

LUCIANA FREITAS DE MEDEIROS MENDONÇA

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA AO
ENCHARCAMENTO**

MOSSORÓ-RN

2012

LUCIANA FREITAS DE MEDEIROS MENDONÇA

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA AO
ENCHARCAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido, como parte
das exigências para obtenção do grau de
Mestre em Ciências, em Fitotecnia.

ORIENTADOR:
Prof. DSc. CELSO V. POMMER

MOSSORÓ - RN
2012

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

M539t Mendonça, Luciana Freitas de Medeiros.

Tolerância de porta-enxertos de videira ao encharcamento. / Luciana Freitas de Medeiros Mendonça. -- Mossoró, 2012.

84 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Área de
Concentração: Etnoconhecimento, caracterização e propagação
de plantas – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Profº. Dr. Celso Valdevino Pommer .

1. Videira. 2. Vitis spp. 3. Água. 4. Estresse. I. Título.

CDD: 582.18

Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa
CRB15/453

LUCIANA FREITAS DE MEDEIROS MENDONÇA

**TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA AO
ENCHARCAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido, como parte
das exigências para obtenção do grau de
Mestre em Ciências, em Fitotecnia.

APROVADA EM: 15 / 02 / 2012



Prof. Celso Valdevino Pommer – D.Sc.
Orientador



Prof. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski – D.Sc.
Conselheiro



Francisco Xavier de Souza – D.Sc.
Conselheiro

Aos meus pais (Lúcia e Medeiros) pelo empenho incessante na minha vitória, desde o começo. Ao meu esposo e companheiro V. Mendonça pela confiança em mim depositada e a Alice, minha filha amada, por ter feito ressurgir a esperança e ter renovado em mim as forças para continuar.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por andar sempre de mãos dadas comigo, abençoando minhas ações, livrando-me do mal, assistindo minhas fraquezas e, principalmente, por ser tão misericordioso e conceder-me bênçãos sem fim;

À Universidade Federal Rural do Semiárido, pela formação acadêmica e pela oportunidade de concluir o Curso de Mestrado em Fitotecnia;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

À Pós-Graduação em Fitotecnia, a todos que compõem o corpo docente, aos funcionários da secretaria e copa, os quais contribuíram para a minha formação profissional e tornaram o caminho mais agradável;

À minha filha Alice F. de M. Mendonça, por fazer nascer em mim o maior e mais puro dos amores, por ter renovado minhas esperanças, por ter abrandado meu coração e ter-me feito perceber o quão maravilhosa a vida pode ser. Já te amo mais que tudo na vida;

Aos meus pais, Ildefonso Medeiros e Lúcia Medeiros, por terem sido tão perfeitos e dedicados na minha educação, que por muitas vezes frustraram seus sonhos em favor dos meus, por terem estado comigo nos momentos mais difíceis, sem titubear e, principalmente, por acreditarem no meu sucesso;

A Mendonça, meu esposo, pela cumplicidade, por acreditar em mim mais, muito mais, que eu mesma, por rir e sofrer comigo, além de enxugar meu imaturo pranto. Por ter o maior coração do mundo, me fazer feliz e me conceder a família mais linda do mundo;

Aos familiares mais próximos, principalmente Aninha, Lucas, Leila e Angeliny por sempre estarem presentes na minha vida, quais sejam os momentos;

Ao prof. Celso Pommer, pela valiosa orientação, por ter acrescentado muito em minha formação profissional e, principalmente, pelo bom humor diário, fazendo-me perceber que a vida pode ser bem mais fácil, conforme a encaramos;

Ao prof. Jeferson Dombroski, não somente pela contribuição neste experimento, mas também por ter me iniciado na pesquisa desde a graduação, me fazendo tomar gosto pela Agronomia, além da sua pronta amizade desde então;

Ao prof. Vander Mendonça por ter acreditado na minha capacidade e me concedido a oportunidade de ser bolsista de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq, alavancando meu início de carreira na pesquisa, tornando mais concreto meu sonho de pós-graduação;

Aos membros da banca examinadora, Dr. Francisco Xavier de Souza (EMBRAPA) e Prof. Jeferson Dombroski (UFERSA), pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho;

Aos meus grandes e eternos amigos, Kísia Melo, Poliana Freitas, Mickaell Medeiros e Michell Medeiros, não só por poder dividir os maus momentos, mas principalmente por fazer destes, bons momentos;

À Grazianny Leite pela ótima companhia e parceria durante o mestrado, pelo companheirismo, principalmente no trabalho pesado, pela amizade, pelas boas risadas, pela torcida recíproca, por ser minha amiga de graça;

Aos colegas de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, pela amizade e convivência durante o curso de mestrado;

Ao Grupo de Pesquisa em Fruticultura, em especial a Poliana Freitas, Grazianny Leite, Priscilla Medeiros, Ylana Paula, Mauro Tosta, Eduardo Castro, Lydio Luciano, João Paulo Almeida e Joacy Fonseca, pelo trabalho em conjunto, pelas brincadeiras, pela amizade, por todos os momentos que passamos juntos durante esse tempo.

Aos alunos do grupo de pesquisa em Fisiologia Vegetal, especialmente Rômulo e Raul, pela importante ajuda nas avaliações deste trabalho;

A Sr. João, funcionário da UFERSA pela ajuda na condução do experimento e seu bom humor;

Finalmente, gostaria de agradecer a todos (as) que direta e/ou indiretamente tornaram essa etapa do meu sonho possível, sintam-se todos (as) abraçados (as) e agradecidos (as).

BIOGRAFIA

LUCIANA FREITAS DE MEDEIROS MENDONÇA, filha de Ildefonso Medeiros Neto e Lúcia de Fátima Freitas Medeiros, nasceu em 22 de Março de 1987, em Mossoró – RN. Concluiu o Ensino Médio no Colégio Geo Garcia & Brito em Mossoró – RN, ingressou no curso de Agronomia em junho de 2005, onde foi bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/UFERSA por dois anos, em 2010 diplomou-se na Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, em Mossoró – RN. Em março do mesmo ano ingressou no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, bolsista do CNPq, também na UFERSA, concluindo em 15 de fevereiro de 2012.

Não desista
Você verá que amanhã
Você estará de pé de novo
Às vezes o mundo pode te derrubar
Mas você verá quem são seus amigos de verdade
Vamos lá, levante-se de novo
Levante-se, você vai correr de novo
A sua fé e sua paciência serão seus soldados
Que vão te guiar pelos tempos difíceis
Basta colocar um pé na frente do outro
As batalhas estão dentro da sua cabeça
Você tem o poder de enfrentar seus demônios
Não importa como eles aconteçam
E se livrar de seus medos e fraquezas
Para você poder começar a viver novamente a sua vida
Pegue a sua força de vontade e crie coragem
É hora de demonstrar, não hesite
Apenas levante-se e diga: Sim, eu consigo

Lenny Kravitz
Stand - Traduzido

RESUMO GERAL

MENDONÇA, Luciana Freitas de Medeiros. **Tolerância de porta-enxertos de videira ao encharcamento**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró – RN, 2012.

Para avaliar cultivares porta-enxertos de videira quanto à sua tolerância ao encharcamento, foi realizado o experimento na UFRSA, em 2010. O delineamento foi o de blocos ao acaso em fatorial 6 x 4, sendo seis porta-enxertos (Harmony, Paulsen 1103, Ripária do Traviú, IAC 572 'Jales', IAC 571-6 'Jundiaí' e IAC 766 'Campinas') e quatro tempos de encharcamento (0, 4, 7 e 14 dias), em quatro repetições. As estacas foram enraizadas em sacos de polietileno contendo areia e plantmax[®] (3:1 v/v) como substrato. Na ocasião da aplicação dos tratamentos os sacos foram acondicionados em caixas de poliestireno contendo água no nível do colo das plantas, com um bloco em cada caixa. A aplicação deu-se em modo de tempo invertido: no primeiro dia, encharcamento no tratamento de 14 dias; sete dias depois aquele de 7 dias; três dias depois o de 4 dias. Quatro dias depois, todas as caixas foram esvaziadas, completando o ciclo. Ao final do encharcamento, foram realizadas avaliações do potencial hídrico foliar máximo, medições de fotossíntese, transpiração, condutância estomática, concentração de CO₂ intracelular, temperatura da folha. Foram calculadas a eficiência do uso da água e a eficiência de carboxilação. A partir dos dados de umidade relativa e temperatura da cubeta, foram obtidos os valores do déficit de pressão de vapor da atmosfera. Para a determinação do teor de clorofila utilizou-se um clorofilômetro portátil. As variáveis de crescimento foram número de folhas, número de ramos, comprimento dos ramos, diâmetro dos ramos e comprimento do sistema radicular. Além disso, as plantas foram separadas e colocadas para secar em estufa a 65°C até atingir peso constante, para posterior avaliação da massa seca das folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da estaca, massa seca do sistema radicular e massa seca total em gramas. O encharcamento afetou negativamente o crescimento e a fisiologia dos genótipos porta-enxertos estudados. Genótipos e período de encharcamento foram importantes fatores na determinação da severidade dos prejuízos provocados pelo encharcamento. No experimento, o período de encharcamento afetou o crescimento dos ramos a partir do 3º dia. Afetou ainda a condutância estomática e fotossíntese a partir do 2º dia, efeito agravado com o prolongamento do estresse. A cultivar Paulsen 1103 mostrou-se mais sensível ao encharcamento, havendo quedas bruscas nos valores das análises conforme aumentou o tempo de encharcamento; a cultivar Ripária do Traviú manteve valores mais constantes no decorrer do tempo de encharcamento, podendo ser indício de tolerância a esse tipo de estresse ambiental.

Palavras Chave: *Vitis* spp, parreira, água, estresse.

GENERAL ABSTRACT

MENDONÇA, Luciana Freitas de Medeiros. **Tolerances of grapevine rootstock to waterlogging**. 2012. 87 f. Dissertation (Master in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró – RN, 2012.

To evaluate grapevine rootstock cultivars and its tolerance to waterlogging, an experiment was conducted in UFERSA in 2010. The experimental design was in a randomized blocks in 4 x 6 factorial. Six rootstocks (Harmony, 1103 Paulsen, Riparia of Traviú, IAC 572 'Jales', IAC 571-6 'Jundiaí' and IAC 766 'Campinas') and four periods of waterlogging (0, 4, 7 and 14 days) were tested in four replications. Cuttings were rooted in polyethylene bags containing sand and Plantmax® (3:1 v / v) as substrate. At the time of application of treatments, bags were placed in polystyrene boxes containing water up plants collar, with a block in each box. The application was in reversed order of time. The fourteen-day waterlogging period treatment was placed in box in the first day, seven days after that the seven-days, three days after that the four-days one. Four days later, all the boxes were emptied, completing the cycle. At the end of the waterlogging, evaluation was made for maximum leaf water potential, photosynthesis measurements, transpiration, stomatal conductance, intracellular CO₂ concentration, leaf temperature were done; water use efficiency and carboxylation efficiency were also measured. Using relative humidity and temperature data, the values of water vapor pressure deficit were obtained. For the determination of chlorophyll it was used a portable chlorophyll meter. Plant growth variables were number of leaves, number of branches, branch length, branch diameter and length of the root system. In addition, plants were separated and dried in an oven at 65 ° C until constant weight for further evaluation of the dry mass of leaves, shoots, cuttings, root mass and total dry mass. Waterlogging affected negatively the growth and physiology traits of rootstock genotypes studied. Genotypes and waterlogging time were important factors in determining the severity of injuries caused by waterlogging. Waterlogging time affected the growth of branches from the third day, just as affected stomatal conductance and photosynthesis from day 2, influence that increased with increasing stress. Cultivar Paulsen 1103 was more sensitive to waterlogging, with sudden drops in test values as the soaking time increased, while values of cultivar the Ripária of Traviú cultivar remained more constant during the waterlogging time, fact that can be considered a sign of tolerance to this type of environmental stress.

Keywords: *Vitis* spp, vine, water, stress

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para número de folhas (NF), número de ramos (NR), comprimento dos ramos (CR), diâmetro dos ramos (DR) e comprimento do sistema radicular (CSR) em função dos diferentes genótipos (Paulsen 1103, Harmony, Ripária do Traviú, IAC 572, IAC 766 e IAC 571-6) e tempos (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró. RN, 2010..... 43

TABELA 2 Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da estaca (MSEst), massa seca do sistema adicular (MSSR) e massa seca total (MST) em função dos diferentes genótipos (Paulsen 1103, Harmony, Ripária do Traviú, IAC 572, IAC 766 e IAC 571-6) e tempos (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró. RN, 2010.....44

TABELA 3 Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para o potencial hídrico, condutância estomática (g_s), fotossíntese (A), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (C_i), em função dos diferentes genótipos (Paulsen 1103, Harmony, Ripária do Traviú, IAC 572, IAC 766 e IAC 571-6) e tempos (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró. RN, 2010.....58

TABELA 4 Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para a eficiência do uso de água (E.U.A.), eficiência de carboxilação (E. C. A), déficit de pressão de vapor (DPV), temperatura foliar (T_f) e índice de clorofila (IC), em função dos diferentes genótipos (Paulsen 1103, Harmony, Ripária do Traviú, IAC 572, IAC 766 e IAC 571-6) e tempos (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró. RN, 2010.....59

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Média da temperatura do ar no período de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	35
FIGURA 2 Simulação do encharcamento em cultivares porta-enxertos de videira. Mossoró, RN, 2010.....	39
FIGURA 3 Medição do oxigênio dissolvido na água nas caixas dos tratamentos. Mossoró, RN, 2010.....	40
FIGURA 4 Número de folhas dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento, Mossoró. RN, 2010.....	45
FIGURA 5 Médias dos tratamentos para número de folhas. Mossoró, RN, 2010.....	45
FIGURA 6 Médias dos tratamentos para número de ramos. Mossoró, RN, 2010.....	47
FIGURA 7 Comprimento dos ramos dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	48
FIGURA 8 Médias dos tratamentos para comprimento dos ramos. Mossoró, RN, 2010.	49
FIGURA 9 Diâmetro dos ramos dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	50
FIGURA 10 Médias dos tratamentos para o diâmetro dos ramos. Mossoró, RN, 2010.....	51
FIGURA 11 Médias dos tratamentos para o comprimento do sistema radicular. Mossoró, RN, 2010.....	52
FIGURA 12 Raízes da planta sem encharcamento, aos 4, 7 e 14 dias de encharcamento, respectivamente, da direita para esquerda.....	53
FIGURA 13 Médias dos tratamentos para a massa seca das folhas. Mossoró, RN, 2010.....	54

FIGURA 14 Médias dos tratamentos para a massa seca da parte aérea. Mossoró, RN, 2010.....	55
FIGURA 15 Médias dos tratamentos para a massa seca do sistema radicular. Mossoró, RN, 2010.....	56
FIGURA 16 Médias dos tratamentos para a massa seca total. Mossoró, RN, 2010.....	59
FIGURA 17 Potencial hídrico foliar dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	60
FIGURA 18 Condutância estomática dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	61
FIGURA 19 Médias dos tratamentos para condutância estomática. Mossoró, RN, 2010.....	62
FIGURA 20 Fotossíntese dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	63
FIGURA 21 Médias dos tratamentos para a fotossíntese. Mossoró, RN, 2010.....	64
FIGURA 22 Transpiração dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	65
FIGURA 23 Médias dos tratamentos para transpiração. Mossoró, RN, 2010.....	66
FIGURA 24 Concentração interna de CO ₂ dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	67
FIGURA 25 Médias dos tratamentos para concentração interna de CO ₂ . Mossoró, RN, 2010.....	68
FIGURA 26 Médias dos tratamentos para eficiência do uso da água. Mossoró, RN, 2010.....	69
FIGURA 27 Eficiência de carboxilação dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	70
FIGURA 28 Médias dos tratamentos para eficiência de carboxilação. Mossoró, RN, 2010.....	71

FIGURA 29 Déficit de pressão de vapor dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	72
FIGURA 30 Médias dos tratamentos para o déficit de pressão de vapor. Mossoró, RN, 2010.	73
FIGURA 31 Temperatura foliar dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.....	74
FIGURA 32 Médias dos tratamentos para índice de clorofila. Mossoró, RN, 2010.....	75

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA AO ENCHARCAMENTO.....	10
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1. A VITICULTURA NO BRASIL.....	21
2.2. A VITICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO.....	23
2.3. USO DE CULTIVARES PORTA-ENXERTO NA VITICULTURA.....	24
2.4.RESISTÊNCIA/TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS AOS ESTRESSES BIÓTICOS E ABIÓTICOS.....	26
2.5.RESISTÊNCIA/TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS AO ENCHARCAMENTO.....	29
2.6. FISILOGIA VEGETAL DO ESTRESSE HIPÓXICO.....	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	34
3.2 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL (PORTA-ENXERTOS).....	35
3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES PORTA-ENXERTO.....	35
3.3.1 106-8 Mgt ‘Ripária do Traviú’.....	35
3.3.2 ‘Harmony’.....	36
3.3.3 Paulsen 1103 (1103P).....	36
3.3.4 IAC 571-6 ‘Jundiaí’.....	36
3.3.5 IAC 572 ‘Jales’.....	37
3.3.6 IAC 766 ‘Campinas’.....	37
3.4 ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS.....	37
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	38
3.6 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	38
3.7 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	40
3.7.1 Características Fisiológicas.....	40
3.7.2 Características de Crescimento.....	41
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 RESULTADOS DE CRESCIMENTO VEGETATIVO.....	43
4.2 RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS.....	57
5 CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS.....	77

INTRODUÇÃO GERAL

A viticultura brasileira começou ao redor de 1535 na Capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, e alguns anos depois estabeleceu-se nos Estados da Bahia e Pernambuco. Com a expansão do cultivo da cana-de-açúcar e do café, a viticultura praticamente desapareceu durante o século XVII e boa parte do século XIX (POMMER; MAIA, 2003).

Por volta de 1830-1840, surgiram as variedades americanas, principalmente Isabel, mais rústicas que as variedades de *Vitis vinifera*, as quais, juntamente com a chegada de imigrantes italianos, provocaram o ressurgimento da viticultura, adquirindo significativa importância econômica na segunda metade do século XIX (POMMER; MAIA, 2003).

Em 2010 a viticultura no Brasil ocupava área de 81.275 hectares, sendo a Região Sul a maior produtora com 862.326 toneladas de uvas produzidas (mais de 63% da produção nacional), seguido do Nordeste com 282. 029 toneladas produzidas (20,9% da produção nacional), conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011.

Segundo Vital (2009) a vitivinicultura é atividade recente no Nordeste do Brasil e vem sendo intensificada nestes últimos anos. Está concentrada no Vale do Submédio São Francisco (VSF), no Polo Petrolina-Juazeiro, considerado pelo BNB (1998) como um Polo de Desenvolvimento Integrado.

Vital (2009), ainda relata que, como vantagens competitivas do território observam-se: disponibilidade de terra e água de boa qualidade, mão-de-obra abundante, infraestrutura de irrigação implantada e em expansão, proximidade dos mercados europeus e norte-americanos, ciclo produtivo mais precoce e altos níveis de produtividade. Nesse polo, as principais frutas irrigadas para venda nos mercados interno e externo (manga, uva, banana, goiaba, coco verde e acerola) ocupam área de 41.700 hectares, dos quais 10 mil são destinados à plantação de uva. A exportação

anual de uva do polo é de 59 mil toneladas, representando 95% das 62 mil toneladas exportadas pelo país.

Além disso, áreas comerciais em expansão também são verificadas no Ceará com 219 hectares de produção (6.650 toneladas de uvas produzidas) (IBGE, 2011). Esforços na pesquisa têm sido dispensados para a implantação da viticultura no Rio Grande do Norte.

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 utilização de técnicas para a condução ideal do vinhedo, fazendo com que a planta possa produzir uvas com as melhores características da variedade (PAVAN, 2005).

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o estresse hídrico ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, é fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis (NOGUEIRA et al., 2001).

Em 2005 o faturamento global dos produtores do Vale do São Francisco com as exportações de uva, alcançou US\$ 101,9 milhões, valor 109,7% superior ao do ano anterior. Isto ocorreu devido à recuperação da produção frente à queda da safra em 2004, por motivos climáticos, por exemplo, chuvas excessivas (ROCHA; BRITTO, 2007).

Já no fim de 2008, as vendas de uva foram reduzidas em decorrência da crise mundial aliada às perdas provocadas pelas chuvas excessivas ocorridas no Vale do São Francisco (ANUÁRIO..., 2010).

No município de Jaguaribe, no Ceará, devido ao grande volume de água estocado pelo Açúde Castanhão, obra do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, em 2008, foram inundados 7 ha de uva das cultivares Itália Melhorada e Brasil, causando prejuízo de R\$ 150 mil (CAVALCANTE, 2008).

Os danos por excesso de água também podem ser provocados pela textura do solo, podendo ou não influenciar na duração e na severidade (PRIOR et al., 1992). Já

os problemas acarretados pela irrigação inadequada podem provocar encharcamento localizado, o que causaria desuniformidade na colheita (RUIVO, 2009). Tal fato ocorre frequentemente em áreas cultivadas com frutíferas, como no Distrito Irrigado do Baixo Açu - DIBA, Rio Grande do Norte, em decorrência dos solos pesados da região e sua conseqüente facilidade ao encharcamento, dificultando a introdução de novas espécies como a videira, mesmo com condições climáticas favoráveis.

No Baixo Açu as enchentes de março-abril de 2008, principalmente entre os dias 08 e 23 de abril, causaram prejuízos na agricultura chegando a 70 milhões de dólares, pois a atividade ocupa importante espaço na pauta de exportação do estado. O Rio Grande do Norte é um dos principais produtores de frutas do país e o maior exportador de bananas. O setor gera cerca de 10 mil empregos na região do Vale do Açu. No total, 5.800 ha foram alagados, com as piores situações para os municípios de Ipanguaçu (2.068 ha), Carnaubais (1.870 ha) e Açu (1.110 ha) (INPE, 2008). Esses municípios estão localizados a jusante da barragem do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, e nas épocas de chuva, sempre há grande possibilidade de enchentes.

Devido ao potencial da região para o cultivo da videira, este trabalho teve como objetivo avaliar cultivares porta-enxertos de videira quanto à sua tolerância ao encharcamento, além de oferecer opções de porta-enxertos aos viticultores de regiões que possam sofrer eventual encharcamento do solo destinado ao cultivo da videira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A VITICULTURA NO BRASIL

Com a expedição de Martim Afonso de Souza em 1532, chegaram as primeiras videiras ao Brasil na Capitania de São Vicente - SP. Brás Cubas foi o responsável por trazer as cepas de Portugal. As principais eram Verdelho, Galega, Moscatéis e Boaes (HJOBASIL, 1992).

Por volta de 1830-1840, surgiram as variedades americanas, principalmente Isabel, mais rústicas que as variedades de *Vitis vinifera*, as quais, juntamente com a chegada de imigrantes italianos, estimularam o ressurgimento da viticultura no Estado de São Paulo, adquirindo significativa importância econômica na segunda metade do século XIX (POMMER; MAIA, 2003).

Na década de 1980, 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 significativo aumento na produção nacional (RUIVO, 2009).

O Rio Grande do Sul é o maior e o mais tradicional Estado produtor de vinhos, com volume anual variando entre 200 e 300 milhões de litros de vinhos e mostos (95% da produção nacional). Predominam os vinhos oriundos de uvas americanas e híbridas, chamados de vinhos comuns ou de consumo corrente, que no ano de 2002 representaram 89,13% do volume total elaborado. Os vinhos finos são elaborados com uvas de *Vitis vinifera* e representaram 10,87% do volume no mesmo ano (CAMARGO, 2003).

A segunda maior área vitícola localiza-se em São Paulo, onde participava com 10,4 mil hectares de parreiras (17,4% da área nacional), em 2000, já em 2010, participa

com 10,6 mil hectares (13% do total) (IBGE, 2011). A maior parcela da área cultivada paulista destina-se à produção de uva de mesa, com as variedades americanas Niagara Rosada e Branca, cujas principais zonas produtoras concentram-se em torno das cidades de Campinas e Jundiaí, distribuídas em propriedades pequenas, com área média de 10 hectares. As uvas finas de mesa, representadas destacadamente pelas variedades Itália e Rubi, são cultivadas principalmente na região sul do Estado, com os municípios de São Miguel Arcanjo, Pilar do Sul e Buri constituindo a zona produtora mais importante. A cultura de uvas de mesa cresceu nas últimas décadas nas regiões oeste e noroeste do Estado, sendo uma exploração agrícola que possibilita que a colheita seja comercializada na entressafra de outras regiões nos meses de agosto a novembro, resultando em preços elevados (POMMER, 2003).

Em 2009, a crise mundial refletiu fortemente na produção de uvas de mesa, sendo que alguns produtores abandonaram parte dos vinhedos; além disso, fatores climáticos desfavoráveis resultaram em menor produção. A produção de uvas no Brasil somou 1,34 milhão de toneladas em 2009 – 4% a menos do que em 2008, de 1,4 milhão/tonelada. A produção caiu 4%, e as áreas plantadas e colhidas de uvas diminuíram, respectivamente, 1,15% e 0,41%. A maior redução na produção de uvas no País ocorreu em Minas Gerais (-14,13%), seguido por São Paulo (-7,79) e pela Bahia (-7,15). No entanto, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Pernambuco, apresentaram aumento tanto na área plantada, como na área colhida. Os catarinenses tiveram acréscimo de 2% nas áreas plantadas e colhidas. Os gaúchos ganharam 1,2% na área plantada com videiras e a área colhida cresceu 2,29%, enquanto os pernambucanos tiveram um incremento de 0,3% na área plantada e de 1,16% na área colhida (DIVINO GUIA, 2010).

No mercado internacional, o Brasil é o 15º em produção. Em 2008, a produção nacional de uvas atingiu 1.421.430 toneladas, 9,0% maior que no ano de 2004 (FAO, 2011). Em 2010, Petrolina - PE produziu 141.480 toneladas (10,47% da produção

nacional) ultrapassando o município gaúcho de Bento Gonçalves, com 100.300 toneladas (7,4% da produção nacional) (IBGE, 2011).

2.2. A VITICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO

A viticultura brasileira começou ao redor de 1535 na Capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, e alguns anos depois estabeleceu-se nos Estados da Bahia e Pernambuco.

O vale do São Francisco tornou-se o maior produtor de uva, já em 2010 a área plantada com videira no Brasil ultrapassou os 81 mil hectares, sendo 12,99% (10.559 ha) no Nordeste brasileiro, tendo destaque os municípios de Petrolina – PE e Juazeiro – BA que juntos possuem área de 6.761 hectares de área plantada (IBGE, 2011). O cultivo de uva nessa área é favorecido pela potencialidade dos recursos naturais e pelos investimentos públicos e privados nos projetos de irrigação (SILVA; CORREIA, 2004), principalmente na produção de uvas finas de mesa, a qual corresponde pela quase totalidade (99% do total brasileiro) da exportação do país (LEÃO; SILVA, 2002).

Convém ressaltar que a especificidade da viticultura na região semiárida do Nordeste se dá em virtude da adaptação e do comportamento diferenciado das plantas nessas condições climáticas. Os processos fisiológicos das plantas são acelerados, a propagação é muito rápida e em cerca de um ano e meio após o plantio inicia-se a primeira safra (SILVA; CORREIA, 2004). Alie-se a isso o fato de possuir característica ímpar na produção de uva: é um dos poucos, se não o único lugar no mundo, capaz de produzir mais de duas safras por ano (OLIVEIRA FILHO, 2011; POMMER, 2006).

A região é privilegiada pelo fato de produzir uvas o ano inteiro em razão das condições climáticas favoráveis e, assim aproveita as melhores condições de preços quando as demais regiões produtoras não estão produzindo. Além disso, o Nordeste

também tem incrementado a produção de uvas sem sementes, que tem excelente valor de exportação (OLIVEIRA FILHO, 2011).

Atualmente, as variedades de uvas sem sementes já representam $\frac{1}{4}$ do total das uvas finas de mesa exportadas pelo Vale do São Francisco: elas somaram aproximadamente 9 mil das 36 mil toneladas comercializadas no mercado externo. A medida com que cresce sua preferência entre os consumidores, estende-se à expansão das áreas de cultivo que, no Polo de Irrigação de Juazeiro/Petrolina, chega a cerca de 2.500 ha irrigados, e a tendência é crescer ainda mais (LEÃO, 2002). Superior Seedless[®], Crimson Seedless e Thompson Seedless são as principais variedades de uvas sem sementes produzidas no Vale do São Francisco (LEÃO; SILVA, 2002).

Com relação às demais unidades da região Nordeste, Piauí, Ceará e Paraíba, embora tenha pequena participação na região, juntos somaram 2,07% da área colhida em 2009. Já os demais Estados da região não possuem produção relevante (IBGE, 2011). Apesar de o Estado do Rio Grande do Norte ter sido em 1996 o terceiro maior produtor do Nordeste, em 2006 não houve produção (OLIVEIRA FILHO, 2011). Atualmente, esforços na pesquisa têm sido dispensados para a implantação da cultura no Rio Grande do Norte.

Segundo Leão (2002), pesquisas são necessárias para encontrar resultados adequados a problemas como novas variedades, definição de portas-enxertos, manejo de copa, além de novos conceitos de controle fitossanitário.

2.3. USO DE CULTIVARES PORTA-ENXERTO NA VITICULTURA

A disseminação de uma severa praga do solo no século XIX, a filoxera, fez com que os produtores passassem a usar a enxertia para o estabelecimento de seus vinhedos, devido à alta suscetibilidade das variedades européias (da espécie *Vitis vinifera*) a essa praga. Inicialmente, foram utilizadas as espécies americanas

diretamente como porta-enxertos, algumas das quais são usadas até hoje, principalmente *Vitis labrusca* (POMMER et al., 2003).

A enxertia é prática utilizada na maioria das regiões vitícolas do mundo, com diversos objetivos como adaptação a determinadas condições climáticas (regiões temperadas ou tropicais), adaptação a diferentes tipos de solo (calcários, ácidos, salinos), controle de pragas (filoxera, pérola-da-terra etc) e doenças de solo (nematóides, fusariose etc). Normalmente os porta-enxertos induzem maior vigor, precocidade de produção e maior produtividade às copas em relação ao produtor direto (CAMARGO, 2008).

As principais vantagens do uso da enxertia são: a) maior desenvolvimento inicial das plantas, o que proporciona maiores colheitas nos primeiros anos de produção; b) maior vigor geral das plantas, assegurando maior produtividade do vinhedo; e, c) produção de cachos e bagas de maior tamanho, características de qualidade essenciais na produção de uvas de mesa (CAMARGO, 2008). Além de proporcionar resistência a pragas, doenças e estresses abióticos.

Os porta-enxertos possuem boa capacidade de adaptabilidade aos solos, climas e condições ambientais diversificadas e habilidade de união com variedades de *Vitis vinifera* proporcionando um sistema radicular resistente à filoxera. A planta deve ser vigorosa, resistente a estresses bióticos, doenças, pragas, com enraizamento rápido e profundo, proporcionar uma forte união com a cultivar enxertada e resistente as 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).

Os porta-enxertos utilizados nas regiões semiáridas brasileiras são, em sua maioria, introduções advindas do Estado de São Paulo, onde o Instituto Agrônomo obteve, com sucesso, híbridos adaptados e resistentes à filoxera (VIANA, 2001). Esses híbridos, criados pelo Dr. José Ribeiro Almeida Santos Neto, são resultantes do cruzamento de espécies de videiras oriundas de regiões tropicais do continente

americano. Tais porta-enxertos apresentam, em geral, elevados vigor e resistência às principais pragas do solo, como filoxera e nematóides; boa adaptação a diferentes tipos de solo, quer aqueles com elevada acidez, quer solos argilosos ou arenosos; suas folhas são resistentes às principais doenças fúngicas; as estacas apresentam elevados índices de enraizamento e de sobrevivência no campo após o transplante (NACHTIGAL, 2003). Dentre os porta-enxertos mais utilizados em regiões tropicais e subtropicais, destacam-se: Porta-enxerto ‘IAC 313’ desenvolvido a partir do cruzamento ‘Golia’ [(*V. riparia* x *V. vinifera*) x *V. rupestris*] x *V. cinerea*; o porta-enxerto ‘IAC 572’ desenvolvido a partir do cruzamento *V. tiliifolia* x ‘101-14 Mgt’; e ‘IAC 766’ desenvolvido a partir do cruzamento ‘106-8 Mgt’ [*V. riparia* x (*V. rupestris* x *V. cordifolia*)] x *V. tiliaefolia* (CAMARGO, 1998).

Outra alternativa que vem sendo testada é o ‘IAC 571-6’, um cruzamento entre *Vitis caribaea* e Piróvano 57, que tem apresentado excelente desenvolvimento das copas das principais cultivares de uvas de mesa plantadas em São Paulo. Outros porta-enxertos estão em fase experimental no Vale do Rio São Francisco, como ‘Harmony’ e ‘1103 Paulsen’ (NACHTIGAL, 2003), embora reconhecidos como bons porta-enxertos em outras regiões.

2.4. TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS AOS ESTRESSES BIÓTICOS E ABIÓTICOS

O estresse é em geral definido como um efeito deletério causado por um fator externo (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em condições naturais e agricultáveis, as plantas estão frequentemente expostas ao estresse ambiental. Alguns fatores, como a temperatura do ar, por exemplo, podem se tornar estressantes em poucos minutos; enquanto outros podem levar dias ou até semanas, como conteúdos de água no solo bem como as deficiências minerais de solo necessitam de meses para se manifestar (BOYER, 1982). Além disso,

o estresse desempenha papel importante na determinação de como o solo e o clima limitam a distribuição de espécies vegetais. Assim, a compreensão dos processos fisiológicos e dos mecanismos de adaptação e aclimação de plantas a estresses ambientais é de grande importância para a agricultura e o meio ambiente (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Fatores genéticos e ambientais, como salinidade, temperatura, radiação, seca, fertilidade e textura do solo entre outros, podem afetar a eficiência fotossintética de uma planta, prejudicando as taxas de reações químicas inerentes ao processo ou a organização estrutural dos componentes envolvidos (OPANASENKO et al., 1999), além do ataque de pragas e/ou doenças. Em condições de campo, geralmente se aceita que o decréscimo na fotossíntese como resposta a um estresse hídrico moderado, que chega a reduzir o teor relativo de água a 70-75%, é em primeira instância devido ao fechamento estomático (CHAVES et al., 2002, 2003), o qual diminui, conseqüentemente, a absorção de água pelas raízes, devido à redução do seu comprimento e da sua superfície total (CARVALHO; ISHIDA, 2002). Além disso, reduz rapidamente o crescimento na parte aérea, aumenta a senescência das raízes, murcha e queda das folhas (devido à produção de etileno) (BARRETT-LENNARD, 2003).

Lourenção et al. (2002), estudando o comportamento de quatro porta-enxertos de videira (Ripária do Traviú, IAC 766, IAC 571-6 e IAC 572) em solo infestado pela praga pérola-da-terra, observaram que no segundo ano após o plantio os porta-enxertos IAC 571-6 e Ripária do Traviú apresentaram, respectivamente o melhor e o pior comportamento com relação ao vigor. Os autores relataram ainda que existe variabilidade genética dentro do gênero *Vitis* para a resistência a cochonilhas, principalmente a espécie brasileira *Eurhizococcus brasiliensis*.

A reação de clones de videira a *Xanthomonas campestris* pv. *viticola*, baseada nos componentes epidemiológicos do cancro bacteriano foi estudada por Nascimento et al. (2006). Os clones de *V. vinifera* foram muito suscetíveis ao patógeno. A cv Brasil

apresentou os maiores níveis de doença, enquanto 'Isabel' e 'Paulsen 1103' apresentaram reduzidos níveis de doença.

Para estudar a tolerância de porta-enxertos de videira ao alumínio no solo, Fráguas (1999) conduziu três experimentos no período de outubro a março nos ciclos vegetativos de 1987/88, 1988/89 e 1989/90, avaliando os seguintes porta-enxertos (1987/1988 - R99, Kober 5BB, Rupestris du Lot, 196-17CI e Isabel (*Vitis labrusca*); 1988/89 - 101-14, Solferino, 196-17CI, IAC 766 e Cunningham (*Vitis bourquina*); 1989/90 - Riparia Gloire, 196-17CI, Golia, 106-8 e P1103) em seis níveis de saturação por Al (m%) para cada uma das cultivares utilizadas. Os efeitos negativos do Al nas cultivares avaliadas foram comprovados por diversos sintomas na parte aérea e raízes, tais como: cloroses com pontuações marrons nas margens das folhas, que podem necrosar; cloroses com características de múltiplas deficiências de nutrientes como P, Ca e Mg; cloroses tardias (mais para o final dos ciclos vegetativos) em um ou ambos os lados dos limbos; necroses nas margens das folhas; deformações foliares como o enrolamento das margens para baixo; formação de folhas pequenas; enrugamento do limbo foliar; diminuição do sistema radicular; formação de raízes curtas, grossas e escuras nas extremidades; emissão de novas raízes que não completam o desenvolvimento.

Viana et al. (2001), estudando características fisiológicas de cinco porta-enxertos ('IAC 766 Campinas', 'IAC 313 Tropical', '420- A', 'IAC 572 Jales' e 'Ripária do Traviú') conduzidos em casa de vegetação, em solução nutritiva, com cinco níveis de NaCl (0,5, 10, 15 e 20 mmol L⁻¹), observaram que 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.

Okamoto et al. (2004), comparando videira *Vitis coignetiae*, duas cultivares de *Vitis vinifera* (Moscatel de Alexandria e Rizamart) e duas cultivares híbridas (*V. vinifera* x *V. lambrusca*), Delaware e Kyoho, quanto à tolerância a seca, observaram que a taxa fotossintética na cultivar Moscatel de Alexandria alcançou maiores valores seguido da *V. coignetiae*, Delaware e Rizamart enquanto que Kyoho registrou menores valores. Além disso, irrigação em condições de retenção, causou significativo decréscimo na taxa fotossintética em todas as videiras testadas. No que diz respeito à taxa transpiratória um rápido decréscimo foi registrado em todas as videiras nas condições de seca, contudo o decréscimo foi notável nas cultivares híbridas Kyoho e Delaware.

2.5. TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS AO ENCHARCAMENTO

O sistema radicular possui 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). As raízes também são responsáveis pelo transporte e reserva de alimento da planta (GIOVANNINI, 1999). Para isso, elas precisam de oxigênio para respiração, razão pela qual grande parte das plantas não podem viver em solo sem drenagem adequada e, conseqüentemente, sem aeração (RAVEN et al. 1992).

A inundação é um estresse ambiental ocasionado de forma natural ou induzido pelo homem. Provoca deficiência de oxigênio (O₂) 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. A água então, preenche os poros e

bloqueia a difusão do oxigênio. Plantas sensíveis à inundação são danificadas severamente em 24 horas de anoxia (falta de O₂) ou hipoxia (baixa concentração de O₂). 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; VOESENEK, 2008; BARRETT-LENNARD, 2003).

A hipoxia pode causar grande variação de efeito 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 à produção de etileno). Esses efeitos são devidos 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).

No município de Petrolina, houve queda de produção 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). Já em 2008, as vendas foram reduzidas em decorrência da crise mundial aliada às perdas provocadas pelas chuvas excessivas ocorridas no Vale do São Francisco (ANUÁRIO..., 2010).

No município de Jaguaribe, no Ceará, devido ao grande volume de água estocado pelo Açúde Castanhão, obra do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em 2008, foram inundados 7 hectares de uva com as cvs Itália Melhorada (branca) e Brasil (tinta), causando um prejuízo de R\$ 150 mil (CAVALCANTE, 2008).

Stevens; 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.

Okamoto et al. (2004), estudando os efeitos do excesso de água em *Vitis coignetiae*, duas cultivares de *Vitis vinifera* (Moscatel de Alexandria e Rizamart) e duas cultivares híbridas (*V. vinifera* x *V. labrusca*), Delaware e Kyoho, por um período de 28 dias, observaram que no tratamento com encharcamento os primeiros sintomas foram observados em *V. coignetiae* após 12 dias quando folhas de brotos basais exibiram coloração avermelhada e secura, estendendo-se às folhas do ápice. Depois de três semanas, duas das cinco vinhas mostraram coloração completamente vermelha escuro. No híbrido Delaware, a face abaxial das folhas basais ficaram marrons após duas semanas do início do tratamento de encharcamento. Além disso, mudanças na taxa fotossintética das folhas foram mais notáveis em *V. coignetiae* e Kyoho, onde a taxa fotossintética declinou para quase zero após duas semanas de encharcamento; já em Moscatel de Alexandria a taxa fotossintética permaneceu constante após os 28 dias de encharcamento.

Ruivo (2009), estudando porta-enxertos de videira (IAC 766, IAC 571-6 e IAC 572) quanto à tolerância ao encharcamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de encharcamento), em ensaios conduzidos em casa de vegetação, concluiu que o 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 delas) e a matéria seca das folhas. A diminuição da absorção de água e de nutrientes afetou as trocas gasosas das folhas, fatores que acarretaram a 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. Concluiu ainda que o porta-enxerto IAC 572 mostrou ser mais sensível ao encharcamento do que os demais genótipos por apresentar os menores valores de fotossíntese, condutância estomática, transpiração e déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar.

2.6 FISIOLOGIA VEGETAL DO ESTRESSE HIPÓXICO

As raízes em geral obtêm oxigênio (O_2) suficiente para respiração aeróbica diretamente do espaço gasoso no solo. Os poros preenchidos de gás, em um solo bem drenado e bem estruturado, permitem prontamente a difusão do O_2 gasoso para profundidade de vários metros. No entanto, o solo pode-se tornar encharcado quando ele é pobremente drenado ou quando a chuva ou irrigação é excessiva (Taiz; Zeiger, 2004).

O estresse causado pela saturação hídrica do solo elimina os espaços anteriormente ocupados pelo ar, limitando as trocas gasosas com a atmosfera. Em poucas horas as raízes e microrganismos consomem o O_2 dissolvido na água, criando um ambiente no solo hipóxico (com baixa concentração de O_2). O solo tornando-se hipóxico leva as raízes a uma situação de estresse fazendo com que as plantas respondam com maior ou menor eficiência (ARMSTRONG et al., 1994). Segundo Liao; Lin (2001) a hipoxia sofrida pelo sistema radicular em plantas encharcadas provoca queda imediata na respiração das raízes, tanto em plantas tolerantes quanto nas intolerantes. Isso porque, explica Castro (2012), na cadeia transportadora de elétrons, o oxigênio é uma molécula extremamente importante por ser oceptor final de elétrons, desta forma a falta de oxigênio inibe a cadeia transportadora de elétrons diminuindo a produção de ATP. A queda na produção de ATP restringe o suprimento de energia para o crescimento das raízes, causando redução no desenvolvimento geral da planta.

A fim de suprimir o déficit de energia promovido pelo alagamento, com a paralisação da respiração aeróbica, algumas espécies redirecionam as vias metabólicas para garantirem a produção extra de ATP pelo aumento na taxa de fermentação (SETTER; ELLA, 1994). Nessas espécies, um grupo de 20 “polipeptídeos anaeróbicos” que catalisam reações da glicólise e do metabolismo de açúcar fosfatados, notadamente a desidrogenase alcoólica e láctica é seletivamente sintetizada, mostrando-se, em certos casos, essencial para a sobrevivência de plantas sob hipoxia (LEMKE-KEYES; SACHS, 1989).

Sousa; Sodek (2002) afirmam que vários processos metabólicos são afetados pela deficiência de O_2 , porém os eventos mais estudados são aqueles relacionados à respiração e ao metabolismo de N. Na ausência de um aceptor eletrônico terminal na cadeia de transporte de elétrons, o ciclo do ácido tricarboxílico passa a funcionar parcialmente e em ambas as direções. Ocorre a acidificação do citosol e o piruvato, produto da glicólise, é transformado em lactato e etanol, que representam as principais reações fermentativas das plantas. Beltrão et al. (2001) diz que o excesso hídrico, reduz a altura das plantas, a fitomassa total e a relação raiz/parte aérea e fotossíntese da planta. Já Kolzolowski; Pallardy (2004) afirma que dentre as respostas da planta à inundação, o fechamento dos estômatos, parcial ou total, é uma das primeiras respostas da parte aérea. Uma das causas pode ser atribuída à diminuição do suprimento de água pelo decréscimo da condutividade hidráulica das raízes ou pela morte de raízes, causando queda no potencial hídrico das folhas. No entanto, a redução da condutância estomática pode, muitas vezes, não estar diretamente relacionada com o potencial de água nas folhas (PELACANI et al., 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, coberta com tela de 50% de sombra, localizada na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), situada na cidade de Mossoró/RN, no período de junho de 2010 a dezembro de 2011.

O local onde está instalada a casa de vegetação tem as coordenadas geográficas 5°11'de latitude sul, 37°20'de longitude W. Gr. e 18 m de altitude, com temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm. Segundo classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró-RN é do tipo BSw'h', ou seja, quente e seco, tipo estepe, com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono (CARMO FILHO et al., 1987). Porém, durante o período do experimento apresentou temperatura média de 28,5°C (FIGURA 1), precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 758,3 mm e umidade relativa do ar em torno de 70% segundo dados da estação meteorológica da UFERSA.

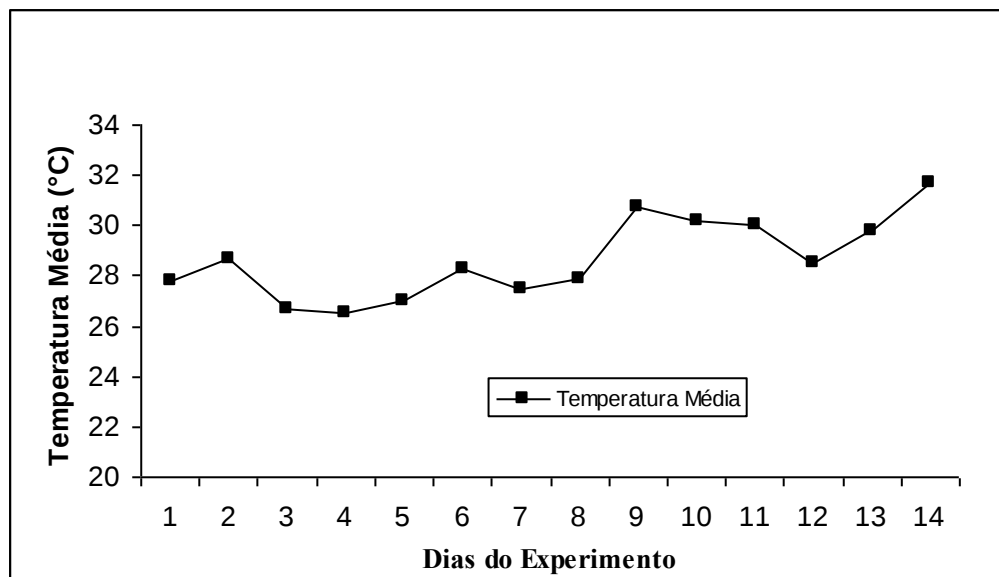


Figura 1: Média da temperatura do ar no período de encharcamento. Mossoró, RN. 2010.

3.2. OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL (PORTA-ENXERTOS)

Foram utilizadas estacas lenhosas de seis porta-enxertos de videira, IAC 571-6 ‘Jundiaí’, IAC 572 ‘Jales’, IAC 766 ‘Campinas’, ‘Ripária do Traviú’, ‘Harmony’ e ‘Paulsen 1103’, coletadas do banco de germoplasma do Centro de Frutas do Instituto Agrônômico de Campinas, localizado em Jundiaí - SP; da Embrapa Sistema de Produção de Mudanças e da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI-SC. Cada estaca média de 25 a 30 cm contendo 3 a 4 gemas.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES PORTA-ENXERTO

3.3.1 106-8 Mgt ‘Ripária do Traviú’

Introduzido da França, ‘Ripária do Traviú’ é um híbrido entre *Vitis riparia* x (*Vitis rupestris* x *Vitis cordifolia*) (106-8 Mgt) e tem sido o mais utilizado no Estado de São Paulo, com desenvolvimento satisfatório, praticamente, em quase todos os tipos de

solo e possui afinidade com a maioria das cultivares, especialmente com a cultivar Niágara (Terra et al., 1990). Possui ótimo pegamento, porém é suscetível a antracnose, necessitando de trato fitossanitário durante o seu desenvolvimento (POMMER, 2003)

3.3.2 ‘Harmony’

Cruzamento entre um seedling selecionado de Solonis (= *V. riparia*-*V. rupestris*-*V. candicans*) x Couderc 1613 e outro seedling selecionado de Dog Ridge (= *V. champinii*), na Califórnia. Apresenta vigor médio a elevado e, graças a esta qualidade, vem sendo utilizado amplamente no polo vitícola de Petrolina/Juazeiro, nos Estados do Pernambuco e Bahia como porta-enxerto para uvas apirenas, favorecendo a obtenção de cachos com padrão de qualidade mais uniforme e maior tamanho de bagas. É bem adaptado a solos profundos, secos e arenosos, não se comportando bem em solos argilosos, com moderada a alta resistência a seca. Tem resistência moderada a baixa à filoxera e elevada ao nematóide *Meloidogyne incognita*, mas é suscetível ao nematóide adaga (*Xiphinema americanum*) (POMMER, 2003; LEÃO, 2010).

3.3.3. ‘Paulsen 1103’ (1103P)

Obtido em 1895, do cruzamento entre *V. berlandieri* e *V. rupestris*. Apresenta forte tolerância à seca e cresce muito bem em solos argilosos. Induz forte vigor às copas, particularmente em solos férteis com água abundante. 1103P parece bem adequado para vinhedos em áreas muito secas. Apresenta moderada resistência a salinidade, tem alta resistência à filoxera, mas é suscetível ao nematóide adaga (*Xiphinema americanum*); moderada resistência ao *M. incognita*. Leão (2010) diz que 1103 Paulsen apresenta potencial para ser utilizado para enxertia de cultivares de uvas de mesa com resultados promissores em pesquisas realizadas na região Nordeste.

3.3.4 IAC 571-6 ‘Jundiaí’

Resultado de cruzamento entre *Vitis caribaea* 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, e o desenvolvimento da enxertia é muito bom (POMMER, 2003).

3.3.5 IAC 572 ‘Jales’

Obtido por um cruzamento entre *Vitis caribaea* x 101-14 Mgt, vem sendo utilizado em todo o Estado de São Paulo e no Vale do São Francisco. Atualmente, é o porta-enxerto mais utilizado nas principais regiões tropicais produtoras de uvas de mesa. ‘IAC 572’ é de fácil enraizamento e apresenta bom índice de sobrevivência quando transplantado para o campo. É vigoroso, desenvolvendo-se bem em solos argilosos e arenosos. Resistente a moléstias, com ramos de lignificação tardia e dificilmente perde as folhas. Possui ótimo enraizamento e pegamento (POMMER, 2003; NACHTIGAL, 2003).

3.3.6 IAC 766 ‘Campinas’

Obtido por cruzamento entre ‘Ripária do Traviú’ x *Vitis caribaea*, possui bom pegamento de estacas com facilidade de enraizamento (Terra et al., 1990). É porta-enxerto medianamente vigoroso, com folhas resistentes às doenças fúngicas (Pommer, 2003). Diz Nachtigal (2003) que embora haja necessidade de estudos mais completos, acredita-se que este porta-enxerto seja boa alternativa para cultivares de uvas sem sementes e uvas para suco, devido ao fato de proporcionar menor vigor vegetativo à copa, o que favorece a diferenciação de gemas nas uvas sem sementes e facilita o manejo da copa nas uvas para suco, em espaçamentos adensados.

3.4 ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS

As estacas foram enraizadas em sacos de polietileno pretos e perfurados, com capacidade de um litro, contendo mistura de areia e plantmax[®] (3:1 v/v) como substrato, em julho de 2010 e, mantidas em casa de vegetação com irrigação periódica, até atingirem tamanho ideal para o experimento. Em dezembro, foram induzidos os tratamentos na mesma casa de vegetação.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 4, sendo seis cultivares porta-enxerto ('Ripária do Traviú', 'Harmony', 'Paulsen 1103', IAC 572 'Jales', IAC 571-6 'Jundiaí' e IAC 766 'Campinas') e quatro tempos de encharcamento (0, 4, 7 e 14 dias), com 4 repetições e 24 tratamentos. Foram conduzidas quatro plantas de cada cultivar, totalizando 64 plantas de cada.

3.6 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Após o enraizamento das estacas, foram compostos os blocos por plantas com aproximadamente a mesma altura e vigor.

O encharcamento do solo foi simulado, acondicionando os sacos com as mudas em caixas de poliestireno contendo água no nível do colo das plantas, sendo em cada caixa, um bloco (Figura 2).



Figura 2: Simulação do encharcamento em cultivares porta-enxertos de videira. Mossoró, RN. 2010.

As aplicações do encharcamento foram feitas de modo invertido: no primeiro dia, encharcamento no tratamento de 14 dias, sete dias depois naquele de sete dias, três dias depois o de 4 dias. Quatro dias depois, todos os contêineres foram esvaziados, completando o ciclo.

Os dados de umidade relativa (UR%) e temperatura (°C) foram coletados durante o período de avaliação, conforme já mostrado. Também foram realizadas coletas da quantidade de oxigênio dissolvido na água das caixas, com auxílio do Medidor Microprocessador de Oxigênio Dissolvido HANAA HI 9146-04 duas vezes durante os 14 dias de encharcamento (Figura 3), sendo no 10º e no 14º dias.



Figura 3: Medição do oxigênio dissolvido na água nas caixas dos tratamentos. Mossoró, RN. 2010.

A média dos teores de O_2 dissolvidos na água das caixas foi de 3,3 mg de O_2/L , com temperatura média da água de 26,6°C. Thomas (2004) estudando modificações morfológicas e assimilação de nitrogênio em plantas de soja com sistemas radiculares sob deficiência de O_2 (hipoxia), relatou que o teor de O_2 nas soluções nutritivas, nos experimentos com sistemas radiculares inundados, foram de aproximadamente 6,7 mg de O_2/L , diminuindo posteriormente para 0,9 mg de O_2/L , caracterizando o ambiente hipóxico e confirmando este ambiente neste estudo.

3.7 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.7.1 Variáveis Fisiológicas

Foram realizadas as avaliações do potencial hídrico foliar máximo (MPa), medido no pré-amanhecer (pre-dawn) com auxílio de uma bomba de pressão (bomba

de Schollander), e medições de trocas gasosas realizadas ao final do período de encharcamento, com um analisador portátil de CO₂ a infravermelho (IRGA), modelo LI-6400 (LI-COR Biosciences), salientando que os teores de CO₂ foram fixados em 400 μmoles m⁻²s⁻¹ e a intensidade luminosa em 1200 μmoles de fótons m⁻²s⁻¹. Foram avaliadas as seguintes características:

- Taxa de fotossíntese (A) em mmol CO₂.m⁻².s⁻¹;
- transpiração (E) em mmol H₂O.m⁻².s⁻¹;
- condutância estomática (g_s) em mmol H₂O.m⁻².s⁻¹;
- concentração de CO₂ intracelular (C_i) em mmol CO₂ mol ar⁻¹;
- temperatura da folha (T_f) em °C.

Através dos valores de C_i, A e E, foram calculadas a eficiência do uso da água e a eficiência de carboxilação, definidas pelas razões A/E e A/C_i, respectivamente. A partir dos dados de umidade relativa e temperatura da cubeta, foram obtidos os valores do déficit de pressão de vapor da atmosfera (KPa). As avaliações foram feitas às 9h (hora solar), sempre nas mesmas folhas adultas e saudáveis, previamente escolhidas no terço médio do ramo de cada planta. Para a determinação do teor de clorofila utilizou-se um clorofilômetro portátil ‘Chlorophyll Content Meter Opti-Sciences CCM 200’, para obtenção dos valores expressos em CCI.

3.7.2 Variáveis de Desenvolvimento Vegetativo

Findas as avaliações fisiológicas, contou-se o número de folhas (NF); o número de ramos (NR); mediram-se o comprimento dos ramos (CR) em cm, com a utilização de régua milimetrada, medindo-se do início da brotação na estaca até o ápice; o diâmetro dos ramos (DR) em mm, utilizando um paquímetro digital Mitutoyo®; e o comprimento da maior raiz (CMR) em cm, também com a utilização de régua milimetrada, medindo-se o comprimento da maior raiz. Além disso, as plantas foram separadas e colocadas para secar em estufa a 65°C até atingir peso constante,

para posterior avaliação da massa seca das folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da estaca (MSEst), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca total (MST) em gramas.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa computacional Sistema para Análise de Variância SISVAR (Ferreira, 2000), sendo as médias dos tratamentos dos dados qualitativos comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade; enquanto os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão, conforme recomendações de Gomes (2000), e os modelos matemáticos ajustados com auxílio do software TableCurve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991), com significância para o Teste t ($p < 0,05$) para os parâmetros da equação. Os dados foram transformados pela equação $\sqrt{x+1}$ para análise de variância, segundo recomendações de Banzatto (1989).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DE CRESCIMENTO VEGETATIVO

Observa-se na Tabela 1, conforme abaixo, os quadrados médios do número de folhas, número de ramos, comprimento dos ramos, diâmetro dos ramos e comprimento do sistema radicular dos seis genótipos, submetidos a quatro tempos de encharcamento. Verifica-se que houve interação significativa entre os fatores ao nível de 1% de probabilidade para o comprimento dos ramos e, significância a 5% de probabilidade para o número de folhas e diâmetro dos ramos. Já para o número de ramos e o comprimento do sistema radicular não houve interação significativa entre os fatores, com significância a 1% de probabilidade apenas para o fator genótipo.

Tabela 1 Resumo da análise de variância (quadrado médio) para número de folhas (NF), número de ramos (NR), comprimento dos ramos (CR), diâmetro dos ramos (DR) e comprimento do sistema radicular (CSR) em função dos diferentes genótipos (G) ('Paulsen 1103', 'Harmony', 'Ripária do Traviú', IAC 572 'Jales', IAC 766 'Campinas' e IAC 571-6 'Junida') e tempos (T) (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

F. V.	GL	NF	NR	CR (cm)	DR(mm)	CSR (cm)
G	5	2,79**	0,18**	15,13**	0,34**	221,18**
T	3	0,33 ^{n.s}	0,023 ^{n.s}	4,97**	0,013 ^{n.s}	8,83 ^{n.s}
G x T	15	0,36*	0,012 ^{n.s}	1,62**	0,028*	18,34 ^{n.s}
Blocos	3	0,02 ^{n.s}	0,006 ^{n.s}	0,7 ^{n.s}	0,031 ^{n.s}	5,37 ^{n.s}
Resíduo	69	0,16	0,12	0,44	0,013	15,71
C.V.(%)		12,25	7,20	10,78	5,06	14,59

**Efeito significativo a 1% de probabilidade. *Efeito Significativo a 5% de probabilidade. ^{n.s} Efeito não significativo, pelo teste F

Nota: Dados transformados por $\sqrt{(x+1)}$. G – Genótipos; T – Tempos; G x T – Genótipos x Tempos.

Na Tabela 2, podem-se observar os quadrados médios da massa seca das folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da estaca, massa seca do sistema radicular, massa seca total e da relação entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular dos seis genótipos, submetidos a quatro tempos de encharcamento. Verifica-se que não houve interação significativa entre os fatores ao nível de 1% de probabilidade para todas as características citadas, nem para o fator tempo. Já para o fator genótipo, houve diferença significativa para todas as características ao nível de 1% de probabilidade, com exceção da massa seca da estaca e da relação massa seca da parte aérea e do sistema radicular que não apresentou diferença significativa.

Tabela 2 Resumo da análise de variância (quadrado médio) para massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da estaca (MSEst), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca total (MST) em função dos diferentes genótipos (G) ('Paulsen 1103', 'Harmony', 'Ripária do Traviú', IAC 572 'Jales', IAC 766 'Campinas' e IAC 571-6 'Jundiaí') e tempos (T) (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

F. V.	GL	MSF (g)	MSPA (g)	MSEst (g)	MSSR (g)	MST (g)	MSPA/MSSR (g)
G	5	0,48**	1,17**	0,76 ^{n.s}	0,68**	2,37**	0,11 ^{n.s}
T	3	0,012 ^{n.s}	0,095 ^{n.s}	0,15 ^{n.s}	0,13 ^{n.s}	0,04 ^{n.s}	0,15 ^{n.s}
G x T	15	0,058 ^{n.s}	0,128 ^{n.s}	0,32 ^{n.s}	0,08 ^{n.s}	0,28 ^{n.s}	0,06 ^{n.s}
Blocos	3	0,19**	0,33**	3,43**	0,88**	5,42**	0,24 ^{n.s}
Resíduo	69	0,053	0,08	0,34	0,1	0,33	0,07 ^{n.s}
C.V.(%)		14,84	18,80	20,43	17,51	15,74	17,55 ^{n.s}

**Efeito significativo a 1% de probabilidade. *Efeito Significativo a 5% de probabilidade. ^{n.s} Efeito não significativo, pelo teste F

Nota: Dados transformados por $\sqrt{(x+1)}$. G – Genótipos; T – Tempos; G x T – Genótipos x Tempos.

A Figura 4 apresenta a variação do número de folhas dos diferentes porta-enxertos durante os 14 dias de encharcamento. Os porta-enxertos 'Harmony' (HAR), IAC 571-6 'Jundiaí' (571-6), IAC 766 'Campinas' (766) e 'Riparia do Traviú' (RIP) não apresentaram diferença para interação G x T. Já IAC 572 'Jales' (572) e 'Paulsen

1103' (PAU) apresentaram comportamento quadrático e cúbico, tendo o valor médio máximo de folhas de 16,43 e 9,87 aos seis dias de encharcamento e o valor médio mínimo de folhas de 9,82 e 5,72 aos 14 dias de encharcamento, respectivamente.

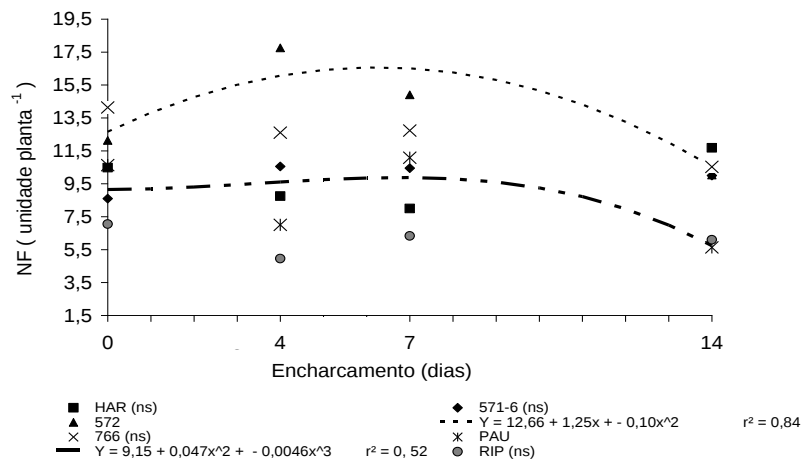


Figura 4: Número médio de folhas dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

Já na Figura 5, é possível observar as médias do número de folhas alcançadas pelos seis genótipos nos 14 dias de encharcamento. Pode-se perceber que a cultivar IAC 572 'Jales' (572) alcançou maiores médias em comparação com as demais; 'Ripária do Traviú' (RIP) apresentou as menores médias. Além disso, houve decréscimo no número de folhas conforme aumentou o período de encharcamento em todas as cultivares, exceto na 'Harmony' (HAR), sendo as quedas mais bruscas nas cultivares IAC 572 'Jales' (572) e 'Paulsen 1103' (PAU).

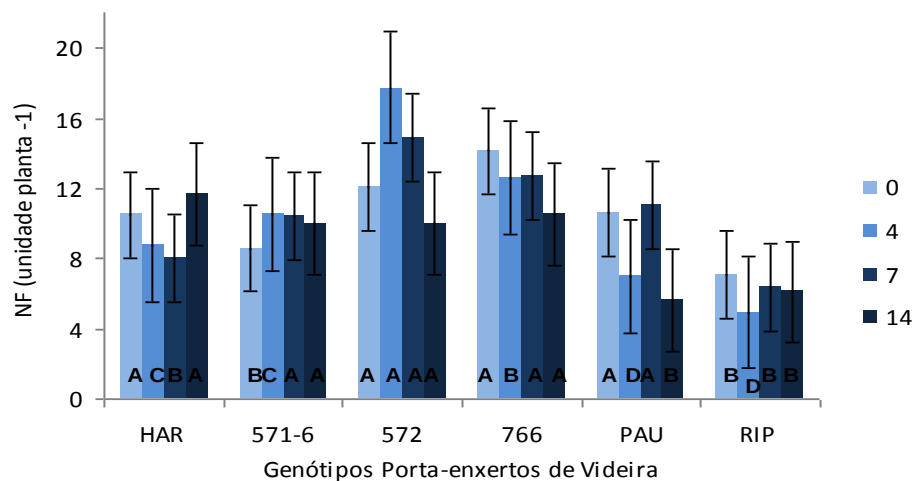


Figura 5: Médias dos tratamentos para número de folhas. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Nas raízes hipóxicas faltam energia suficiente para sustentar processos fisiológicos dos quais dependem as partes aéreas (Taiz: Zeiger, 2004). Estes autores ainda afirmam que experimentos têm mostrado que a deficiência das raízes em absorver íons de nutrientes e transportá-los para o xilema (e deste para a parte aérea) rapidamente leva a escassez de íons nos tecidos em desenvolvimento e expansão. As folhas velhas senescem prematuramente por causa da realocação de nutrientes móveis no floema (N, P, K) para as folhas jovens.

Já para o número de ramos, não houve interação significativa para os fatores G x T, somente para os genótipos. Na Figura 6 observa-se o gráfico das médias dos genótipos, nos 14 dias de encharcamento, sendo IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) a cultivar que apresentou maiores médias em comparação com as demais.

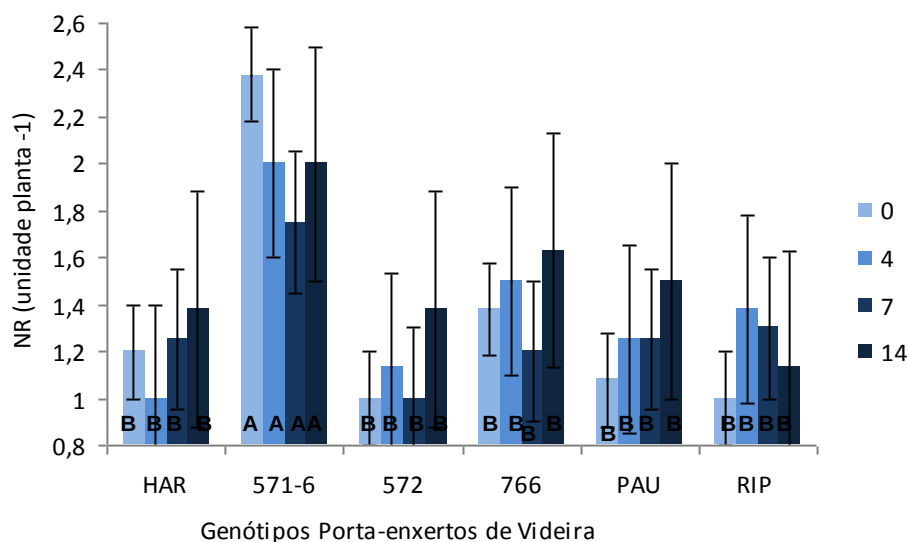


Figura 6: Médias dos tratamentos para número de ramos. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Para o comprimento dos ramos, a Figura 7 apresenta o comportamento dos seis genótipos em função dos diferentes tempos de encharcamento. As cultivares ‘Hamony’ (HAR), IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) não apresentaram diferença, já IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) apresentaram comportamento conforme o gráfico, com o valor médio máximo de 45,48cm e 63cm aos seis dias e um dia de encharcamento e o valor médio mínimo de 29,09cm e 34,54cm aos 14 e 13 dias de encharcamento para IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e IAC 766 ‘Campinas’ (766), respectivamente. Já ‘Ripária do Traviú’ (RIP), obteve seu valor médio máximo (48,94cm) aos 14 dias de encharcamento e o médio mínimo (41,35cm) aos 6 dias de encharcamento

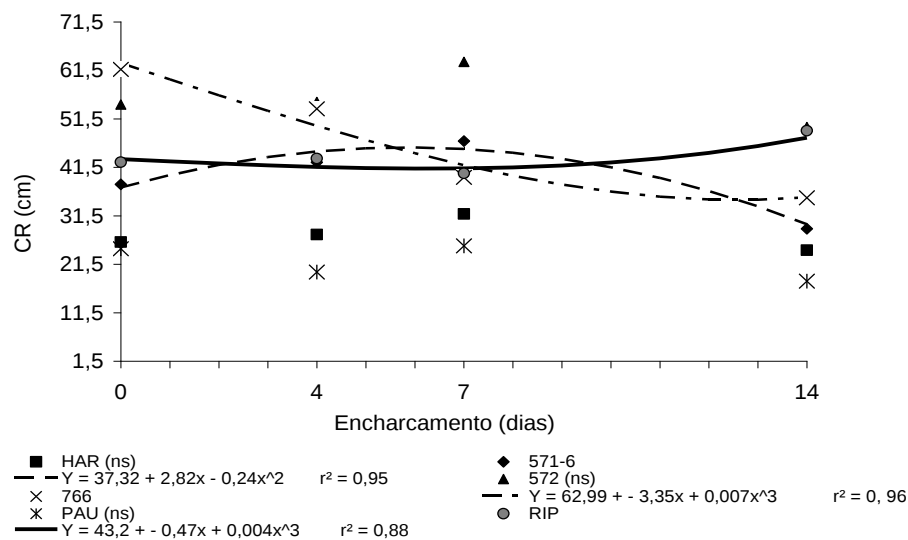


Figura 7: Média do comprimento dos ramos dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

Na Figura 8, pode-se observar o gráfico das médias dos genótipos para o comprimento dos ramos, sendo IAC 572 ‘Jales’ (572) e IAC 766 ‘Campinas’ (766) as cultivares que apresentaram as maiores médias e a cultivar ‘Paulsen 1103’ (PAU) que apresentou menores médias. Além disso, é possível perceber como o encharcamento afetou negativamente o comprimento dos ramos em todas cultivares aos quatorze dias de encharcamento, sendo exceção a ‘Ripária do Traviú’ (RIP). As cultivares IAC 766 ‘Campinas’ (766) e IAC 571-6 ‘Jundiá’ (571-6) foram as que mostraram maiores decréscimos (24% e 22%, respectivamente) aos 14 dias de encharcamento.

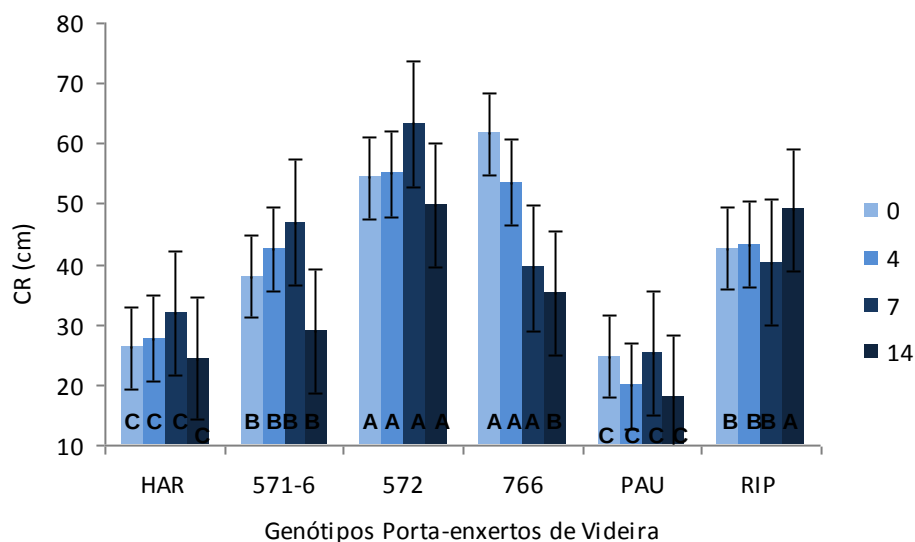


Figura 8: Médias dos tratamentos para comprimento dos ramos. Mossoró, RN. 2010.
 *Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Ruivo (2009), estudando tempos de encharcamento em diferentes porta-enxertos de videira, também observou sensível decréscimo no comprimento de ramos a partir do terceiro dia de encharcamento, sendo a cultivar IAC 766 ‘Campinas’ a mais sensível e a IAC 571-6 ‘Jundiaí’ a menos sensível. Carvalho (2002) e Kramer; Boyer (1995) afirmam que na inundação, há diminuição da condutância estomática e na velocidade da fotossíntese devido a um distúrbio no metabolismo do nitrogênio e um aumento na produção de 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 Beltrão et al. (2001) afirma que o excesso hídrico, reduz a altura das plantas, a fitomassa total e a relação raiz/parte aérea.

A Figura 9 apresenta o comportamento dos genótipos em função dos tempos de encharcamento, para o diâmetro dos ramos. As cultivares ‘Harmony’ (HAR), IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 572 ‘Jales’ (572), ‘Paulsen 1103’ (PAU) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram diferença para a interação G x T, somente a IAC 766

‘Campinas’ (766) que apresentou comportamento conforme o gráfico, sendo o valor médio máximo de 5,2mm aos 9 dias de encharcamento e, valor médio mínimo de 4,19mm aos 14 dias de encharcamento.

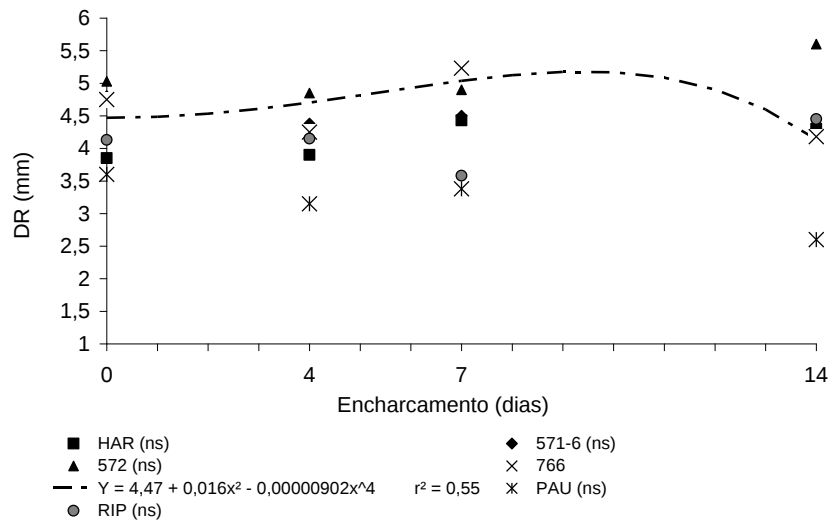


Figura 9: Media do diâmetro dos ramos dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN. 2010.

Na Figura 10, observa-se o gráfico de médias dos genótipos para o diâmetro dos ramos, sendo IAC 572 ‘Jales’ (572) a cultivar que apresentou maiores médias, enquanto ‘Paulsen 1103’ (PAU) apresentou menores médias. Com exceção das cultivares IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP), pode-se perceber nas demais cultivares um decréscimo no diâmetro dos ramos, aos 14 dias de encharcamento.

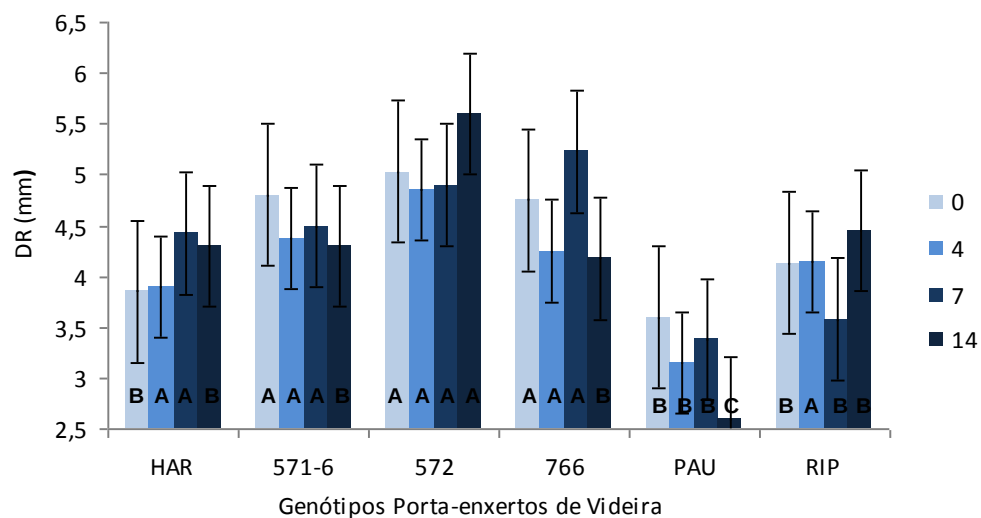


Figura 10: Médias dos tratamentos para o diâmetro dos ramos. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Para o comprimento do sistema radicular, também não se observou diferenças entre os fatores G x T, somente para o fator genótipo isoladamente. O gráfico das médias dos genótipos para esta variável é apresentado na Figura 11. A cultivar IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) apresentou as maiores médias enquanto a ‘Paulsen 1103’ (PAU), os menores valores médios.

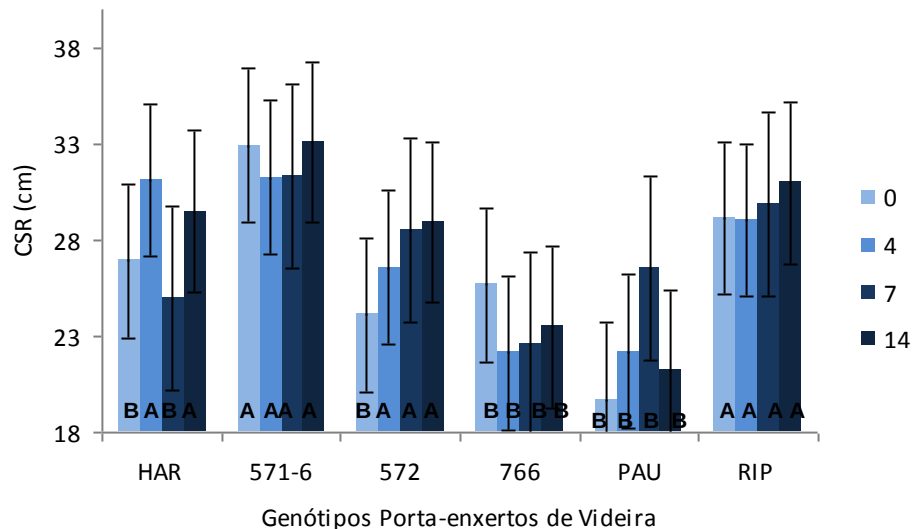


Figura 11: Médias dos tratamentos para o comprimento do sistema radicular. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram decréscimo no comprimento da raiz conforme aumentou o período de encharcamento; contrariamente, o sistema radicular nessas cultivares aumentou de comprimento ao longo do período de encharcamento.

A hipoxia causa inicialmente a redução rápida do crescimento das raízes que depois começam a senescer pelas pontas (BARRETT-LENNARD, 2003). Isso porque a hipoxia sofrida pelo sistema radicular em plantas encharcadas provoca queda imediata na respiração das raízes (LIAO; LIN, 2001). Logo, leva as raízes a uma situação de estresse fazendo com que as plantas respondam com maior ou menor eficiência (ARMSTRONG et al., 1994).

Na Figura 12, pode-se observar raízes de plantas ao longo do período de hipoxia. Plantas com 14 dias de encharcamento apresentaram raízes escuras, enquanto as plantas na ausência de encharcamento mostraram cores claras e firmes. Essa

coloração escura indica o apodrecimento/morte das raízes e todos os porta-enxertos apresentaram essa característica.



Figura 12: Raízes da planta sem encharcamento e aos 4, 7 e 14 dias de encharcamento, respectivamente, da direita para esquerda.

Durante a privação de O_2 , ocorre a acidificação do citosol e o piruvato, produto da glicólise, é transformado em lactato e etanol, que representam as principais reações fermentativas das plantas (SOUSA; SODEK, 2002), substâncias tóxicas as células das plantas.

Com relação à massa seca das folhas, as cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) apresentaram maiores médias; Já a ‘Harmony’ (HAR) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) apresentaram as menores médias, conforme está apresentado na Figura 13. É importante salientar que, a cultivar ‘Ripária do Traviú’ (RIP) apresentou menores médias para número de folhas (unidade planta⁻¹) evidenciando a menor perda de massa seca das folhas desta cultivar em comparação com as demais. Além disso, corroborando com os resultados desse estudo, Ruivo (2009) em seus estudos sobre tempos de encharcamento em diferentes genótipos de videira, observou redução da massa seca das folhas entre o controle e o terceiro dia de encharcamento nos porta-enxertos IAC 571-6 ‘Jundiaí’ e IAC 572 ‘Jales’, e entre o controle e o sexto dia no IAC 766 ‘Campinas’.

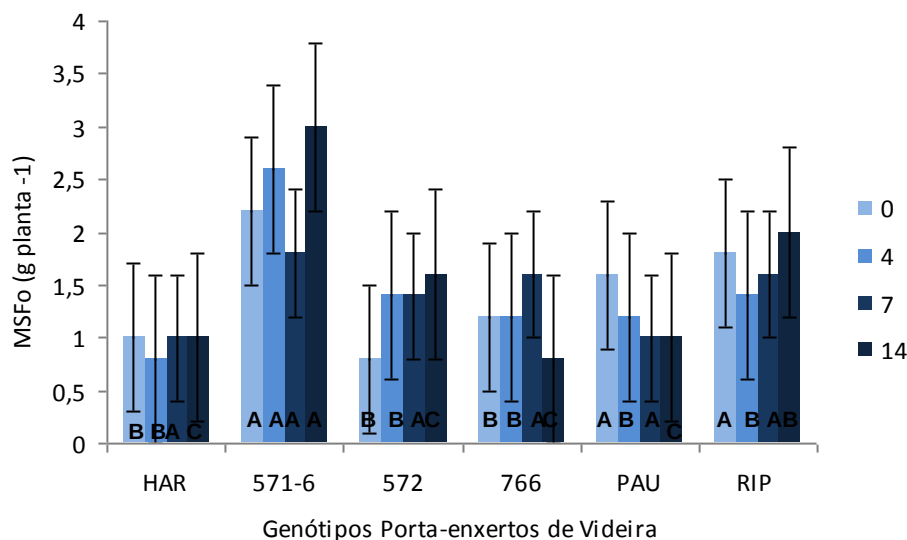


Figura 13: Médias dos tratamentos para a massa seca das folhas. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Para massa seca da parte aérea (sem considerar a estaca), as cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) apresentaram as maiores médias; ‘Harmony’ (HAR) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) as menores médias, conforme se observa na Figura 14. Carvalho (2002) e Kramer; Boyer (1995) afirmam que há diminuição da condutância estomática e na velocidade da fotossíntese devido a um distúrbio no metabolismo do nitrogênio, bem como 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. 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 as citocininas e giberelinas.

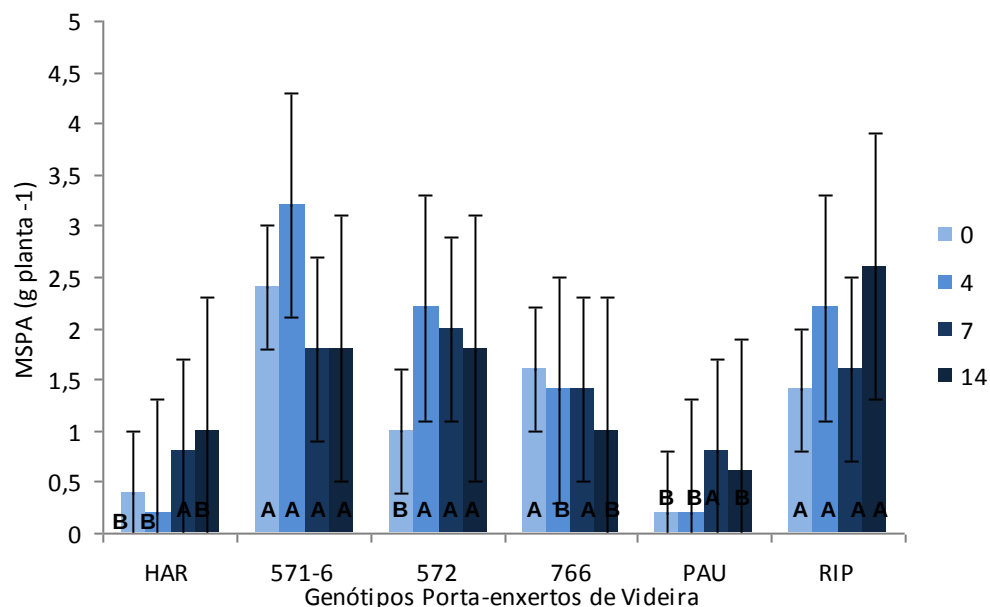


Figura 14: Médias dos tratamentos para a massa seca da parte aérea. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a massa seca do sistema radicular, as cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e ‘Ripária do Taviú’ (RIP) apresentaram maiores médias, assim como maiores decréscimos de matéria seca (17,6% e 19,4%, respectivamente) ao longo do período de encharcamento; enquanto a ‘Paulsen 1103’ (PAU) as menores médias e decréscimo de 15,6% (Figura 15). As raízes obtêm O_2 diretamente do solo para a respiração aeróbica. Quando há excesso de água, os poros são preenchidos pela água e o O_2 é bloqueado. Diz Carvalho (2002) e Kramer; Boyer (1995) que a hipoxia faz com que as raízes realizem respiração anaeróbica, produzindo substâncias tóxicas às células, como aldeídos, ácidos orgânicos e álcool, provocando morte celular.

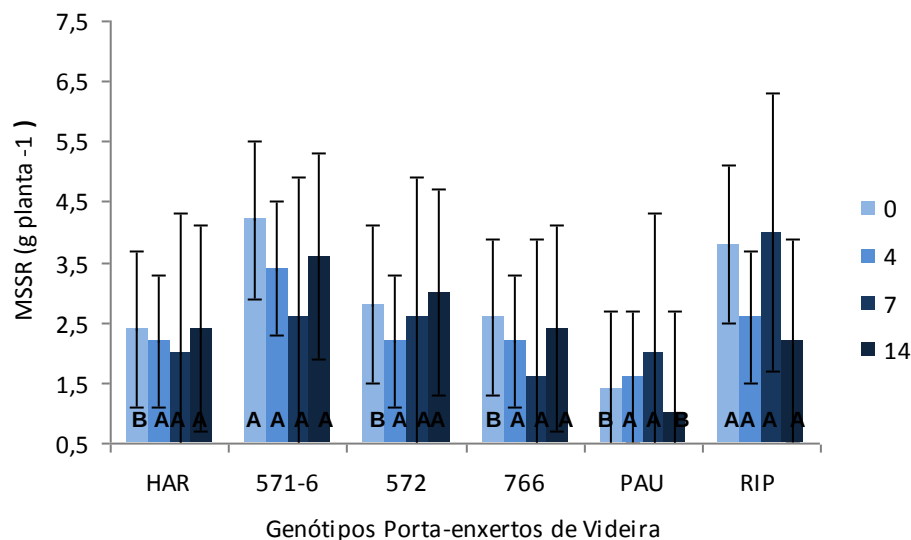


Figura 15: Médias dos tratamentos para a massa seca do sistema radicular. Mossoró, RN. 2010.
 *Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a massa seca total, as cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e IAC 572 ‘Jales’ (572) apresentaram maiores médias, enquanto ‘Harmony’ (HAR), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) as menores médias (Figura 16). Conforme houve diminuição nas matérias secas das folhas, parte aérea e raiz em todos os genótipos quando se aumentou o período de encharcamento, do mesmo modo ocorreu na massa seca total, exceto para ‘Ripária do Traviú’ (RIP).

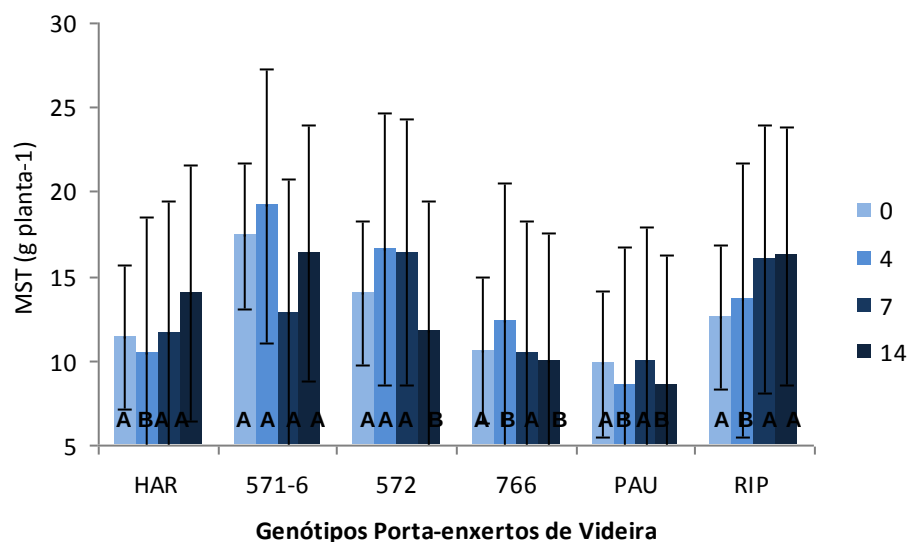


Figura 16: Médias dos tratamentos para a massa seca total. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2 RESULTADOS DAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

Na Tabela 3, observam-se os quadrados médios do potencial hídrico máximo foliar, condutância estomática, taxa fotossintética, transpiração e concentração interna de CO₂ dos seis genótipos, submetidos a quatro tempos de encharcamento. Verifica-se que houve interação significativa entre os fatores ao nível de 1% de probabilidade para condutância estomática e transpiração, enquanto para taxa fotossintética e concentração interna de CO₂ houve significância ao nível de 5% de probabilidade; já para eficiência do uso da água não houve efeito significativo.

Tabela 3 Resumo da análise de variância (quadrado médio) para o potencial hídrico (Ψ_{H_2O}), condutância estomática (g_s), fotossíntese (A), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (Ci), em função dos diferentes genótipos (G) ('Paulsen 1103', 'Harmony', 'Ripária do Traviú', IAC 572 'Jales', IAC 766 'Campinas' e IAC 571-6 'Jundiaí') e tempos (T) (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

F. V.	GL	Ψ_{H_2O}	g_s	A	E	Ci
G	5	0,0004 ^{n.s.}	0,01**	2,0**	0,83**	5,95*
T	3	0,0185**	0,02**	3,03**	1,09**	3,7 ^{n.s.}
G x T	15	0,0018 ^{n.s.}	0,0039* *	0,51*	0,32**	3,59*
Blocos	3	0,0009 ^{n.s.}	0,0040*	0,15 ^{n.s.}	0,15 ^{n.s.}	18,33**
Resíduo	69	0,0012	0,0010	0,24	0,11	1,85
C.V. (%)			2,99	20,5	17,64	8,73

**Efeito significativo a 1% de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade. ^{n.s.} não significativo, pelo teste F.

Nota: G – Genótipos; T – Tempos; G x T – Genótipos x Tempos.

Na Tabela 4 estão expostos os quadrados médios da eficiência do uso da água, eficiência de carboxilação, déficit de pressão de vapor, temperatura da folha e do índice de clorofila dos seis genótipos, submetidos a quatro tempos de encharcamento. Verifica-se que houve interação significativa entre os fatores ao nível de 1% de probabilidade apenas para o déficit de pressão de vapor, enquanto para eficiência de carboxilação houve significância ao nível de 5% de probabilidade e, não significância para as demais variáveis.

Tabela 4 Resumo da análise de variância (quadrado médio) para a eficiência do uso de água (E.U.A.), eficiência de carboxilação (E. C. A), déficit de pressão de vapor (DPV), temperatura foliar (Tf) e índice de clorofila (IC), em função dos diferentes genótipos ('Paulsen 1103', 'Harmony', 'Ripária do Traviú', IAC 572 'Jales', IAC 766 'Campinas' e IAC 571-6 'Jundiá') e tempos (T0, T4, T7 e T14) durante os 14 dias de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

F. V.	GL	E.U.A	E.C.A	DPV	Tf (°C)	IC
G	5	0,17**	0,0002**	0,052**	0,9 ^{n.s.}	2,95**
T	3	0,045 ^{n.s.}	0,0003**	0,103**	8,38**	0,09 ^{n.s.}
G x T	15	0,042 ^{n.s.}	0,00004*	0,02**	0,53 ^{n.s.}	0,31 ^{n.s.}
Blocos	3	0,057 ^{n.s.}	0,00001 ^{n.s.}	0,17**	60,35**	0,24 ^{n.s.}
Resíduo	69	0,026	0,00002	0,007	0,9	0,22
CV (%)		9,48	0,46	4,23	2,61	13,16

**Efeito significativo a 1% de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade. ^{n.s.} não significativo, pelo teste F.

Nota: G – Genótipos; T – Tempos; G x T – Genótipos x Tempos.

Não houve diferença do potencial hídrico foliar entre os genótipos, somente para os tempos, apresentando comportamento linear decrescente (Figura 17). O valor máximo obtido foi de -1,07 aos 2 dias de encharcamento, enquanto o valor mínimo (-1,16MPa) foi obtido aos 14 dias de encharcamento, havendo um decréscimo nos valores conforme se aumentou o período de encharcamento.

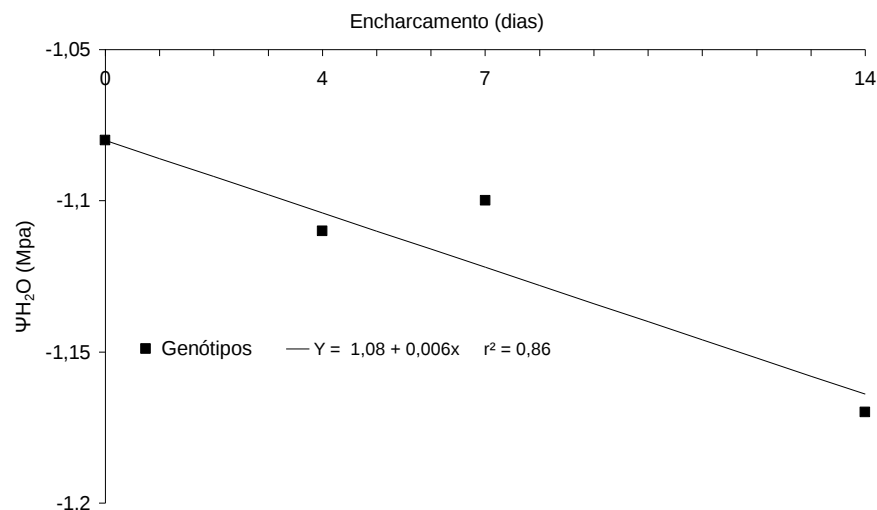


Figura 17: Potencial hídrico foliar dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

Assis et al. (2004) ressaltam que a água que é combinada bioquimicamente com o CO₂ da atmosfera para formar os açúcares, representa menos que 1% da água absorvida pelas raízes da videira, sendo o restante perdido por transpiração. Quando a demanda evaporativa causa transpiração da folha superior ao seu suprimento de água, desenvolve-se dentro da folhagem uma pressão negativa de água. Quando esta pressão negativa, que é geralmente expressa como potencial de água da folha excede -13 atmosferas (-1,3MPa), os estômatos se fecham e a fotossíntese para. Segundo Liu et al. (1978), os estômatos da videira fecham-se parcialmente quando o potencial hídrico atinge cerca de -1.3 MPa. De acordo com Hsiao (1973), um estresse moderado pode ser detectado quando o potencial hídrico atinge até - 1,2 MPa, o que ocorreu neste estudo.

Para a condutância estomática, as cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram diferença para a interação G x T, já ‘Harmony’ (HAR), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’

(PAU) apresentaram comportamento quadrático para esta variável. Os valores máximos calculados foram de $0,32 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,22 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,36 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aos dois dias de encharcamento; enquanto os valores mínimos foram de $0,08 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,018 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,06 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aos 14, 10 e 12 dias de encharcamento, respectivamente (Figura 18).

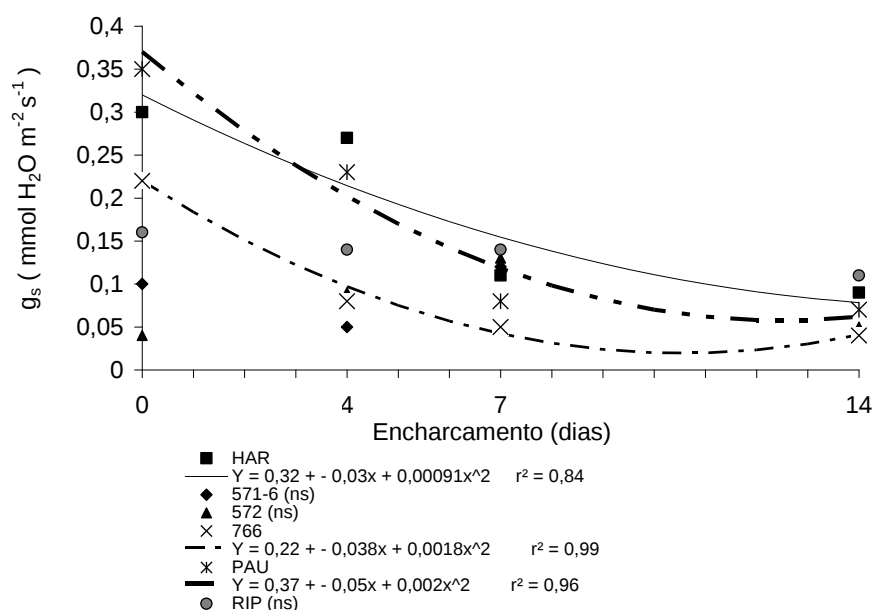


Figura 18: Condutância estomática dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

Houve decréscimo na condutância estomática para todos os genótipos avaliados, conforme é observado na Figura 19. É importante salientar que além da queda nos valores da condutância estomática ao longo do período de encharcamento (17% a maior queda registrada na cultivar Paulsen 1103), também houve prejuízos nos demais processos fisiológicos da planta.

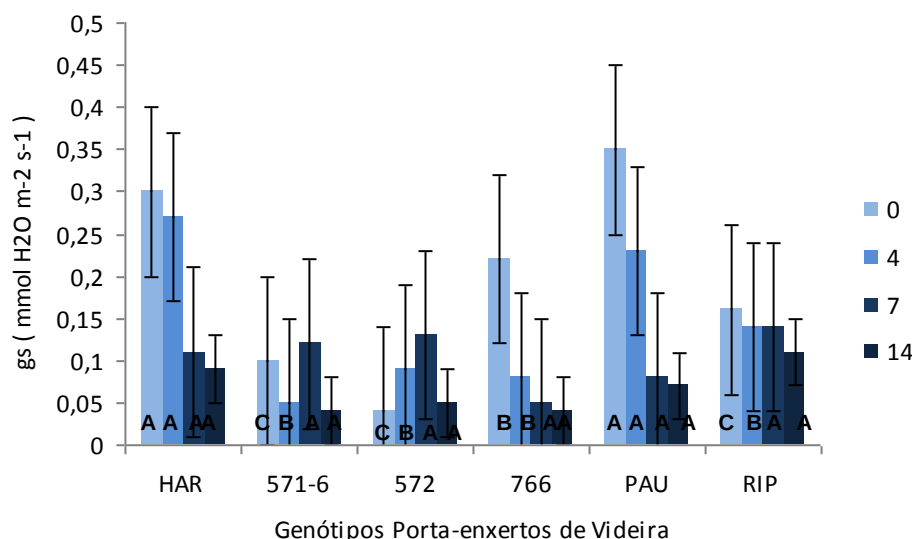


Figura 19: Médias dos tratamentos para condutância estomática. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Taiz; Zeiger (2004), em algumas espécies, o encharcamento induz o fechamento estomático. Já Kolzowski; Pallardy (2004) afirma que dentre as respostas da planta à inundação, o fechamento dos estômatos, parcial ou total, é uma das primeiras respostas da parte aérea. A escassez de O_2 nas raízes pode estimular a produção de ácido abscísico (ABA) e o seu movimento nas folhas. Todavia, ainda segundo Taiz; Zeiger (2004), o fechamento estomático sob estas condições pode ser atribuído principalmente a produção adicional do ABA pelas folhas mais velhas, localizadas mais abaixo. Estas folhas murcham e exportam seu ABA para as folhas túrgidas mais jovens, levando ao fechamento estomático.

Na Figura 20, pode-se observar o comportamento dos seis genótipos em função dos diferentes tempos de encharcamento, para a fotossíntese. As cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram diferença para interação G x T, já ‘Harrmony’ (HAR), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) apresentaram comportamento quadrático em

termos de fotossíntese. O valor máximo calculado da fotossíntese é de 11,31 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹, 8,7 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹ e 12,3 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹ aos dois dias de encharcamento para ‘Harmony’ (HAR), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU), e valor mínimo de 5,14 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹, 1,7 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹ e 3,7 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹ aos 11, 12 e 14 dias de encharcamento, respectivamente.

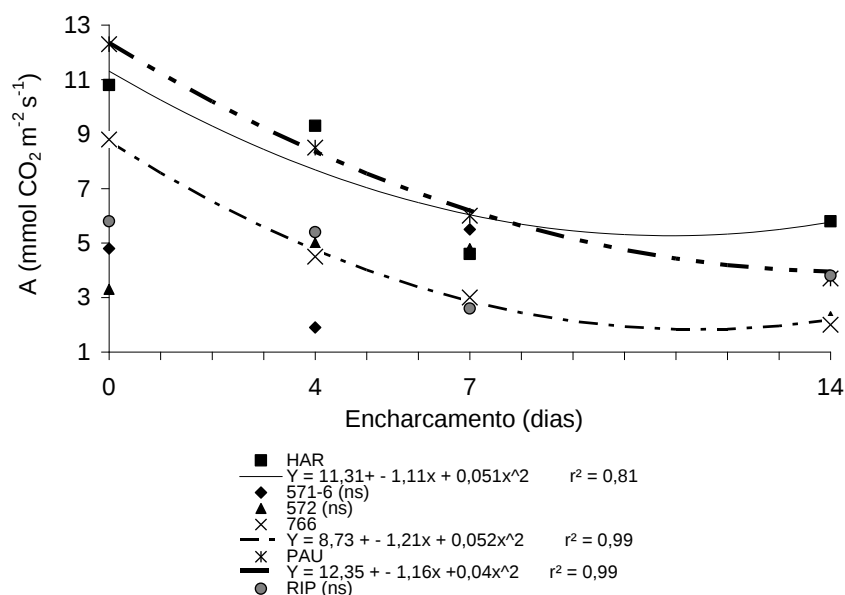


Figura 20: Fotossíntese dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN. 2010.

As cultivares ‘Harmony’ (HAR), ‘Paulsen 1103’ (PAU) e IAC 766 ‘Campinas’ (766) apresentaram maiores médias em detrimento das demais, enquanto IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e IAC 572 ‘Jales’ (572) apresentaram menores médias, conforme observa-se na Figura 21. Pode-se perceber ainda, redução na taxa fotossintética para todos os genótipos ao longo do período de encharcamento, sendo as maiores reduções registradas em IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) de 46% e 42%, respectivamente.

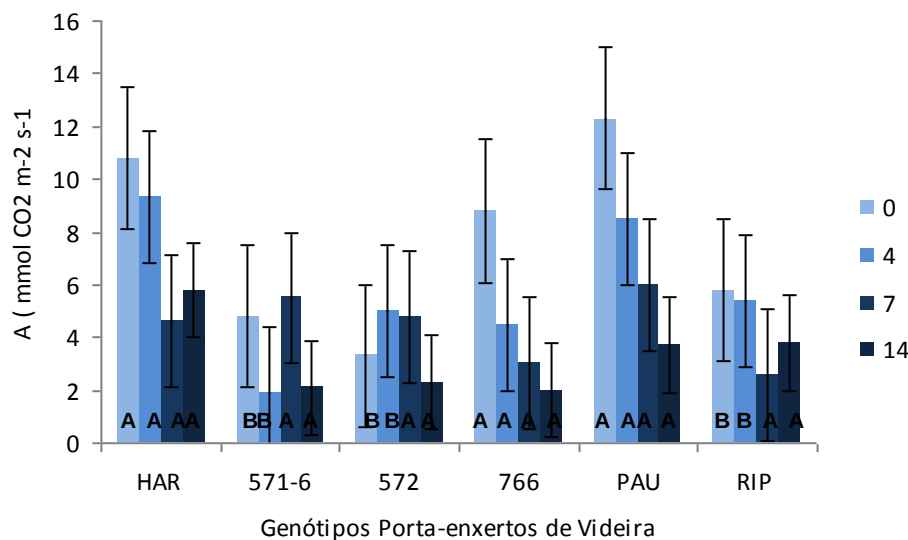


Figura 21: Médias dos tratamentos para a fotossíntese. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Kindermann; Smart (1971), a fotossíntese da videira é reduzida por fatores estomáticos quando o potencial hídrico atinge de $-1,3$ MPa a $-1,6$ MPa. Além disso, 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; BOYER, 1995). A diminuição do conteúdo de água promove o fechamento estomático, reduzindo a taxa fotossintética.

Para transpiração, as cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram diferença para a interação G x T, já ‘Harmony’ (HAR), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) apresentaram comportamento quadrático. Os valores máximos calculados foram $5,8 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $4,57 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $6,25 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aos 2 dias de encharcamento; enquanto os valores mínimos foram de $2,38 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,91 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $1,44 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ aos 14, 11 e 14 dias de encharcamento, respectivamente (Figura 22).

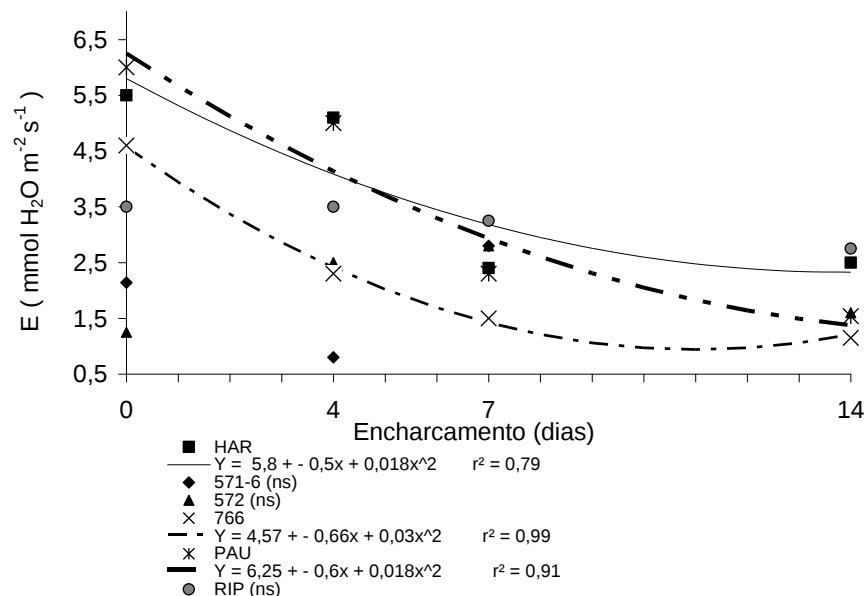


Figura 22: Transpiração dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN. 2010.

As maiores médias registradas para transpiração foram verificadas nas cultivares ‘Harmony’ (HAR), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) e as menores médias nas cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e IAC 572 ‘Jales’ (572) (Figura 23). Houve acentuada redução na transpiração conforme aumentou o período de encharcamento para todos os genótipos, exceto ‘Riparia do Traviú’ (RIP), sendo a redução mais significativa nas cultivares ‘Paulsen 1103’ (PAU) e IAC 766 ‘Campinas’ (766) (44% e 40,2%, respectivamente).

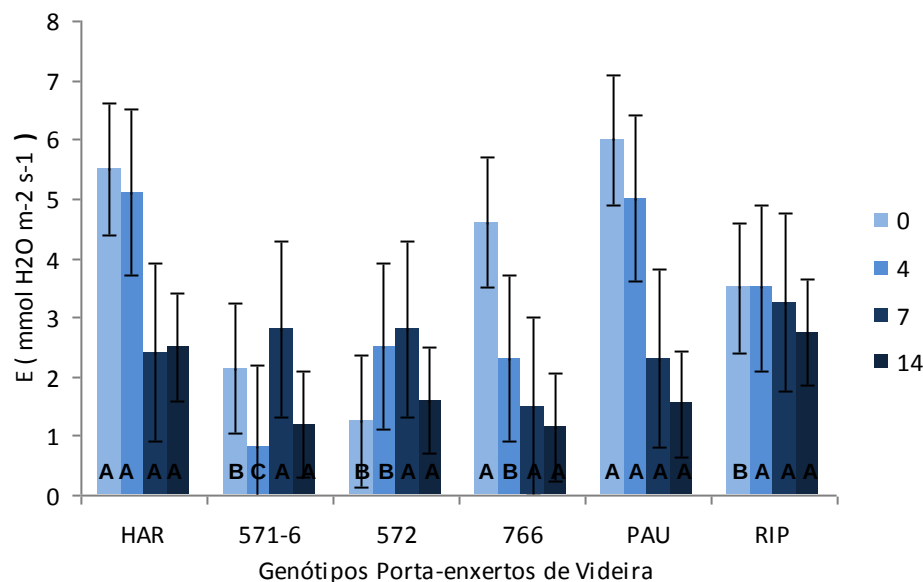


Figura 23: Médias dos tratamentos para transpiração. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Em estudo similar, Ruivo (2009) também encontrou resultados semelhantes para transpiração em porta-enxertos de videira submetidos a diferentes tempos de encharcamento e afirmou que a redução da transpiração ocorreu devido à baixa absorção de água pelas raízes, ocasionada pela redução da superfície de absorção provocada pela morte. Com isso, houve uma diminuição do potencial hídrico na folha, o que provocou um aumento na temperatura interna, causando fechamento estomático e reduzindo a transpiração, além de reduzir a fotossíntese e a condutância estomática, corroborando este estudo. Okamoto et al. (2003) também observaram resultados semelhantes destes resultados quando estudaram tolerância ao excesso de água no crescimento de várias uvas de mesa no Japão, salientando que o declínio da taxa de transpiração foi similar ao da taxa de fotossíntese em quatro cultivares de videira.

Para concentração interna de CO₂ as cultivares ‘Harmony’ (HAR), IAC 572 ‘Jales’ (572), IAC 766 ‘Campinas’ (766), ‘Paulsen 1103’ (PAU) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram diferença para interação G x T; enquanto IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) apresentou comportamento conforme o gráfico, tendo seu máximo valor calculado de 311,94 mmol CO₂ mol ar⁻¹ em 4 dias de encharcamento e mínimo valor de 235,3 mmol CO₂ mol ar⁻¹ aos 14 dias de encharcamento, respectivamente (Figura 24).

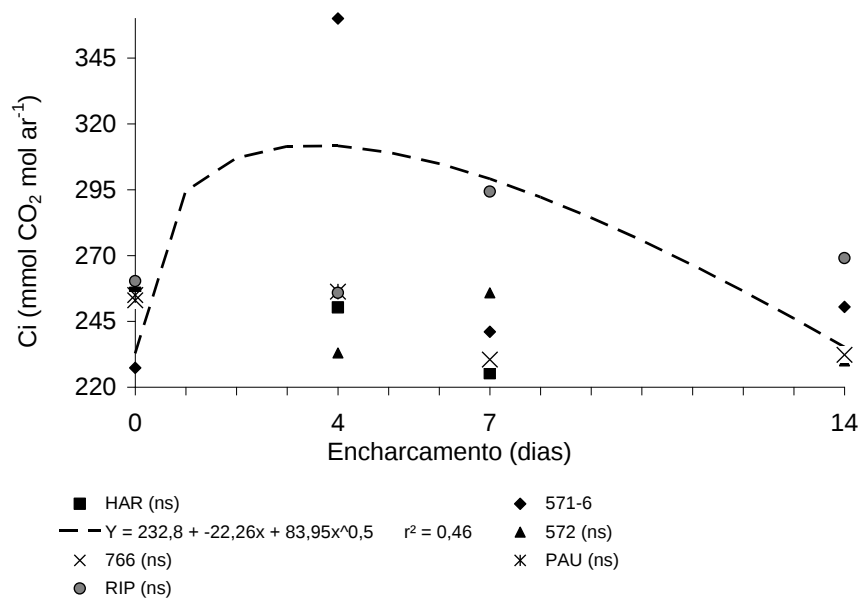


Figura 24: Concentração interna de CO₂ dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN. 2010.

Na Figura 25, é possível perceber a redução da Ci nos genótipos estudados aos 14 dias de encharcamento, sendo nas cultivares IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) as reduções mais acentuadas.

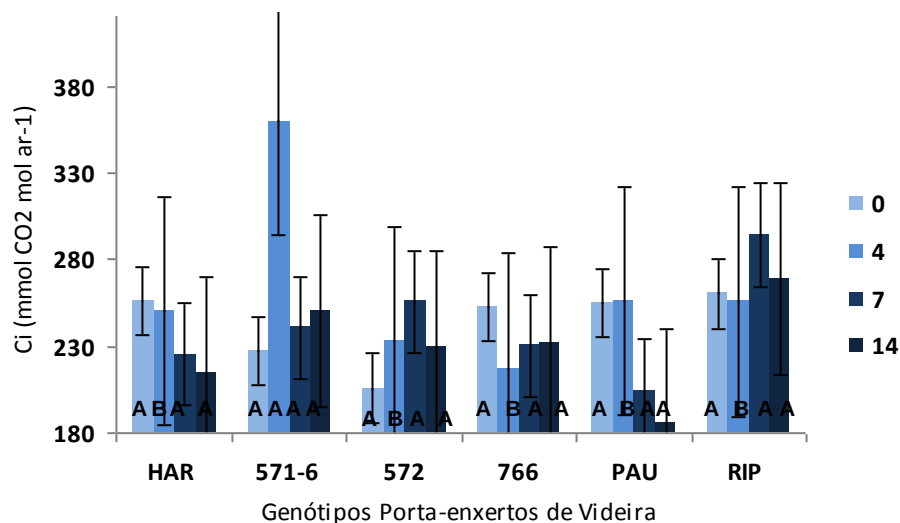


Figura 25: Médias dos tratamentos para concentração interna de CO₂. Mossoró, RN. 2010.
 *Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Taiz; Zeiger (2004), quando os estômatos fecham, mais CO₂ pode ser absorvido por unidade de água transpirada, por isso também ocorre aumento na eficiência do uso de água. Isso porque o fechamento estomático inibe a transpiração mais do que diminui as concentrações intercelulares de CO₂.

Talvez a pouca redução na condutância estomática observada neste estudo, tenha ocorrido em função disso, haja vista que, apesar de ter havido decréscimo na Ci, não houve redução drástica, exceto para IAC 571- 6 ‘Jundiaí’ (571-6) e ‘Paulsen 1103’ (PAU), fato que explica porque nestas mesmas cultivares a condutância estomática tenha sofrido maior prejuízo.

Quanto à eficiência do uso da água, a cultivar ‘Ripária do Traviú’ (RIP) registrou as menores médias. Isso se deveu às baixas taxas de fotossíntese registradas pela cultivar, aliadas à alta taxa de transpiração ao longo do período de encharcamento. As demais cultivares apresentaram pouca diferença na E.U.A. atingindo maiores valores aos 14 dias de encharcamento nas cultivares ‘Harmony’ (HAR) e ‘Paulsen

1103' (PAU) e menores valores nas cultivares IAC 571-6 'Jundiaí' (571-6), IAC 572 'Jales' (572) e 'Ripária do Traviú' (RIP) aos 7 dias de encharcamento, a partir do qual ocorreu incremento na E.U.A. nos 7 dias de encharcamento subseqüentes (Figura 26).

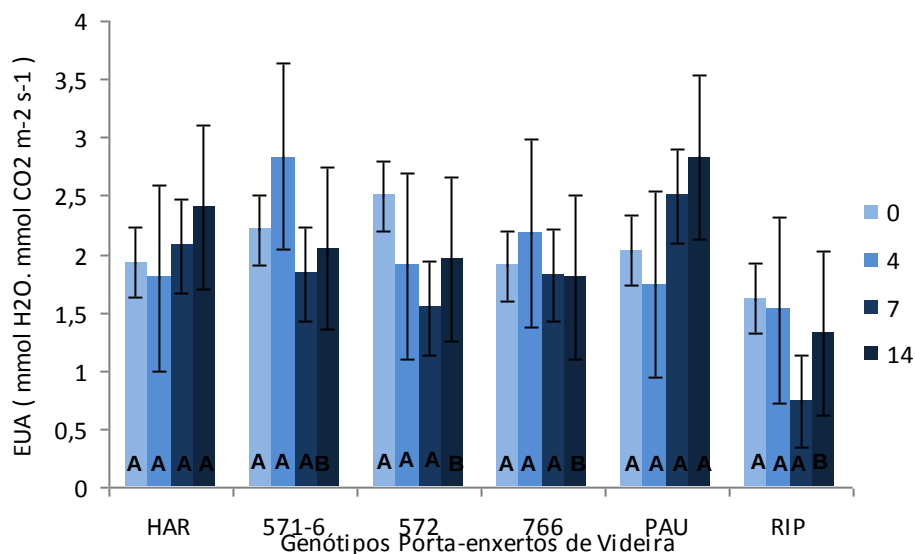


Figura 26: Médias dos tratamentos para eficiência do uso da água. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Assis et al. (2004), o fechamento parcial do poro estomático pode resultar em aumento na eficiência no uso da água, ou seja, o volume de água transpirada por quantidade de matéria seca produzida. Esta vantagem foi detectada em videiras estressadas por falta de água no solo, ou pelo aumento no déficit de pressão de vapor da atmosfera (During, 1987).

Para eficiência de carboxilação não foi verificada diferença para as cultivares IAC 571-6 'Jundiaí' (571-6), IAC 572 'Jales' (572) e 'Ripária do Traviú' (RIP) na interação G x T. Já 'Harmony' (HAR), IAC 766 'Campinas' (766) e 'Paulsen 1103' (PAU) apresentaram comportamento quadrático. Os valores máximos calculados foram de 0,05, 0,04 e 0,05 aos 2 dias de encharcamento para 'Harmony' (HAR), IAC 766

‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’(PAU). E os valores mínimos calculados de 0,024, 0,008, 0,018 aos 10, 12 e 14 dias de encharcamento, respectivamente (Figura 27).

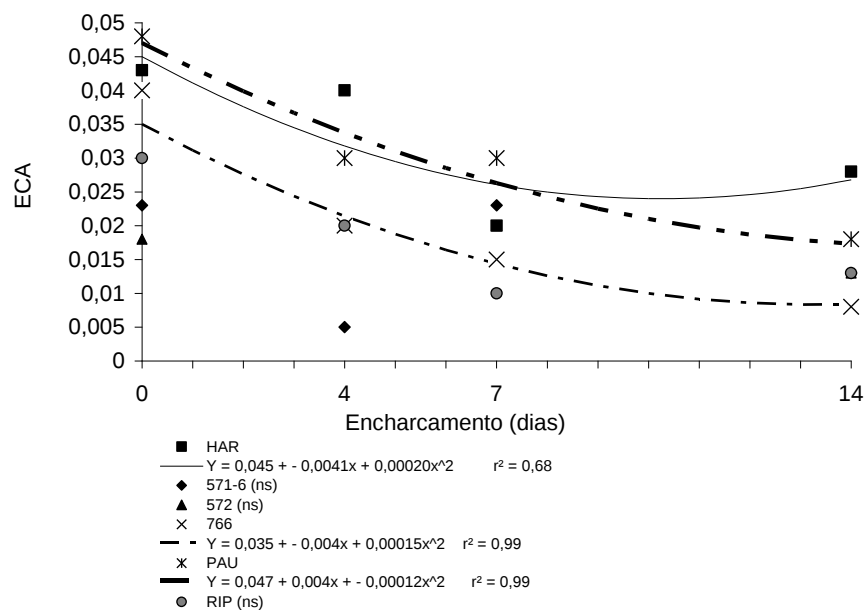


Figura 27: Eficiência de carboxilação dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

As maiores e menores médias foram registradas nas cultivares ‘Paulsen 1103’ (PAU) e IAC 572 ‘Jales’ (572), respectivamente. Ocorreu decréscimo na E.C.A, conforme aumentou o período de encharcamento em todas cultivares estudadas, como se observa na Figura 28.

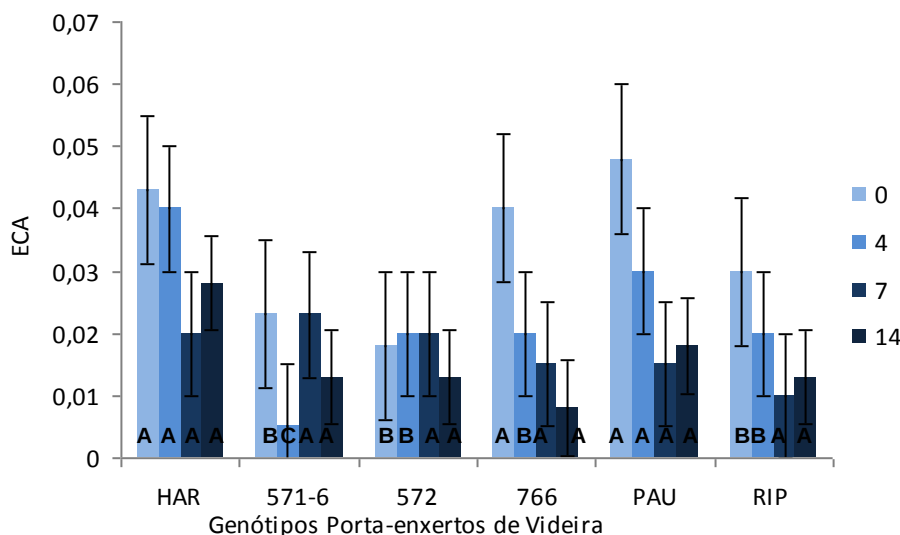


Figura 28: Médias dos tratamentos para eficiência de carboxilação. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

A ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase (rubisco), é a enzima chave na fotossíntese e representa até 40% do total das proteínas solúveis na maioria das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2004). A eficiência de carboxilação *in vivo* pode ser determinada pela análise da fotossíntese (A) em função da variação da concentração interna de CO₂ (Ci). À medida que a assimilação de CO₂ se aproxima de valores nulos, este gás torna-se o principal fator limitante do processo da fotossíntese. A alteração da relação A/Ci representa a estimativa da eficiência de carboxilação da enzima rubisco (FARQUHAR; SHARKEY, 1982). Camili et. al. (2007), afirmam que fatores do ambiente ou ligados à própria planta, que afetam a fotossíntese, e, portanto, a produtividade biológica, podem ter ação na rubisco.

Para o déficit de pressão de vapor, as cultivares IAC 572 ‘Jales’ (572) e ‘Ripária do Traviú’ (RIP) não apresentaram diferença para a interação G x T, já ‘Harmony’ (HAR), IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) apresentaram comportamento quadrático, conforme ilustra a Figura 30.

Os valores máximos calculados foram de 2,9 KPa, 3,22 KPa, 3,35 KPa e 3KPa aos 11, 10, 10 e 12 dias de encharcamento para ‘Harmony’ (HAR) e IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6), IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU), respectivamente. E os valores mínimos calculados de 2,02 KPa, 2,72 KPa, 2,28 KPa e 1,8 KPa aos 2 dias de encharcamento para ‘Harmony’ (HAR), IAC 571-6 ‘Jundiaí’ (571-6) e IAC 766 ‘Campinas’ (766) e ‘Paulsen 1103’ (PAU), respectivamente (Figura 29).

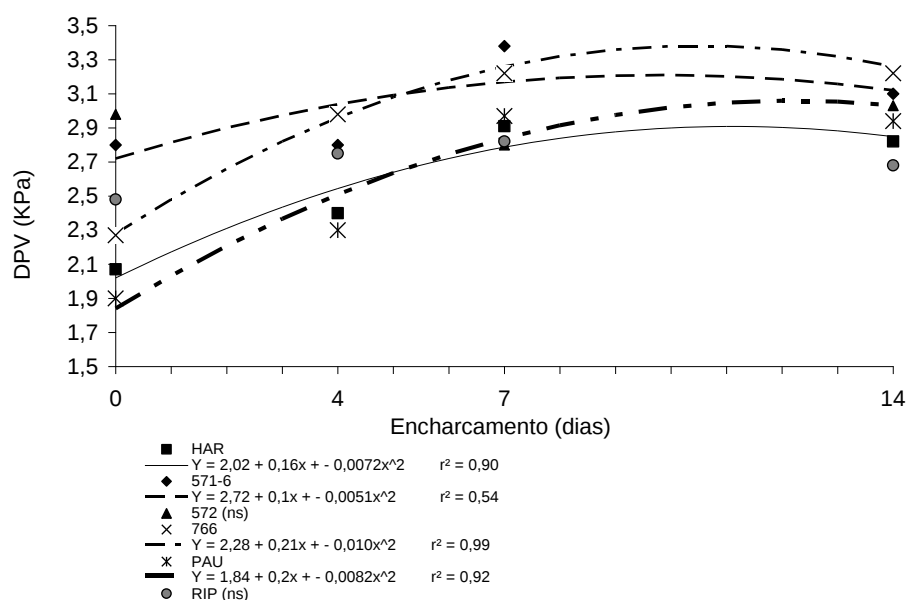


Figura 29: Déficit de pressão de vapor dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento. Mossoró, RN, 2010.

Na Figura 30, estão apresentadas as médias dos genótipos para o déficit de pressão de vapor, em que pode observar o acréscimo nos valores conforme aumenta o período de encharcamento até os 7 dias, quando ocorre uma sutil queda nos valores. Esse resultado segue o comportamento da temperatura foliar, que aumentou conforme decorreu o período de encharcamento até os 8 dias, quando também registrou-se sutil queda.

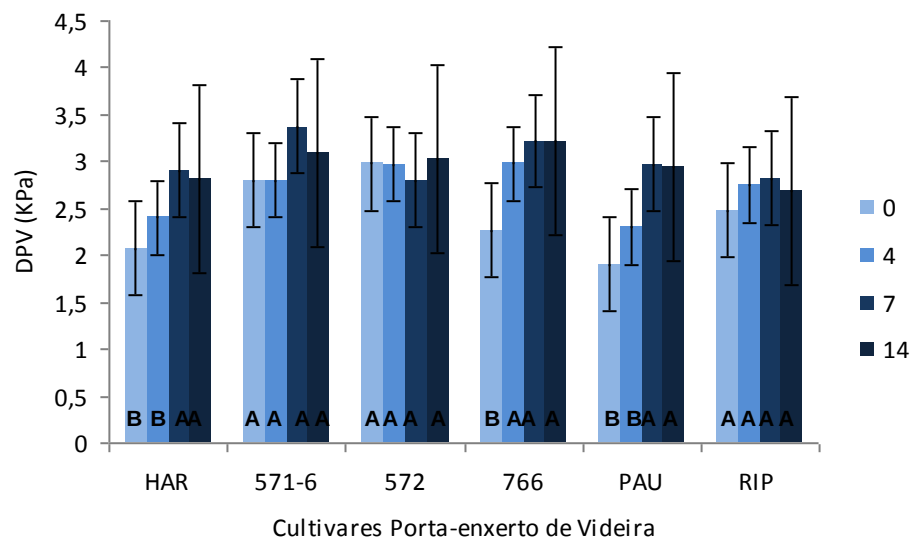


Figura 30: Médias dos tratamentos para o déficit de pressão de vapor. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Confirmando esse estudo, Costa; Marengo (2007) estudando variáveis fisiológicas em *Carapa guianensis*, observaram que o déficit de pressão de vapor da folha (DPV), aumentou gradativamente, acompanhando os aumentos da temperatura da folha. O DPV é uma variável que depende tanto da umidade e temperatura do ar como da temperatura da folha (MARENCO; LOPES, 2005). Costa; Marengo (2007), afirmam ainda em seu estudo que, a queda da condutância estomática pode ser atribuída ao aumento do DPV, à diminuição do potencial hídrico da folha ou ao efeito combinado de ambos os fatores.

Para a temperatura foliar, não foi verificada diferença estatística entre os genótipos, porém foram observadas diferenças para os tempos, com comportamento quadrático (Figura 31). O valor máximo da temperatura observado foi de 37°C aos 8 dias de encharcamento e o valor mínimo de 35,5°C aos 2 dias de encharcamento.

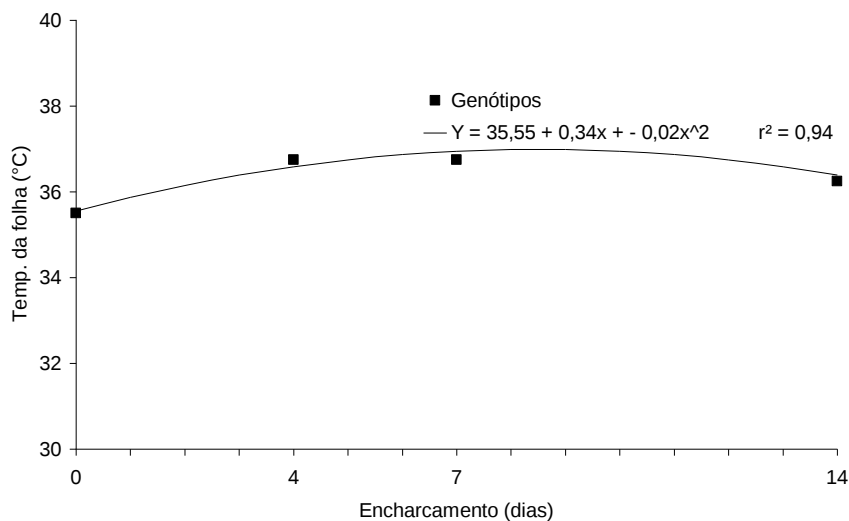


Figura 31: Comportamento médio dos seis genótipos porta-enxertos em função dos quatro tempos de encharcamento, para temperatura foliar. Mossoró, RN. 2010.

Assis et al. (2004) dizem que um aumento na temperatura das folhas pode ocorrer se houver uma redução da abertura estomática e, conseqüentemente da transpiração. Freeman et al. (1980) observaram incrementos em torno de 10°C acima da temperatura do ar em folhas de videiras estressadas, devido ao fechamento dos estômatos. Logo, dependendo da sua intensidade o aumento na temperatura das folhas poderá causar distúrbios metabólicos, além de danos físicos irreversíveis às folhas. Taiz; Zeiger (2004) afirmam que quando a transpiração diminui e a temperatura foliar é mais alta que a do ar, parte da energia extra da folha é dissipada como perda de calor sensível, por isso, adaptações que esfriam as folhas por outros meios além da evaporação, são muito efetivas na conservação da água.

Para o índice de clorofila, as cultivares ‘Harmony’ (HAR) e ‘Paulsen 1103’ (PAU) alcançaram maiores médias em comparação com as demais, sendo a cultivar ‘Ripária do Traviú’ (RIP) a que apresentou menores médias. Com exceção da cultivar

‘Harmony’ (HAR), todas as cultivares tiveram decréscimo no índice de clorofila ao longo do período de encharcamento, conforme se observa na Figura 32.

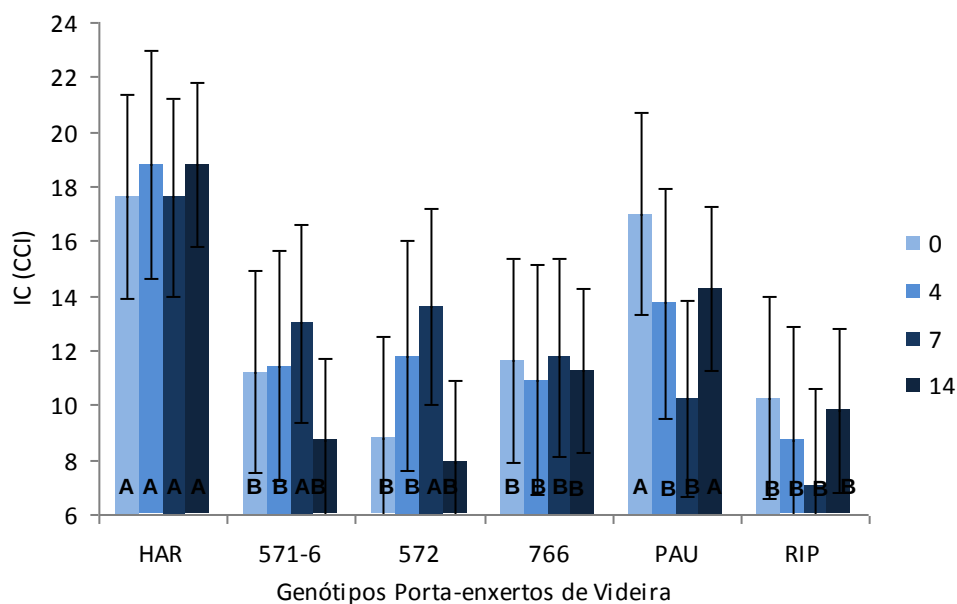


Figura 32: Médias dos tratamentos para índice de clorofila. Mossoró, RN. 2010.

*Dentro do mesmo tempo de encharcamento, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Assis et al. (2004) a clorofila, pigmento de cor verde ou verde azulado, tem a função de capturar a luz do sol, é constituída de carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e magnésio. Assim, o aumento na atividade fotossintética durante a expansão foliar é devido ao maior nível de clorofila por unidade de área foliar.

Dessa forma, conforme salientou Marenco; Lopes (2005), a taxa de crescimento de uma espécie é determinada não apenas pela análise de um fator isolado, mas por uma série de outros fatores, tais como: a taxa de respiração, assimilação de carbono, potencial hídrico, índice de clorofila e a superfície foliar da planta, que interagem de forma complexa, cujo resultado final é o acúmulo de biomassa.

5 CONCLUSÕES

O encharcamento afetou negativamente tanto o crescimento, como as características fisiológicas dos genótipos porta-enxertos estudados. Genótipos e período de encharcamento foram importantes aspectos que determinaram a severidade dos prejuízos provocados pelo encharcamento.

O período de encharcamento afetou o crescimento dos ramos a partir do 3º dia; bem como a condutância estomática e a fotossíntese a partir do 2º dia, efeitos agravados com o prolongamento do estresse.

A cultivar ‘Paulsen 1103’ (PAU) mostrou-se mais sensível ao encharcamento, apresentando quedas bruscas nos valores das análises, à medida que aumentou o tempo de encharcamento; já a cultivar ‘Riparia do Traviú’ (RIP) manteve valores mais constantes no decorrer do encharcamento, podendo ser indício de tolerância a esse tipo de estresse ambiental.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, W.; BRANDLE, R.; JACKSON, M.B.; Mechanisms of flood tolerance diferentes regimes hídricos. 2001. 106 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

ASSIS, J. S.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C. Fisiologia da Videira. In: Feira nacional da agricultura irrigada - FENAGRI, Minicursos: apostilas. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/handle/CPATSA/34234> > Acesso em: 7 de Agosto de 2011.

BAILEY-SERRES, J.; VOESENEK, L.A.C.J. Flooding Stress: Acclimations and genetic diversity. **Annual Review of Plant Biology**. p.313-339. Disponível em <<http://www.plant.annualreviews.org/10.1146/annurev.arplant.59.03607.092752.pdf>> Acesso em: 04 de Julho de 2011.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, p.247. 1989.

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

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. Avaliação da capacidade de enraizamento e desenvolvimento vegetativo de genótipos de videira para porta-enxertos. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. p.2-3. 1996.

BNB. **Polo Integrado Petrolina/Juazeiro**: atuação inovadora potencializa desenvolvimento. [S.l.], 1998.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L. AZEVEDO, D. M. P. de VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de LIMA, E. F. (Ed). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.

BOYER, J. S. **Plant productivity and environment science**. p.443-448. 1982.

CAMARGO, U. A. Cultivares para a viticultura tropical no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.15-19, 1998.

CAMARGO, U.A. Tecnologia vitícola: novas variedades. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 2003, Bento Gonçalves. **Anais....** p.127-128. 2003.

CAMARGO, U. A. **Porta-enxertos e cultivares de videira**. EMBRAPA Uva e Vinho. 2008. Disponível em: <
<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/portaenx.html> > Acesso em: 09 de Agosto de 2011.

CAMILLI L.; IKEJIRI, L.; KLEIN, J.; RODRIGUES, J. D.; BOARO, C. S. F. Produtividade e Estimativa da Eficiência de Carboxilação *in vivo* da Enzima Rubisco em Girassol Ornamental Cultivado em Lodo de Esgoto. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 858-860, jul. 2007.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; AMORIM, A. P. **Dados meteorológicos de Mossoró: janeiro de 1898 a dezembro de 1986**. Mossoró: ESAM/FGD, 1987. 325p. (Coleção Mossoroense v. 341).

CARVALHO, C. Uva: Altos e Baixos. **ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul. p.60. 2010.

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

CASTRO, P. **Fisiologia do Estresse**. Disponível em: <
<http://pt.scribd.com/doc/3288418/Fisiologia-do-Estresse> > Acesso em: 16 de Maio de 2011.

CAVALCANTE, H. **Plantação de uva é inundada**. 2008. Disponível em: <
<http://www.diariodonordeste.globo.com/index.asp> > Acesso em: 11 de Dezembro de 2010.

CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C.P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field: photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, 89:907-916. 2002.

CHAVES, M.M.; MAROCO, J.P.; PEREIRA, J.S. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. **Functional Plant biology**, 30:239-264. 2003.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazônica**. p.229 -23, 2007.

COSTA, R. C. L. **Ácido abscísico: Inibidor do crescimento dos vegetais e hormônio antiestresse.** Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Amazônia. Disponível em: <
<http://www.usadesign.com.br/robertocezar/informa%C3%A7%C3%B5es%20do%20site/aulas%20da%20graduacao%20de%20fisiologia%20vegetal/AULAS%20TE%C3%93RICAS/Horm%C3%B4nios%20textos/Horm%C3%B4nios%20Vegetais%20ABA.pdf>>
f Acesso em: 15 de Agosto de 2011.

DIVINO GUIA. **Produção de uvas cai 4% no Brasil em 2009.** 2010. Disponível em: <
<http://divinoguia.blogspot.com/2010/03/producao-de-uvas-cai-4-no-brasil-em.html>>
Acesso em: 15 de Junho de 2011.

DURING, H. Stomatal responses to alterations of soil and air humidity in grapevines. **Vitis**, Geneva, v.26, p.9-18, 1987.

FAO (Food and Agriculture Organization Of The United Nations). 2009.

FARQUHAR, G.D. & SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, 33: 317-345. 1982.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258, 2000.

FERREIRA, M. A.; JÚNIOR, M.J.P.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L.; 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, p.439–445. 2004.

FERREYRA, R.; SELLES, G.; SILVA, H.; AHUMADA, R.; MUÑOZ, I.; MUÑOZ, V. Efecto del agua aplicada en las relaciones hídricas y productividad de la vid ‘Crimson Seedless’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília p.1109–1118. 2006.

FRÁGUAS, J. C. Tolerância de porta-enxertos de videira ao alumínio do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.7, p.1193-1200, jul. 1999.

FREEMAN. B.M.; LEE, T.H.; TURKIGTON, C.R. Interaction of irrigation and pruning level on grape and wine quality of Shiraz vines. **American Journal Enology and Viticulture**, Reedley, v.31, p.124-135, 1980.

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

GOMES, F. P. **Curso da Estatística Experimental**. 14 ed. Piracicaba. USP. 2000. 477p.

HASIO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.

HJOBRAZIL. **História da Uva no Brasil, História do Rio Grande do Sul**. 1992. Disponível em: <http://www.hjobrasil.com/ordem.asp?secao=3&categoria=299&subcategoria=526&id=3374>> Acesso em: 14 de Junho de 2011.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1613> > Acesso em: 10 de Junho de 2011.

INPE. Grupo de Geoprocessamento do Centro Regional do Nordeste: Efeitos das enchentes de março-abril/2008 em 9 municípios localizados a jusante da barragem do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves. 2008. Disponível em: <<http://www.nctn.crn2.inpe.br/enchentes.php>> Acesso em: 13 de Junho de 2011.

JANDEL SCIENTIFIC. **TableCurve: curve fitting software**. Corte Madera, CA. Jandel Scientific, 1991. 280p.

JORNAL DO VINHO. **As uvas finas mais plantadas no Rio Grande do Sul**. 2009. Disponível em: < <http://jornaldovinho.com.br/novo/as-uvas-finas-mais-plantadas-no-rio-grande-do-sul/>> Acesso em: 15 de Junho de 2011.

KINDERMANN, P.E.; SMART, R.E. **Effect of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves**. **Photosynthetica**, Prague, n.5, p. 6-15, 1971.

KLIEWER, W.M. **Grapevine physiology: how does a grapevine make sugar?** Davis, University of California, p.13. (University of California. Leaflet, 21231). 1981.

KOZLOWSKI, T. T. e PALLARDY, S. G. Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. **The Botanical Review**, v. 68, n. 2, p. 270-334. 2002.

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

LEÃO, P. C. S. **Cultivo da Videira: Cultivares de Porta-enxerto**. EMBRAPA Semiárido. 2010. Disponível em: < http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/cultivares.html > Acesso em: 01 de Setembro de 2011.

LEÃO, P. C. de S.; SILVA, E. E. G. da. **Variedades para a produção de uvas sem sementes no nordeste brasileiro**. 2002. Disponível em: < http://www.ceinfo.cnpa.embrapa.br/arquivos/artigo_2572.pdf > Acesso em 08 de Agosto de 2011.

LEMKE-KEYES, C.A.; SACHS, M.M. Anaerobic tolerant null: mutant that allows Adh1 nulls to survive anaerobic treatment. **Journal of Heredity**, Washington, v.80, n.4, p.316-319, July/Aug.1989.

LIAO, C. T.; LIN, C.-H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proceedings of the National Science Council, Roc (B)**, v. 25, p. 148-157, 2001.

LIU, W. T.; POOL, R.; WENKERT, W.; KRIEDEMANN, P. E. Changes in photosynthesis, stomatal resistance and abscisic acid of *Vitis labruscana* through drought and irrigation cycles. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v.29, p. 239-246, 1978.

LOURENÇÃO, A. L.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P., POMMER, C.V., AMBROSANO, G. M. B. Comportamento de porta-enxertos de videira em solo infestado pela pérola-da-terra. **Revista de Agricultura**. v.77. p.57-64, 2002.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, MG. 2005.

MATHEUS, M.A.; ANDERSON, M.M.; SCHULTZ, H.R. Phenologic and growth responses to early and late season water deficits in Cabernet franc. **Vitis**, Geneva, v.26, p.147-160, 1987.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2010**. 2011. Disponível em: < > Acesso em: 29 de Agosto de 2011.

NACHTIGAL, J. C. Produção de mudas de videira em regiões tropicais e subtropicais do Brasil. **Circular Técnica**. Bento Gonçalves. Setembro, 2003.

NASCIMENTO, A.R.P.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R.; VIANA, I.O. Reação de clones de videira a *Xanthomonas campestris* pv. *viticola*, baseada nos componentes epidemiológicos do cancro bacteriano. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 36, n. 1, pp. 1-7. 2006.

NOGUEIRA, R. J. M. C., J MORAES, J. A P. V. de, BURITY, H. A., BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. p.75-87, 2001.

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.

OLIVEIRA FILHO, F. A. de. Produção, área colhida e efetivo de uva no nordeste. **INFORME RURAL ETENE**. Banco do Nordeste. 2011. Disponível em: < http://www.banconordeste.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/informe_uva.pdf > Acesso em: 08 de Agosto de 2011.

OPANASENKO, V.; SEMENOVA, G.; AGAFONOV, A. Changes on the structure and functional state of thylakoids under the conditions of the osmotic shock. *Photosynt. Res.*, 62:281-290, 1999.

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

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

PEZESHKI, S. R., PARDUE, J. H.; DeLAUNE, R. D. Leaf gas exchange and growth of flood-tolerant and floodsensitive tree species under low soil redox conditions. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, p. 453-458, 1996.

PEZESHKI, S.R. Plant response of flooding. In: WILKINSON, R.E. & DEKKER, M. **Plant-environment interactions**. New York. p.289-321, 1994.

POMMER, C. V. Uva: **Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Cinco Continentes. Porto Alegre. 778p. 2003.

POMMER, C. V., MAIA, M. L. **Introdução, história, importância, custos.** In: Celso V. Pommer, ed. UVA: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. 1 ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, v.1, p. 11-35. 2003.

PRIOR, I.D.; GREIVE, A.M.; CULLINS, B.R. Sodium chlorine and soil texture interactions in irrigate field growth Sultana grapevines. II. Plant mineral content, growth and physiology. **Australian Journal Agricultural Research.** p.1067-1083, 1992.

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

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

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal.** 5. ed. New York, Guanabara & Koogan, p. 461.1992.

ROCHA, A. A. L.; BRITTO, W. S. F. Assentamento São José do Vale – Produção e gestão da uva irrigada. **VII Congresso Brasileiro de Sistema de Produção,** 2007. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/sbsp/anais/Trab_Format_PDF/148.pdf> Acesso em: 08 de Junho de 2011.

RUIVO, S. C. Avaliação de porta-enxertos de videira quanto a tolerância ao encharcamento. 2009. 78f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro, 2009.

SCHUCK, E. Porta-enxertos para a videira. In: encontro nacional sobre fruticultura de clima temperado. Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: Parque da Maçã. p.85. 2003.

SETTER, T.L.; ELLA, E.S. Relationship between coleoptile elongation and alcoholic fermentation in rice exposed to anoxia. I. Importance of treatment conditions and different tissues. **Annals of Botany,** London, v.74, n.3, Sep. p.65-271, 1994.

SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C. **Cultivo da Videira Caracterização social e econômica da videira.** EMBRAPA Semi-Árido. 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira/socioeconomia.htm>>. Acesso em: 08 de Agosto de 2011.

SMART, R.E.; COOMBE, B.G. Water relations of grapevines. In: Kozlowski, T.T., ed. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press. v.7, p.137-196. 1983.

SOUSA, C. A. F.; SODEK, L. The metabolic response of plants to oxygen deficiency. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 14, n. 2, p. 83-94, 2002

SOUTHEY, J. M. Grapevine rootstock performance under diverse conditions in South Africa. **Rootstock Seminar: A Worldwide Perspective**. p.27. 1992.

STELLA, R. F. Produção de mudas certificadas de videira Vivai San Michele (Roideio-SC). **Monografia**. 2008.

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

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

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. Porta-enxertos para o cultivar Máximo IAC 138-22 de uvas de vinho em Monte Alegre do Sul, SP. **Bragantia**, Campinas, p.363-369. 1990.

THOMAS, A. L. Alterações morfológicas e assimilação de nitrogênio em plantas de soja (*Glycine max*) com sistemas radiculares sob deficiência de O₂. 2004. 87 f. **Tese** (Doutorado em Biologia Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

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

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

VITAL, T. W. Vitivinicultura no Nordeste do Brasil: Situação Recente e Perspectivas. Documentos Técnico-Científicos. **Revista Econômica do Nordeste**. v.40. Jul-Set, 2009.