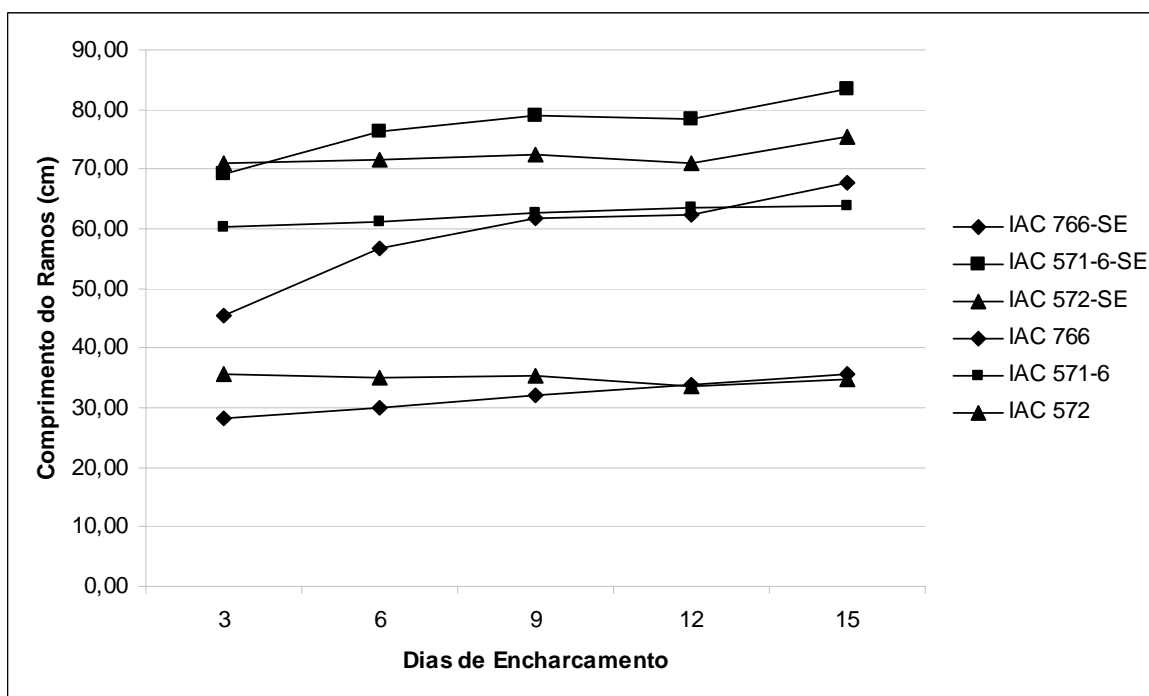


Figura 15. Comprimento dos ramos (cm) durante os 15 dias de encharcamento das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas.

Tabela 12. Média da variável comprimento de ramos (Comp) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento

Dias de encharcamento	Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
3	SE	45,33 a	69,33 a	71,00 a
	T15	28,33 a	60,33 a	35,67 a
6	SE	56,67 a	76,33 a	71,67 a
	T15	30,00 a	61,33 a	35,00 a
9	SE	61,67 a	79,00 a	72,33 a
	T15	32,00 a	62,67 a	35,33 a
12	SE	62,33 a	78,33 a	71,00 a
	T15	34,00 a	63,67 a	33,67 a
15	SE	67,67 a	83,33 a	75,33 a
	T15	35,67 a	64,00 a	34,67 a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

De acordo com Barrett-Lennard (2003), devido ao efeito da hipoxia, as raízes sofreram danos, o que ocasionou uma diminuição no seu comprimento, comprometendo a absorção de água (necessário para a fotossíntese e para a pressão de turgescência, responsável pela expansão celular e crescimento) e de

nutrientes minerais (necessários para a produção de substâncias nutritivas), afetando o crescimento dos ramos. Carvalho (2002) afirma que devido a diminuição da absorção de água, a condutância estomática (g_s) é afetada, diminuindo a aquisição de carbono (C) por meio da fotossíntese, o que afeta diretamente a produção de solutos. Além disso, ainda há o aumento da produção de substâncias tóxicas provenientes da respiração aeróbia, contribuindo para a diminuição do crescimento do ramo.

Devido a essas variações, a parte aérea apresentou vários sintomas como manchas vermelhas, clorose, murcha, encarquilhamento, necrose, seca e senescência (Figura 7).

Esses sintomas apareceram em períodos diferentes em cada porta-enxerto. O IAC 766 'Campinas' apresentou os sintomas de avermelhamento, necrose, murcha nas folhas e necrose e seca nas ponteiros a partir do 9º dia de encharcamento. No 15º dia, as folhas mais velhas caíram. O IAC 571-6 apresentou todos os sintomas, exceto queda das folhas, a partir do 6º dia de encharcamento, agravando-se no 12º dia. O IAC 572 também apresentou todos os sintomas, exceto queda das folhas, a partir do 3º dias de encharcamento, agravando-se no 9º dia.

Carvalho (2002) diz que plantas que permanecem por um período contínuo e prolongado de alagamento as raízes diminuem a absorção de água pelo fato de que esse estresse compromete o comprimento das raízes e de sua superfície total, provocado pela morte. Isso provoca uma diminuição da absorção de água o que acarreta na queda da condutância estomática, causando clorose nas folhas. Além disso, promove uma queda na pressão de turgescência causando murcha das folhas.

A partir do 12º dia de encharcamento, houve o aparecimento de raízes adventícias próximas e superiores ao nível da água no porta-enxerto IAC 572 'Jales' (Figura 8). De acordo com Kramer e Boyer (1995), o crescimento de raízes adventícias sugere a presença de etileno. E Streigler et al. (1993) diz que a formação de raízes adventícias é uma mecanismo de superação do encharcamento em muitas espécies.

Após a realização de todas as medições fisiológicas e biometrias, os porta-enxertos foram cortados e separados em folhas e raízes. Foi observada a diferença entre as raízes das plantas sem encharcamento (SE) e as raízes das

plantas com os tratamentos de 15 dias de encharcamento (T15). As plantas T15 apresentaram raízes escuras que se destacavam com facilidade, enquanto que as plantas SE possuíam cores claras e firmes (Figura 16). Essa coloração escura indica a morte das raízes. Todos os porta-enxertos apresentaram essas características. Em consequência, houve uma redução da matéria seca (Figura 9). Mesmo as plantas produzindo raízes adventícias houve a redução significativa da matéria seca.



Figura 16. Raízes da planta sem encharcamento (SE) e da planta com 15 dias de encharcamento (T15) respectivamente.

A taxa de respiração e o metabolismo das raízes são atingidos mesmo antes do O_2 ser esgotado. Essa morte celular das raízes é ocasionada pelo aumento do pH no citoplasma da célula causado pela fermentação do ácido lático provocado pela respiração anaeróbica e pela saída gradual dos prótons do vacúolo para o citoplasma (Taiz e Zeiger, 2004).

A parte aérea é diretamente influenciada pelas raízes. Quando estas estão saudáveis, com água e nutrientes minerais disponíveis, em um solo adequado, a parte aérea responderá com todo o seu potencial. Porém, quando as raízes estão sofrendo algum estresse e/ou dano, as folhas responderam rapidamente com diminuição da fotossíntese, condutância estomática, transpiração e com sintomas físicos como murcha, amarelecimento e morte.

Na análise de variância dos atributos fisiológicos das plantas sem encharcamento (SE) e as plantas com 15 dias de encharcamento (T15), através do teste F são apresentados os níveis de significância, resíduo e os coeficientes de variação (Tabela 13). Houve efeito significativo para genótipo nos parâmetros transpiração (E) e déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}), para período nos parâmetros taxa fotossintética (A_n), condutância estomática (g_s) e dióxido de carbono interno (CO_2_{int}), e para data em todos os parâmetros exceto CO_2_{int} . Somente houve interação entre período – data par ao parâmetro E. Nas demais variações e parâmetros não houve efeito de significância.

Tabela 13. Valores de F, níveis de significância, resíduo e coeficientes de rendimento de variações fisiológicas avaliadas: fluxo de fótons fotossintético (FFF); taxa fotossintética líquida (A_n); condutância estomática (g_s); transpiração (E); dióxido de carbono interno (CO_2_{int}) e déficit de pressão de vapor folha-ar (DPV_{fa}) das plantas controle (T0) e T15 durante os 15 dias de encharcamento

Fonte de Variação	FFF	A_n	g_s	E	CO_2_{int}	DPV_{fa}
Bloco	21,33 *	1,65 ^{ns}	1,14 ^{ns}	3,32 *	1,23 ^{ns}	42,87 *
Genótipo	0,32 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,65 ^{ns}	3,17 *	0,09 ^{ns}	3,82 *
Período	0,18 ^{ns}	6,12 *	6,01 *	6,90 ^{ns}	7,79 *	0,39 ^{ns}
Data	6,57 *	11,43 *	32,92 *	46,07 *	2,46 ^{ns}	23,63 *
Genótipo*Período	0,84 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Genótipo*Data	0,20 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,54 ^{ns}
Período*Data	0,55 ^{ns}	2,71 ^{ns}	2,29 ^{ns}	3,11 *	0,15 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Genótipo*Período*Data	0,09 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Resíduo	163,69	3,25	0,89	2,50	12,43	0,32
CV(%)	47,24	48,13	40,62	33,00	3,41	7,99

OBS.: Os níveis de significância são indicados por: * = $P < 0,05$ e ^{ns} não significativo

A taxa fotossintética líquida (A_n) apresentou variação entre as plantas SE e as plantas T15, e entre os dias de encharcamento. Na avaliação das plantas sem

encharcamento (SE) e as plantas T15 durante os 15 dias de encharcamento (Figura 17 e Tabela 14), os porta-enxertos IAC 571-6 e 572 em T15 apresentaram maior queda taxa fotossintética no 9º dia de encharcamento, 2,14 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 2,68 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectivamente, ocasionado pela alta taxa luminosa apresentada nesse dia de avaliação (Figura 19 e Tabela 16) de 525,20 $\mu\text{mol m}^{-2}$ e 501,20 $\mu\text{mol m}^{-2}$ respectivamente. O porta-enxerto IAC 572 em T15 apresentou a maior queda na taxa fotossintética líquida durante o período de encharcamento comparado com os demais genótipos.

As plantas SE tiveram queda na taxa fotossintética devido a alta taxa de umidade relativa (UR%) apresentada entre e nos dias de avaliação (Figura 1). A UR% alta faz com que haja fluxo de água entre a folha e o ar, o que acarreta em menor entrada de dióxido de carbono (CO_2) pelos estômatos. O CO_2 um elemento essencial para a fotossíntese. Em menor quantidade, menor será a taxa fotossintética da folha.

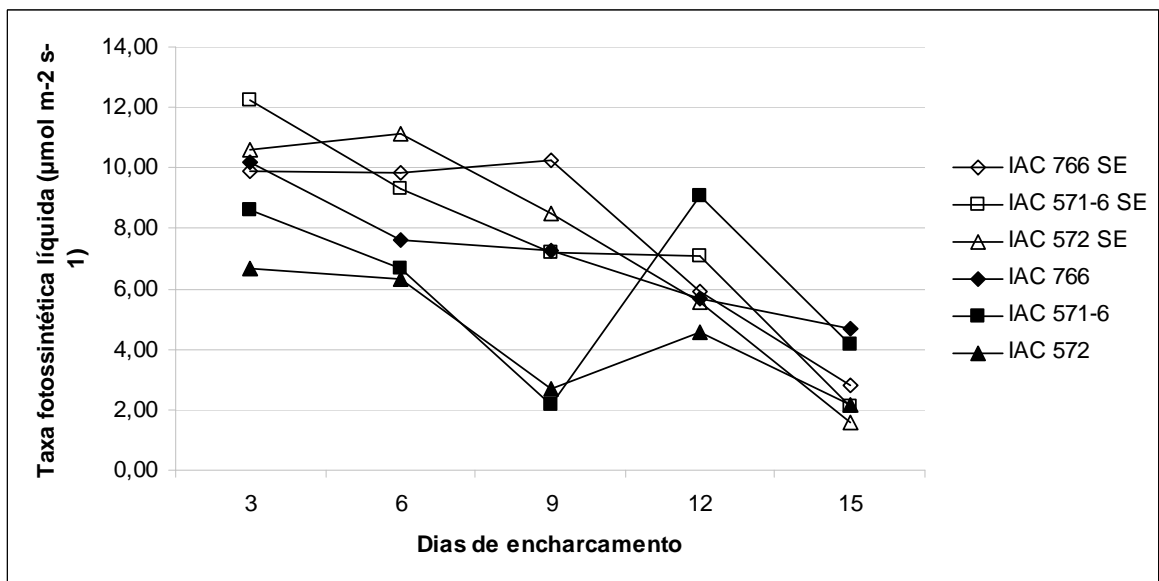


Figura 17. Taxa fotossintética líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (A_n) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Tabela 14. Média da variável fisiológica taxa fotossintética líquida (A_n) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Dias de encharcamento	Tratamento	IAC 766		IAC 571-6		IAC 572	
3	SE	9,88	a	12,22	a	10,62	a
	T15	10,22	a	8,63	a	6,70	a
6	SE	9,83	a	9,33	ab	11,11	a
	T15	7,59	a	6,68	a	6,31	a
9	SE	10,24	a	7,21	ab	8,50	ab
	T15	7,28	a	2,14	a	2,68	a
12	SE	5,90	a	7,06	ab	5,59	ab
	T15	5,66	a	9,09	a	4,54	a
15	SE	2,79	a	2,13	b	1,56	b
	T15	4,67	a	4,17	a	2,17	a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Para as plantas T15 a redução foi devido ao período prolongado de exposição ao encharcamento. A hipoxia causa uma redução do conteúdo de O_2 celular que é particularmente severo devido à baixa taxa fotossintética líquida. Isso provoca uma necessidade de produção de ATP e regeneração do NAD^+ através da respiração anaeróbica (Bailey-Serres e Voesenek, 2008). Além do acúmulo de substâncias tóxicas provenientes da respiração anaeróbica causando morte das raízes (Kramer e Boyer 1995), ocorre a diminuição da absorção de água, o que afeta diretamente a fotossíntese.

Semelhante a A_n a condutância estomática (g_s) apresentou variação significativa entre os períodos e as datas de avaliação. As plantas SE e T15 (Figura 18 e Tabela 15) apresentaram altos valores no 9º dia de encharcamento e as maiores quedas no 15º dia. Esse aumento foi devido ao alto FFF apresentado neste dia. Já a queda ocorreu devido aos danos acarretados pelo encharcamento às raízes para as plantas T15. Nas plantas SE, a queda teve o mesmo motivo da A_n .

Os maiores valores de g_s possibilitam maior troca gasosa pelos estômatos, o que aumentaria a quantidade de CO_2 na folha. Também influencia na capacidade de transpiração (E) da folha, ou seja, quanto maior os valores de g_s , maiores serão os valores de E, maior será a capacidade de resfriamento das folhas, consecutivamente aumentando o fluxo de água e nutrientes (Peçanha,

2002). Como mostra a Figura 20, há aumento da E no 9º dia de encharcamento, o que ocorre com a g_s .

Bradford e Hsiao (1982) dizem que o fechamento estomático é uma das primeiras respostas do ramo ao encharcamento. Taiz e Zeiger (2004) dizem que devido ao período prolongado de hipoxia podem estimular a produção de ácido abscísico (ABA) e seu movimento às folhas. Mas uma produção excedente de ABA pelas folhas mais velhas é que induzem ao fechamento estomático, o que acarreta em murcha das folhas. A murcha foi um dos sintomas apresentados pelas plantas encharcadas (Figura 7).

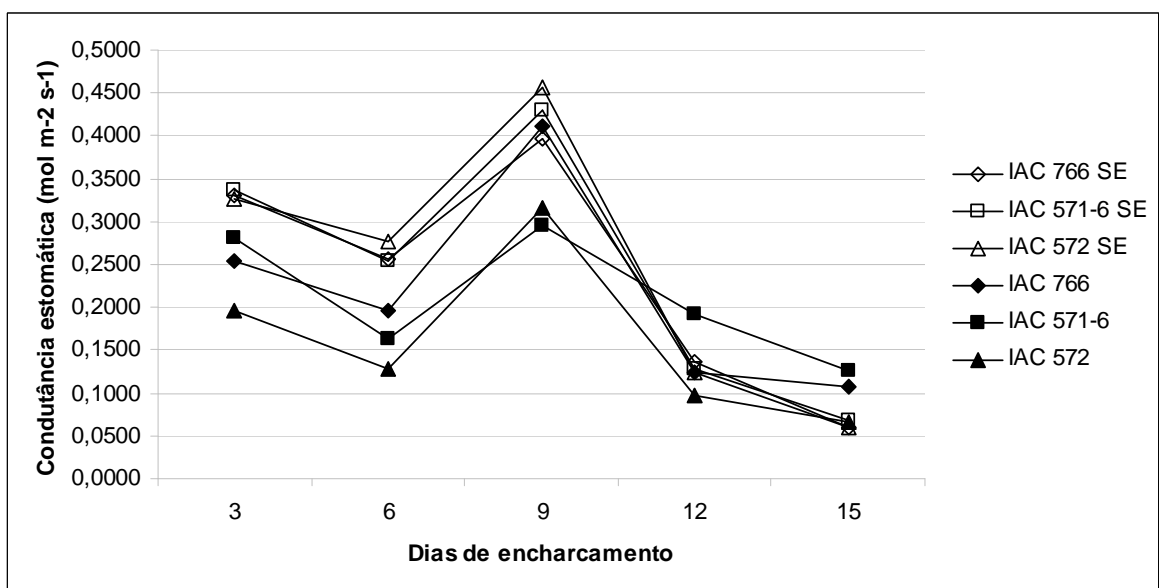


Figura 18. Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (g_s) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Tabela 15. Média da variável fisiológica condutância estomática (g_s) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Dias de encharcamento	Tratamento	IAC 766	IAC 571-6	IAC 572
3	SE	0,3315 ab	0,3366 a	0,3275 ab
	T15	0,2534 ab	0,2806 a	0,1954 ab
6	SE	0,2554 abc	0,2545 ab	0,2759 ab
	T15	0,1970 b	0,1622 a	0,1273 ab
9	SE	0,3964 a	0,4305 a	0,4574 a
	T15	0,4110 a	0,2690 a	0,3151 a
12	SE	0,1355 bc	0,1291 b	0,1242 bc
	T15	0,1238 b	0,1923 a	0,0967 b
15	SE	0,0397 c	0,0681 b	0,0608 c
	T15	0,1072 b	0,1263 a	0,0662 a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Houve diferença significativa do fluxo de fótons fotossintético (FFF) entre os dias de avaliação. Para as plantas SE e T15 (Figura 19 e Tabela 16), o FFF foi maior no 9º dia de encharcamento, o que ocasionou maiores valores de g_s e E. O maior valor foi do IAC 571 T15 de $525,2 \mu\text{mol m}^{-2}$, e o menor valor foi IAC 572 T15 no 6º dia de encharcamento com $186,3 \mu\text{mol m}^{-2}$.

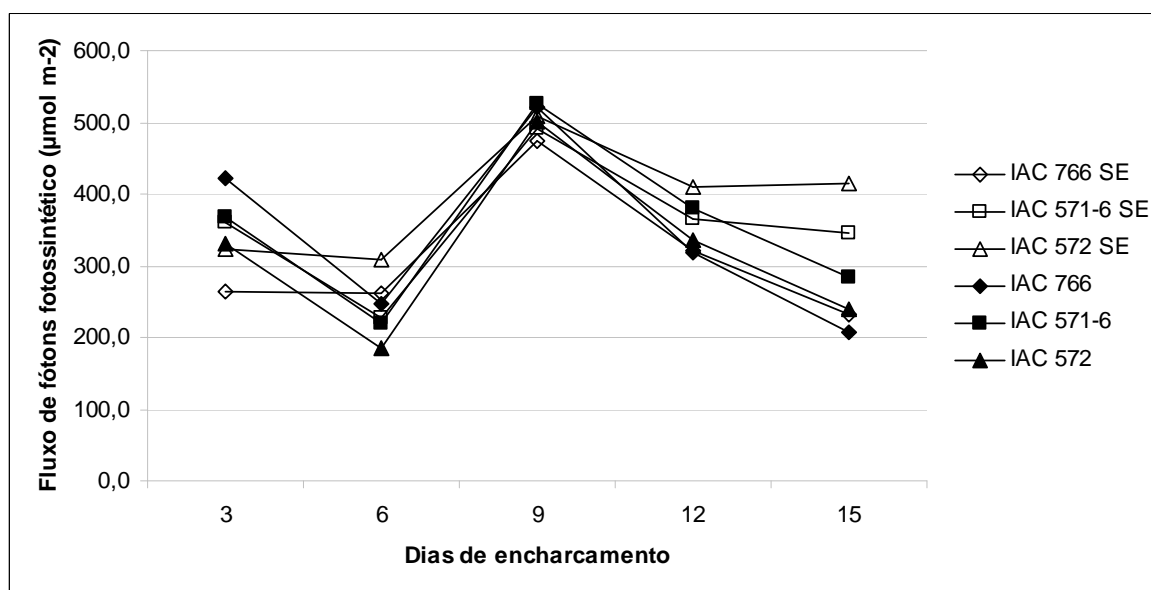


Figura 19. Fluxo de fótons fotossintético ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (FFF) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Tabela 16. Média da variável fisiológica fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Dias de encharcamento	Tratamento	IAC 766		IAC 571-6		IAC 572	
3	T0	264,1	a	361,3	a	324,0	a
	T15	423,0	a	367,2	a	330,3	a
6	T0	261,6	a	227,1	a	309,3	a
	T15	246,3	a	219,9	a	186,3	a
9	T0	473,2	a	490,2	a	508,4	a
	T15	521,3	a	525,2	a	501,2	a
12	T0	321,2	a	364,2	a	410,0	a
	T15	317,4	a	380,9	a	336,8	a
15	T0	232,1	a	346,3	a	414,0	a
	T15	208,6	a	284,2	a	239,6	a

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Stevens e Prior (1994) disseram que mesmo com a luminosidade alta, plantas que estão sofrendo estresse de excesso de água há uma diminuição da fotossíntese e da condutância estomática.

Carvalho (2002) e Kramer e Boyer (1995) dizem que a diminuição da absorção de água devido aos danos ocasionados às raízes e a dificuldade em absorver água devido à resistência provocada pelo excesso de água no solo reduzem a quantidade de água translocada às folhas. As folhas perdem água pela transpiração (E) para a regulação da temperatura. Assim as folhas precisam ser constantemente supridas pelo fluxo de água através do xilema. Com a diminuição desse fluxo, não há água suficiente para manter a turgescência da folhas, acarretando em murcha. Isso ocorreu com o porta-enxerto IAC 572 'Jales' nas plantas T15, como mostra a Figura 7 e a Figura 20.

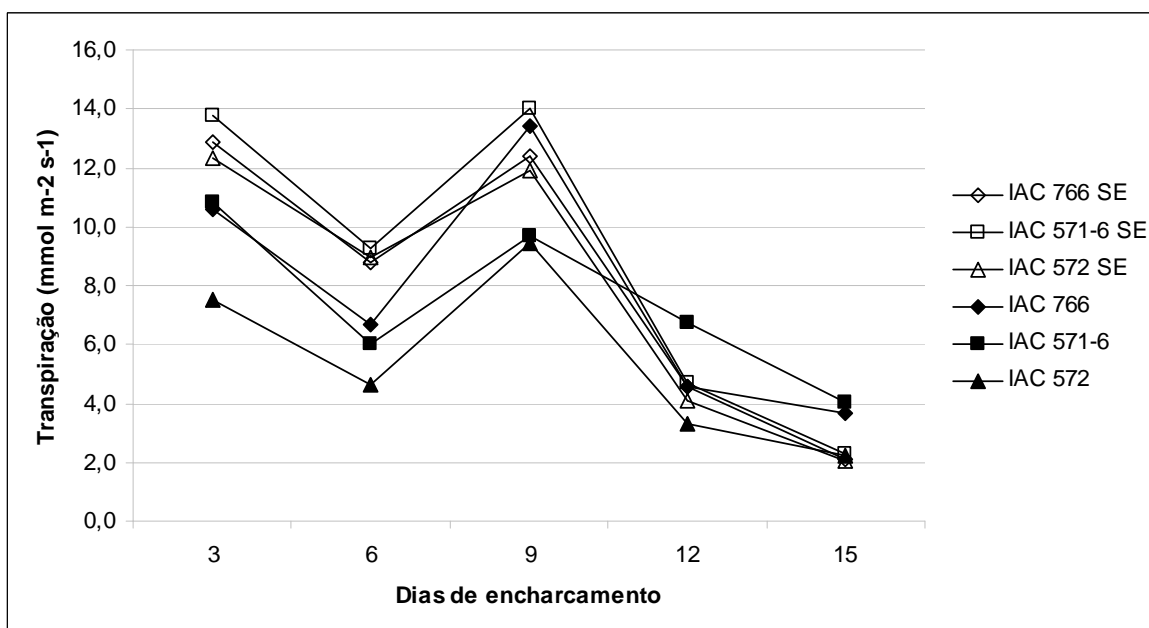


Figura 20. Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (E) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Tabela 17. Média da variável fisiológica transpiração (E) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Dias de encharcamento	Tratamento	IAC 766		IAC 571-6		IAC 572	
3	T0	12,9	a	13,8	a	12,3	a
	T15	10,6	ab	10,8	a	7,5	ab
6	T0	8,8	ab	9,2	a	8,9	a
	T15	6,7	bc	6,0	ab	4,6	ab
9	T0	12,4	a	14,0	a	11,9	a
	T15	13,4	a	9,7	ab	9,4	a
12	T0	4,6	bc	4,7	bc	4,1	bc
	T15	4,6	c	6,7	ab	3,3	b
15	T0	2,1	c	2,3	c	2,1	c
	T15	3,7	c	4,0	a	2,2	b

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Quando as folhas não são suficientemente supridas de água, os estômatos são fechados. Devido a isso, há um superaquecimento das folhas pela restrição da transpiração. O superaquecimento causa estresse de calor, afetando a fotossíntese e prejudicando a função da membrana e a estabilidade protéica (Taiz e Zeiger, 2004).

O déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) apresentou variação significativa para genótipo e data. O maior DPV_{fa} ocorre no 3º dia de encharcamento, pois as plantas ainda não estão sofrendo os efeitos do encharcamento, tendo um fechamento estomático uniforme. A queda, provavelmente, deve-se aos danos no sistema fisiológico provocado pelo déficit hídrico induzido pelo período de encharcamento.

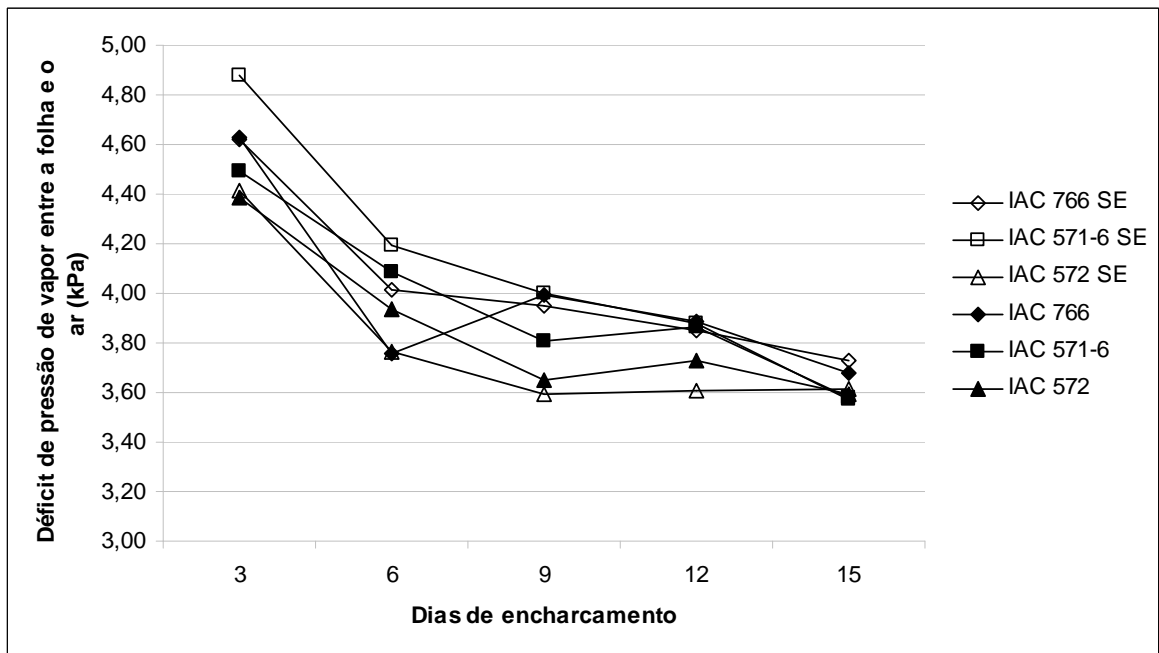


Figura 21. Déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (kPa) (DPV_{fa}) das plantas sem encharcamento (SE) e das plantas encharcadas durante 15 dias.

Tabela 18. Média da variável fisiológica déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}) em resultado dos porta-enxertos avaliados e dias de encharcamento.

Dias de encharcamento	Tratamento	IAC 766		IAC 571-6		IAC 572	
3	T0	4,62	a	4,88	a	4,41	a
	T15	4,63	a	4,49	a	4,39	a
6	T0	4,01	ab	4,19	ab	3,77	ab
	T15	3,76	b	4,08	ab	3,93	ab
9	T0	3,95	ab	4,00	b	3,59	b
	T15	3,99	ab	3,81	ab	3,65	b
12	T0	3,85	b	3,88	b	3,61	b
	T15	3,89	b	3,87	ab	3,73	ab
15	T0	3,73	b	3,57	b	3,62	b
	T15	3,68	b	3,58	b	3,59	b

OBS.: Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si; nível de significância de $P > 0,05$.

Com uma menor absorção de água pelas raízes, o há uma diminuição da quantidade de água nas folhas, o que acarreta uma diminuição do potencial hídrico. Com diferença em a concentração de água dentro da folha é maior que do ambiente, há a saída de vapor de água da folha. Mas quando essa concentração é igual isso não ocorre. Como mostra a Figura 20 e n a Figura 21, há uma queda nessa saída principalmente nas duas últimas avaliações. Isso se deve quantidade insuficiente de água existente no espaço interno da folha. Também se deve a alta umidade relativa do ar (UR%) que aconteceu durante esse período de encharcamento (Figura 1). Com isso há uma queda na E e na DPV_{fa} .

5 . RESUMO E CONCLUSÃO

As raízes são responsáveis pela fixação da planta ao solo, absorção de água e nutrientes minerais, sintetizar de hormônios essenciais à parte aérea e via de fluxo de água e demais substância através dos vasos xilemáticos. Os ramos são responsáveis pela fixação de carbono através da fotossíntese, regulação da temperatura da planta, sintetizar açúcares, carboidratos e hormônios essenciais a planta, e via de transporte de seiva pelos vasos do floema. Quando as raízes sofrem algum estresse, a parte aérea é diretamente afetada pelos danos.

O encharcamento é o estresse de excesso de água no solo, que causa hipoxia, ou seja, baixa quantidade de oxigênio (O_2) no solo. As raízes obtêm O_2 diretamente do solo para a respiração aeróbica. Quando há esse excesso de água, os poros são preenchidos pela água e o O_2 é bloqueado. A hipoxia faz com que as raízes realizem respiração anaeróbica, produzindo substâncias tóxicas às células, como aldeídos, ácidos orgânicos e álcool, provocando morte celular.

O encharcamento alterou o crescimento e a fisiologia dos porta-enxertos avaliados neste experimento. Genótipos e período de encharcamento foram importantes fatores na determinação da severidade das injúrias provocadas pelo encharcamento.

No experimento, o período de encharcamento afetou o crescimento dos ramos a partir do 3º dia, agravando-se com o prolongamento do estresse. Afetou

diretamente a matéria seca das raízes (devido à morte das raízes) e a matéria seca das folhas. A diminuição da absorção de água e de nutrientes afetou as torças gasosas das folhas, o que acarretou na queda de aquisição de carbono, diminuindo a produção de seiva nutritiva necessária para o crescimento. Também afetou a pressão de turgescência que é diretamente relacionada com a quantidade de água absorvida pelas raízes.

O porta-enxerto IAC 572 foi o único que apresentou regeneração das raízes adventícias, mas isto não lhe conferiu melhoras na tolerância ao encharcamento. Em algumas espécies, a produção dessas raízes é um sistema de sobrevivência para suportar o período de hipoxia.

Com danos severos nas raízes, a parte aérea apresentou sintomas físicos e fisiológicos. O porta-enxerto IAC 572 'Jales', apesar de ser vigoroso, mostrou ser o mais sensível ao encharcamento. As injúrias apareceram logo após o 3º dia de encharcamento, enquanto que nos porta-enxertos IAC 766 'Campinas' e no IAC 571 'Jundiaí' apareceram no 9º e 6º dias respectivamente. Os sintomas observados foram: manchas vermelhas, clorose, murcha das ponteiros, necrose e morte das ponteiros, necrose pontual e laminar nas folhas, encarquilhamento, queda das folhas e morte das raízes.

Com menor permeabilidade das raízes, há menor disponibilidade de água na planta. Isso acarreta em fechamento estomático, diminuindo a fotossíntese (A_n), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (DPV_{fa}).

As altas incidências do fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) influencia nos altos índices de condutância estomática (g_s) e transpiração (E). Porém, mesmo tendo valores altos de FFF nos 15 dias de encharcamento, a queda dessas variáveis e da taxa fotossintética líquida foi devida aos danos apresentados no sistema radicular.

Houve variação significativa entre os parâmetros avaliados. O porta-enxerto IAC 572 'Jales' apresentou ser o mais sensível ao encharcamento do que os demais genótipos por apresentar os menores valores de A_n , g_s , E e DPV_{fa} .

Ainda há a necessidade de maiores estudos sobre estes genótipos e acrescentar outros genótipos nas avaliações, como 'Ripária do Traviú' e o '420 A'. Também se devem estudar os porta-enxertos enxertados com as variedades produtoras para conhecer os efeitos da hipoxia e se há influência na tolerância, O

encharcamento em solos agrícolas é transitório. A habilidade para manter o crescimento e a fotossíntese durante este período poderia provavelmente resultar em melhor produtividade e/ou composição dos frutos.

Alguns autores afirmaram que devido à menor permeabilidade das raízes à água há um decréscimo no potencial hídrico das folhas, acarretando a murcha. Isso estimula a produção de ácido abscísico (ABA) e seu movimento às folhas. O ABA estimula o fechamento estomático, promovendo queda na taxa fotossintética (A_n), condutância estomática (g_s) e transpiração (E). Com isso, deve-se realizar um estudo para que se saiba se este hormônio afeta diretamente nas trocas gasosas das folhas, podendo levar a injúrias mais severas.

A absorção de nutrientes minerais também é afetada pelo encharcamento. Alguns experimentos mostraram que há uma diferença de concentração de nutrientes minerais entre a planta e o solo. Deve ser realizado um estudo sobre esses e outros genótipos de porta-enxerto e de plantas enxertadas, distinguindo os efeitos acarretados pelo encharcamento.

6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, F. (2005). O sucesso da viticultura no Brasil. *Atualidades Agrícolas*, BASF, São Bernardo do Campo, p.6.

BAILEY-SERRES, J.; VOESENEK, L.A.C.J. (2008). Flooding Stress: Acclimations and genetic diversity. *Annual Review of Plant Biology*. 59:313 – 339: <http://www.plant.annualreviews.org/10.1146/annurev.arplant.59.03607.092752.pdf> em 07/04/2008 página mantida pela The Annual Reviews of Plant Biology.

BARRETT-LENNARD, E.G. (2003). The interaction between waterlogging and salinity in higher plants: causes, consequences and implications. *Plant and Soil*, 253 (1): 35 – 54.

BARROS, J.C.S.M.; POMMER, C.V.; PASSOS, I.R.S.; TERRA, M.M.; SABINO, J.C.; RIBEIRO, I.J.A.; PIRES, E.J.P. (1996). Avaliação da capacidade de enraizamento e desenvolvimento vegetativo de genótipos de videira para porta-enxertos. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 53: 2 – 3.

BOTTON, M.; RINGENBERG, R.; ZANARDI, O.Z. (2004). Controle químico da forma galícola da filoxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Phylloxeridae) na cultura da videira. *Ciência Rural*: Santa Maria, 34 (5): 1327-1331.

BRANDFORD, K.J.; HSIAO, T.C. (1982). Stomatal behavior and water relations of waterlogged tomato plants. *Plant Physiology*, 70: 1508 – 1513.

BRUNINI, O. (2008). Impacto das chuvas de 5 a 14 de março de 2008: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Chuvas/index.htm em 07/04/2008 página mantida pela Infobibos.

CARVALHO, C.J.R.; ISHIDA, F.Y. (2002). Respostas de pupunheiras (*Bractis gaipaes* Kunth) jovens ao alagamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37 (9): 1231 – 1237.

CAVALCANTE, H. (2008). Plantação de uva é inundada: <http://www.diariodonordeste.globo.com/index.asp> em 29/04/2009 página mantida pelo Diário do Nordeste.

CRUZ, C. D. Programa genes: biometria. Viçosa: UFV, 2006. v. 1, 382 p.

DÍAZ-ÁLVAREZ, J.R.; LAUREANO, O.; PROTAS, J.F.S.; CAMARGO, U.A.; MELO, L.M.R. (2003). A viticultura nos países Ibero-americanos: impacto econômico, social e técnico-científico. A viticultura brasileira: realidade e perspectivas. *Rede ibero-americana de viticultura*, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, p. 49 – 50.

FERREIRA, M.A.; JÚNIOR, M.J.P.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L.; (2004). Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira ‘Cabernet Sauvignon’ sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. *Bragantia*, Campinas, 63 (3): 439 – 445.

FERREYRA, R.; SELLES, G.; SILVA, H.; AHUMADA, R.; MUÑOZ, I.; MUÑOZ, V. (2006). Efeito del água aplicada em lãs relaiones hídricas y productividad da la vid 'Crimson Seedles'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41 (7): 1109 – 1118.

GIOVANNINI, E. (1999). Produção de uvas: para vinho, suco e mesa. *Renascença*, Porto Alegre.

IBGE (2007). Produção Agrícola Mundial 2006. Petrolina assume liderança na produção de uvas: http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticias_impresao.php?id_noticia=998 em 11/02/2007 página mantida pelo IBGE.

ISHII, T.; KADOYA, K. (1984). Ethylene evolution from organit materials applied to soil and its relation to the growth of grapevines. *Journal Japan Society Horticulture Science*, Japan, 53 (2): 157 – 167.

KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. (1995). Water Relations of Plants and Soils. *Academic Press*, California, p. 115 – 315.

LEME, P.C. (2001). As raízes finas das videiras. Ficha Técnica 98. *Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas*. Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho. Ed. Div. Doc. Inf. E Relações Públicas.

LEUDO, A. (2007). Volume do Paraíba cresceu nos últimos quatro anos. Monitor Campista: http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/ASCOM_3777_116854133.pdf em 25/01/2008 página mantida pela UENF.

MARIN, F. (2008). Excesso de chuva encarece hortaliças. *Jornal o Estado de São Paulo*: http://www.estadao.com.br/suplementos/not_sup123784,0.htm em 21/03/2008 página mantida pelo Estadão.

MASSAROLO, J.L. (2004). Chuva alaga sertão nordestino: <http://asn.interjornal.com.br/noticia.kmf?noticia=1605769&canal=40> em 22/03/2008 página mantida pela Agência Sebrae de Notícias - Sebrae.

MELLO, L.M.R (2007). Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial – panorama 2006: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos> em 01/02/2007 página mantida pela EMBRAPA.

OKAMOTO, G.; UEKI, K.; IMAI, T.; HIRANO, K. (2004). A comparative study of drought and excess-water tolerance in *Vitis coignetiae* and several table grapes grown in Japan. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University, Japan*, v. 93, p. 39 – 43.

PAULETTO, D.; FILHO, F.A.M.; KLUGE, R.A.; FILHO, J.A.S. (2001). Efeito do porta-enxerto na qualidade do cacho da videira Niágara Rosada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36 (7): 935 – 939.

PAVAN, C. (2005). Viticultura de qualidade. *Atualidades Agrícolas*, BASF, São Bernardo do Campo, p. 8 – 9.

PEÇANHA, A.L. (2007). Biometria, relações hídricas e trocas gasosas do coqueiro anão verde em função da compactação, lâmina de irrigação e classe de solo. Dissertação de Mestrado – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, p. 52 - 58.

PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P. (2003). Técnicas de Cultivo. In: POMMER, C.V. (2003). *Uva: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado*. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, p. 359.

POMMER, C.V.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P. (2003). Cultivares, melhoramento e fisiologia. In: POMMER, C.V. (2003). *Uva: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado*. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, p. 109 - 115.

PRIOR, I.D.; GREIVE, A.M.; CULLINS, B.R. (1992a). Sodium chloride and soil texture interactions in irrigate field growth Sultana grapes. I. Yield and Fruit Quality. *Australian Journal Agricultural Research*, 43: 1051 – 1066.

PRIOR, I.D.; GREIVE, A.M.; CULLINS, B.R. (1992b). Sodium chloride and soil texture interactions in irrigate field growth Sultana grapes. II. Plant mineral content, growth and physiology. *Australian Journal Agricultural Research*, 43: 1067 – 1083.

PROTAS, J.F.S.; CAMARGO, U.A.; MELO, L.M.R. (2002). Viticultura e Enologia: atualizando conceitos. Viticultura Brasileira: realidade e perspectiva. *1º Simpósio Mineiro de Viticultura*, EPAMIG _FEDEC, Caldas, p. 17.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; PIRES, E.J.P. (2003). A videira. In: POMMER, C.V. (2003). *Uva: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado*. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, p. 46-50.

ROCHA, A.A.L.; BRITTO, W.S.F. (2007). Assentamento São José do Vale – Produção e gestão da uva irrigada. VII Congresso Brasileiro de Sistemas de Produção: http://www.cnpat.embrapa.br/sbsp/anais/Trab_Format_PDF/148.pdf em 01-02-2008 página mantida pela EMBRAPA.

Secretaria de Saúde e Defesa Civil (2008). Situações emergenciais de enchentes – 2008 – Revisão do Material “Situações emergenciais de enchentes _ 2006/2007”. Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro – Secretaria de Atenção à Saúde, Superintendência de Vigilância em Saúde: <http://www.saude.rj.gov.br/Acoes/Situações%20Emergenciais%20de%20Enchentes%20-%202008.pdf> em 1/02/2008.

SORIA, S. J.; DAL CONTE, A. F. (2005). Circular Técnico 63: Biotecnologia e controle das pragas da videira. EMBRAPA: Bento Gonçalves, p.4: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/cir063.pdf> em 15-08-2009 página mantida pela EMBRAPA.

SOUSA, J. S. I. (1996). Uvas do Brasil. *FEALQ*, Piracicaba, v. 1.

SOUZA, C.R.; SOARES, A.M.; REGINA, M.A. (2001). Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos submetidos à deficiência hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36 (10): 1221 – 1230.

STEVENS, R.M.; HARVEY, G. (1995). Effects of waterlogging, rootstock and salinity on Na, Cl and K concentrations of the leaf and root, and shoot growth of potted Sultana grapevines. *Australian Journal Agricultural Research*, 46 (3): 541 – 551.

STEVENS, R.M.; HARVEY, G.; JOHNS, R.E. (1999). Waterlogging reduces shoot growth and bud fruitfulness in pot-grown grapevines with a split-root system. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 5: 99–103.

STEVENS, R.M.; PRIOR, L.D. (1994). The effect of transient waterlogging on the growth, leaf gas exchange, and mineral composition of potted Sultana grapevines. *American Journal Enology and Viticulture*, 45 (3): 285 – 290.

STREIGLER, R.K.; HOWELL, G.S.; FLORE, J.A. (1993). Influence of rootstock on the response of Sultana grapevines to flooding stress. *American Journal Enology and Viticulture*, 44 (3): 313 – 319.

TAIZ, L.; ZEIGER, R. (2004). Fisiologia do Estresse. *In: Fisiologia Vegetal*. 3ª ed., Porto Alegre: Editora Artmed, p. 613 – 642.

TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P.; COELHO, S.M.B.M.; PASSOS, I.R.S.; SANTOS, R.R.; POMMER, C.V.; SILVA, A.C.P.; RIBEIRO, I.J.A. (1990a). Porta-enxertos para o cultivar Máximo IAC 138-22 de uvas de vinho em Monte Alegre do Sul, SP. *Bragantia*, Campinas, 49 (2): 363 – 369.

TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P.; PETTINELLI JR., A.; POMMER, C.V.; SABINO, J.C.; PASSOS, I.R.S.; COELHO, S.M.B.M.; SILVA, A.C.P.; RIBEIRO, I.J.A. (1990b). Produtividade de cultivares IAC de uvas para vinho como produtores diretos e sobre diferentes porta-enxertos. *Bragantia*, Campinas, 49 (2): 345 – 362.

VIANA, A.P.; BRUCKNER, C.H.; MARTINEZ.; H.E.P.; HUAMAN, C.A.M.; MOSQUIM, P.R.; (2001). Características fisiológicas de porta-enxertos de videira em solução salina. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 58 (1): 139 – 143.

VIDAL, N. W.; VIDAL, M. R. R. (2000). Botânica – organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. Ver. Ampl., Viçosa: UFV, 4ª ed.

VILELA,D.; ARAÚJO, P.M.M.; ZANETI, H.; PROTAS, J.F.S.; PAVIANI, C.R. (2006). Contribuição das câmaras públicas e privadas para o agronegócio. Câmara setorial produtiva da viticultura, vinhos e derivados. *Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento*, Brasília, p. 57 – 69.

WATANABE, M.A. (2001). Quem é esse tal pulgão. *Revista Cultivar Hortaliças e frutas*, Edição 07, 32p.: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=273> me 20-09-2009 página mantida pelo Grupo Cultivar.