



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**

Victor Pimenta Martins de Andrade

**CULTIVO DA VIDEIRA ITÁLIA (*Vitis vinifera* L.)
SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
ADUBAÇÃO ALTERNATIVA NO VALE DO SUBMÉDIO
SÃO FRANCISCO**

JUAZEIRO – BA
2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**

Victor Pimenta Martins de Andrade

**CULTIVO DA VIDEIRA ITÁLIA (*Vitis vinifera* L.)
SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
ADUBAÇÃO ALTERNATIVA NO VALE DO SUBMÉDIO
SÃO FRANCISCO**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Campus Juazeiro, como requisito da obtenção do título de Mestre em engenharia agrícola.

Orientador: Prof. José Aliçandro Bezerra da Silva

Co-orientador: Prof. José Sebastião Costa de Sousa

JUAZEIRO – BA

2015

A553c Andrade, Victor P. M.
Cultivo da videira Itália (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e adubação alternativa no vale do Submédio São Francisco / Victor Pimenta Martins de Andrade. -- Juazeiro-BA, 2015.
72 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2015.

Orientador: Prof. Dr. José Aliçandro Bezerra da Silva.

1. Irrigação. 2. Fertilidade do solo. 3. Fisiologia vegetal. I. Título. II. Silva, José Aliçandro Bezerra. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 631.587

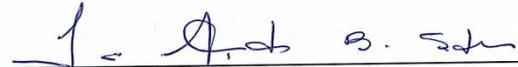
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA

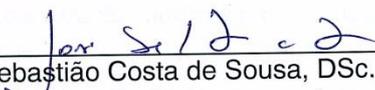
FOLHA DE APROVAÇÃO

Victor Pimenta Martins de Andrade

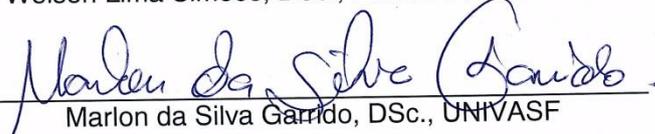
**CULTIVO DA VIDEIRA ITÁLIA (*Vitis vinifera* L.) SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO
ALTERNATIVA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Agrícola, pela Universidade
Federal do Vale do São Francisco.


José Aliçandro Bezerra da Silva, DSc., UNIVASF


José Sebastião Costa de Sousa, DSc., IF Sertão-PE


Welson Lima Simões, DSc., EMBRAPA Semiárido


Marlon da Silva Garrido, DSc., UNIVASF

Juazeiro, 12 de Junho de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Simone e Carlos, por todo o apoio e motivação que me proporcionaram durante esse tempo. Exemplos que, por serem seguidos, me guiaram até onde estou hoje.

A minha esposa, Jussara, pelo companheirismo, amor, e incansável apoio, e a minha filha Victória, que mesmo sem querer ou saber, me apoiou imensamente na conclusão desse trabalho.

A Aliçandro, meu orientador, pela sua confiança. Fez-me evoluir e amadurecer, e contribuiu de forma imprescindível para que este dia chegasse.

A Sebastião e Fábio, por todo o apoio cedido ao experimento e à escrita, sem faltar em nenhum momento empenho e boa vontade.

A Welson, pelas valiosas contribuições no decorrer do experimento.

Ao departamento de produção do IF Sertão e todos os envolvidos, os quais tornaram possível a condução do experimento.

Aos meus companheiros de mestrado Henrique, Rafael, Cíntia, Wilis, Roberto, Sheila, entre outros que me ajudaram no campo, no laboratório, na escrita e nos momentos de diversão, dando forças para continuar e seguir em frente.

Aos bolsistas do IF Sertão: Rita, Merideise, Aline, Ester e Gutemberg, que, com grande contribuição, auxiliaram na condução do experimento e nas análises laboratoriais.

Agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram em qualquer etapa desta dissertação.

“Foi o tempo que dedicaste à tua
rosa que a fez tão importante.”

**Antoine de Saint Exupéry - O
pequeno príncipe**

ANDRADE, V. P. M.. **CULTIVO DA Videira Itália (*Vitis vinifera* L) SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO ALTERNATIVA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**. Juazeiro, 2015. 72p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA, Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2015.

RESUMO

O presente trabalho consistiu em avaliar parâmetros produtivos, qualitativos e fisiológicos da videira “Itália” (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e diferentes níveis de adubação mineral, acrescidos de compostos orgânicos à base de ácidos húmicos e fúlvicos, bem como avaliar parâmetros químicos do solo. O experimento foi realizado no município de Petrolina-PE. O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados, em faixas com quatro tratamentos de irrigação (75%, 100%, 125% e 150% do coeficiente recomendado, denominados respectivamente como L1, L2, L3 e L4) e, como subparcelas, cinco tratamentos distintos de adubação (Adubação mineral recomendada; 100%; 75%; 50% e 25% da adubação recomendada acrescida de produto orgânico a base de ácidos húmicos e fúlvicos, denominados respectivamente como AD0, AD1, AD2, AD3 e AD4), com quatro repetições. Foram realizadas análises de número de gemas após a poda e percentual de brotação aos 15 DAPP (Dias Após Poda de Produção). Foram feitas determinações de comprimento e circunferência dos cachos aos 52, 74 e 113 DAPP. Aos 33 e 115 DAPP. Foram aferidas as leituras dos seguintes parâmetros fisiológicos: fotossíntese, condutância estomática, concentração interna de CO₂, transpiração e temperatura foliar. Aos 28, 57 e 112 DAPP foram realizadas análises do índice de clorofila foliar e conteúdo relativo de água. A partir das coletas de solo, foram avaliados os teores de P, K, pH e carbono orgânico (0-20, 20-60 e 60-90 cm de profundidade) em 3 períodos (49 dias antes da poda de produção, 31 e 127 dias após a poda de produção). O tratamento AD4 apresentou menor percentual de brotação de gemas e menor comprimento de cachos. Os tratamentos AD0 e AD4 apresentaram os menores valores de clorofila. Com o incremento da irrigação, houve redução da condutância estomática, configurando as irrigações L2, L3 e L4 como excessivas. O tratamento L1 e os tratamentos AD2 e AD3 apresentaram o maior número de cachos e, conseqüentemente, maior produtividade. A adição do produto orgânico não promoveu mudanças na lixiviação do P e do K.

Palavras-chave: Uva; irrigação; substâncias húmicas; lixiviação

ANDRADE, V. P. M. **VINE ITALY (*Vitis vinifera* L.) CULTIVATION UNDER DIFFERENT IRRIGATION AND ALTERNATIVE FERTILIZATION ON THE SUBMEDIUM VALLEY OF SAO FRANCISCO.** Juazeiro, 2015. 72p. Master Thesis (Masters in Agricultural Engineering) - Graduate Program in Agricultural Engineering - GPAE, Federal University of Vale do São Francisco, in 2015.

This study was to evaluate productive performance, quality and physiological of the vine "Italy" (*Vitisvinifera* L.) under different irrigation levels and different levels of mineral fertilizer plus organic compounds based on humic and fulvic acids, as well as assessing soil chemical parameters. The experiment was carried out in Petrolina municipality. The statistical design was a split plot, with four irrigation treatments (75%, 100%, 125% and 150% of the recommended coefficient, named respectively as L1, L2, L3 and L4), and as subplots five different treatments fertilization (recommended mineral fertilization, 100%, 75%, 50% and 25% of the recommended fertilization plus organic product based on humic and fulvic acids, called respectively as AD0, AD1, AD2, AD3 and AD4), with four replications. For soil analysis, it was excluded last rep of each subplot, resulting in three replications. Were carried out analysis of number of buds after pruning and percentage of shooting the 15 DAPP (Days After Production pruning). Determinations were made in length and circumference of the bunches after 52, 74 and 113 DAPP. At 33 and 115 DAPP, were measured readings of the following physiological parameters: photosynthesis, stomatal conductance, internal CO₂ concentration, transpiration and leaf temperature. At 28, 57 and 112 FAD were carried out analyzes of chlorophyll content and relative water content. From the samplings were evaluated the levels of P, K, pH and organic carbon (0-20, 20-60 and 60-90 cm) in three periods (49 days before pruning production, 31 and 127 days after pruning production). The AD4 treatment showed lower percentage of sprouting buds and shorter bunches. The AD0 and AD4 treatments had the lowest chlorophyll values. With the increase of irrigation, decreased stomatal conductance, setting the irrigation L2, L3 and L4 as excessive. L1 treatment and AD2 and AD3 treatments showed the largest number of clusters and hence greater productivity. The addition of organic produce did not promote changes in the leaching of P and K.

Key words: grape; irrigation; humic substances; leaching.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

	Páginas
1 Croqui da área experimental.	21
2 Conteúdo relativo de água foliar (CRA) medido aos 88 DAPP (A) e potencial hídrico foliar medido aos 33 DAPP (B) em função de diferentes lâminas de irrigação.	26
3 Índice relativo do teor foliar de clorofila A, B e total (ICA, ICB ICT, respectivamente), medidos aos 34 dapp (A, B e C) e aos 88 dapp (D, E e F), em função de diferentes tratamentos de adubação.	29
4 Condutância estomática, pressão parcial de CO ₂ interno (PPCO ₂), temperatura foliar e déficit de pressão para a atmosfera aos 39 dapp (A, B, C e D) e aos 115 dapp (E, F, G e H) em função de diferentes lâminas de irrigação.	31
5 Número de gemas por ramo em função dos diferentes tratamentos de irrigação (A) e adubação (B); porcentagem de gemas brotadas em função dos diferentes tratamentos de irrigação (C) e adubação (D) e número de cachos por planta em função dos diferentes tratamentos de irrigação (E) e adubação (F).	33
6 Circunferência média dos cachos, medida em diferentes dias após a poda de produção (DAPP), em função dos diferentes tratamentos de irrigação e adubação.	36
7 Peso médio de bagas em função dos diferentes tratamentos de irrigação e adubação (A e B) e produtividade em função dos diferentes tratamentos de irrigação (C) e adubação (D).	37
8 Teor de sólidos solúveis totais (SST) em função de diferentes níveis de adubação (A), acidez total em função de diferentes lâminas de irrigação (B) e adubação (C) e relação SST/acidez total em função dos diferentes tratamentos de irrigação (D) e adubação (E).	40

CAPÍTULO 2

	Páginas
1 Umidade volumétrica do solo em função das diferentes lâminas de irrigação, em diferentes profundidades.	52
2 Teores de P em função dos tratamentos de irrigação.	53

3	Teores de P em função dos tratamentos de adubação.	53
4	Fator de lixiviação de P nas camadas de 0,20 – 0,60 m e 0,60 – 0,90 m.	53
5	Teores de K em diferentes profundidades, em função dos tratamentos de irrigação e adubação, nas três épocas de coleta.	54
6	Fator de lixiviação de K nas camadas de 0,20 – 0,60 m e 0,60 – 0,90 m.	55
7	pH do solo em diferentes profundidades, em função dos tratamentos de adubação, nas três épocas de coleta.	56
8	pH do solo em diferentes profundidades, em função dos tratamentos de irrigação, nas três épocas de coleta.	57
9	Carbono orgânico em função dos diferentes tratamentos de irrigação, aos 49 DAPP (A) e 31 DDPP (B).	58
10	Carbono orgânico em função dos diferentes tratamentos de irrigação, aos 49 DAPP (A) e 31 DDPP (B).	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

1	Resultados da análise química do solo.	21
----------	--	----

CAPÍTULO 2

1	Resultados da análise química do solo.	50
----------	--	----

SUMÁRIO

		Páginas
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	O semiárido Nordeste e a agricultura irrigada.....	3
2.2	A viticultura no Vale do São Francisco.....	5
2.3	Manejo da irrigação na videira.....	6
2.4	Adubação.....	8
2.4.1	Adubação organomineral.....	8
2.4.2	Dinâmica de nutrientes no solo.....	9
2.5	Fisiologia da videira.....	10
2.5.1	Potencial hídrico na folha e conteúdo relativo de água.....	10
2.5.2	Fotossíntese.....	11
2.5.3	Condutância estomática.....	12
2.5.4	Clorofila.....	13
2.5.5	Acidez e teor de sólidos solúveis.....	14
3	CAPÍTULO I.....	16
	Resumo.....	16
	Abstract.....	17
	Introdução.....	18
	Material e métodos.....	20
	Resultados e discussão.....	26
	Conclusão.....	41
	Referências.....	42
4	CAPÍTULO II.....	46
	Resumo.....	46
	Abstract.....	47
	Introdução.....	47
	Material e métodos.....	48
	Resultados e discussão.....	51
	Conclusão.....	59
	Referências.....	60

5	CONCLUSÃO GERAL.....	63
6	REFERÊNCIAS.....	64

1. INTRODUÇÃO

A história da irrigação e da agricultura se confunde com a prosperidade econômica de inúmeros povos. Graças à tecnologia da irrigação, muitas das antigas civilizações se originaram em regiões áridas, onde até então não era possível praticar a produção agrícola (ARAÚJO, 2001).

A irrigação teve grande importância no desenvolvimento do Vale do São Francisco, sob a forma de projetos implantados pelos governos federais e estaduais, impulsionando e viabilizando economicamente a região. Na agricultura de sequeiro as culturas tradicionais apresentam pouca lucratividade, estando muito vulneráveis às características do clima (constância de calor, baixa umidade relativa do ar, alta luminosidade e baixa pluviosidade) (NÓBREGA, 2004).

No Vale do São Francisco, a viticultura está concentrada na espécie *V. vinifera* L., com destaque para as cultivares Itália, Benitaka e Red Globe (com sementes); Sugaone, Thompson Seedless e Crimson Seedless (apirênicas) (BIASOTO; LEÃO, 2014). A uva é a segunda cultura mais importante do Vale do São Francisco em termos de área cultivada, uma vez que a área plantada com videira, nos municípios pernambucanos e baianos, corresponde a cerca de 11.500 ha, superada apenas pela cultura da manga, a qual abrange uma área aproximada de 30.000 ha (LOPES; OLIVEIRA, 2014).

A importância deste polo de produção vitícola brasileiro pode ser observada pelos resultados obtidos com a exportação de uvas de mesa na última década, uma vez que 99% dos volumes de uva exportados pelo Brasil são procedentes da região do Submédio do Vale do São Francisco, atingindo um volume de exportação superior a 50 mil toneladas/ano (AGRIANUAL, 2011).

O semiárido brasileiro apresenta, em média, precipitação acumulada inferior a 600 mm ano⁻¹ (MARENGO et al., 2011). Nessas condições, faz-se necessário o uso da irrigação para suprir as demandas hídricas da cultura, que variam entre 500 e 1200 mm. Tal demanda depende de vários fatores, como o clima, a duração do ciclo fenológico, a cultivar, a estrutura e a profundidade do solo, o manejo cultural, a direção, espaçamento e a largura das fileiras e a altura da latada (DOORENBOS; KASSAM, 1994). O não suprimento dessa

demanda hídrica, assim como qualquer diferença significativa entre as condições ambientais e as ótimas para o ciclo fisiológico da planta, implica estresse, o qual é induzido por mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, as quais, em princípio, podem ser reversíveis, mas podem se tornar permanentes (LARCHER, 2004).

Para que haja um bom crescimento e desenvolvimento da cultura da videira, é necessário um manejo adequado da irrigação, o qual possui relação direta com o crescimento do sistema radicular (grau de expansão lateral, ramificações, profundidade de penetração das raízes e sua relação com a massa foliar), o crescimento vegetativo, formação de gemas florais e brotações, e a formação e o desenvolvimento frutíferos. (URCHEY; FIETZ, 2000). A condição hídrica das plantas tem relação direta com diversos processos fisiológicos de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento vegetal como transpiração, respiração, fotossíntese e síntese de açúcares, entre outros processos (HSIAO, 1973).

Reduções significativas da umidade no solo para as videiras diminuem o tamanho das bagas e o comprimento e peso dos cachos, afetando também algumas características qualitativas, como o teor de sólidos solúveis e de outros componentes, o que não poderá ser recuperado com irrigações posteriores (ALBUQUERQUE, 1996).

No entanto, a aplicação excessiva também caracteriza um manejo inadequado da irrigação, acarretando a elevação do lençol freático, que, por sua vez, pode aumentar a salinidade do solo, reduzir o volume de solo explorado pelo sistema radicular, aumentar as perdas de nutrientes por lixiviação, elevando os custos de produção e, conseqüentemente, inviabilizando o cultivo (SOARES; COSTA, 2000).

Um dos parâmetros primordiais para o planejamento e manejo adequados de culturas irrigadas é a evapotranspiração da cultura (ET_c). Isso porque a ET_c representa a quantidade de água que deve ser reposta ao solo pelo sistema de irrigação para a continuidade do crescimento de uma determinada cultura em condições ideais.

Outro fator de grande relevância na produção agrícola é a matéria orgânica, a qual pode ser considerada um dos indicativos de qualidade do solo (MIELNICZUK et al., 2003). A matéria orgânica, quando adicionada aos

nutrientes minerais, facilita a absorção destes últimos e ainda auxilia no transporte dos fotoassimilados elaborados pela própria planta (KIEHL, 1985). Uma das frações da matéria orgânica é a húmica e seu extrato aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, melhora e estimula a flora microbiana na rizosfera, facilita a liberação dos nutrientes, aumenta a retenção de água, a aeração, a retenção de nutrientes, a agregação do solo e, principalmente, a formação de quelatos naturais, tornando-se fator de grande relevância para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (SOUZA; RESENDE, 2003; PRIMO et al., 2011). Notadamente, as substâncias húmicas constituem a maior parte da matéria orgânica dos solos e são compostos por huminas, ácidos fúlvicos e ácidos húmicos (GUERRA et al., 2008)

No mercado de insumos agrícolas existem muitos produtos comerciais com substâncias húmicas em sua composição. Geralmente, esses produtos são extraídos de depósitos minerais (leonardita, lignita), solos orgânicos (turfeiras), ou obtidos por humificação de resíduos vegetais (BENITES et al., 2006). Dessa forma, há um requerimento por dados de pesquisa sobre essas substâncias orgânicas para nortear o uso de produtos comerciais e avaliar a influência desses materiais na dinâmica das diferentes frações orgânicas do solo (CHEN et al., 2004).

Diante da significativa influência da água, no crescimento e desenvolvimento da videira, e da matéria orgânica nas características físico-químicas do solo, o objeto de estudo consiste em analisar parâmetros produtivos, qualitativos e fisiológicos da videira “Itália”, além do comportamento da fertilidade e da umidade do solo, sob diferentes lâminas de irrigação e diferentes níveis de adubação mineral, acrescidos de compostos orgânicos à base de ácidos húmicos e fúlvicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O semiárido Nordeste e a agricultura irrigada

O semiárido brasileiro estende-se por 868 mil quilômetros quadrados abrangendo o norte dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e uma parte do sudeste do Maranhão. Estima-se que nessa região vivam mais de 18 milhões de pessoas, sendo 8 milhões na área rural (CIRILLO et al., 2007).

A região semiárida nordestina é caracterizada pela baixa precipitação pluviométrica, igual ou inferior a 800 mm anual e índice de aridez (razão entre precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial) menor que 0,5. Porém, não é só a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água nessa região, mas sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resulta no fenômeno da seca, a qual periodicamente assola a população da região (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL, 2007).

Considerando-se a baixa e irregular pluviosidade, aliada à intensa radiação solar, demandando assim altas taxas de evapotranspiração, faz-se necessário o uso da irrigação para suprir tal déficit hídrico. De acordo com Gomes (1999), a irrigação é uma prática agrícola de fornecimento de água às culturas, onde e quando as chuvas, ou qualquer outra forma natural de fornecimento, são insuficientes para suprir as necessidades hídricas das plantas.

Para compensar os baixos índices de pluviosidade, que frequentemente provocam perda da produção agrícola na zona semiárida do Nordeste, gerando grandes problemas econômicos e sociais, o governo tem implantado diversos perímetros públicos irrigados e promovido outros estímulos governamentais para a iniciativa privada no setor agropecuário. A agricultura irrigada do Vale do São Francisco gera empregos, renda e alimentos, entre outros elementos de melhoria das condições de vida da população (XAVIER et al., 2006) e conta com um perímetro de mais de 120.000 ha irrigados, tendo como as principais culturas cultivadas a manga, a uva, o coco, a banana, a goiaba e a acerola (LOPES; OLIVEIRA, 2014).

2.2 A viticultura no Vale do São Francisco

A viticultura irrigada na região semiárida, especialmente no Vale do Submédio São Francisco, possui grande notoriedade pelos grandes rendimentos qualiquantitativos alcançados (SILVA; COELHO, 2010). O Submédio do Vale do São Francisco é formado pelos municípios de Casa Nova, Curaçá e Juazeiro, no Estado da Bahia, e Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista, localizados no Estado de Pernambuco.

De acordo com o instituto FNP (AGRIANUAL, 2008), a estimativa da área cultivada com uva na região, em 2007, foi de 9.174 hectares, com uma produção de 277.134 toneladas, resultando em uma produtividade média de 30,23 t.ha⁻¹. Outras regiões tradicionais de cultivo, como o Sul e o Sudeste do Brasil, apresentam produtividade aquém dos cultivos do Vale do São Francisco (respectivamente 14,7 t.ha⁻¹ e 18,3 t.ha⁻¹). As condições edafoclimáticas do Submédio São Francisco, associadas ao uso da irrigação, são consideradas propícias ao desenvolvimento da cultura. No entanto, para que o retorno econômico seja satisfatório, é necessário alto grau de tecnologia e de manejo.

A produção de uva no Vale do Submédio São Francisco concentra-se nos municípios pernambucanos de Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, com 54% da área cultivada, e nos municípios de Juazeiro, Curaçá, Sento Sé e Casa Nova, na Bahia, que compartilham o restante da produção (SILVA; CORREIA, 2000).

Existe uma especificidade da viticultura na região do Submédio São Francisco decorrente da adaptação e do comportamento diferenciado nessas condições climáticas. Os processos fisiológicos das plantas são acelerados e, em cerca de um ano e meio após o plantio, inicia-se a primeira safra. Considerando que o ciclo de produção oscila em torno de 120 dias, são obtidas até duas safras e meia por ano, mediante o manejo da irrigação e a realização de podas programadas. Isto possibilita a produção durante todo o ano e uma produtividade elevada de até 40 t.ha⁻¹.ano⁻¹, bem acima das obtidas nas demais regiões produtoras brasileiras (ARAÚJO, 2003).

2.3 Manejo da irrigação na videira

O manejo da irrigação de uma cultura busca promover uma produção ótima do ponto de vista econômico, social e ambiental. A irrigação deve repor ao solo a quantidade de água evapotranspirada, e o momento de se irrigar é aquele no qual a disponibilidade de água no solo assume valor crítico, abaixo do qual a planta começa a apresentar os efeitos deletérios da restrição hídrica. A definição de quando irrigar pode ser feita por métodos que estabeleçam valores limites para variáveis do solo e da planta (STEELE et al., 1997)

A irrigação tem sido reconhecida como parte fundamental do manejo da cultura da videira, não só pela sua essencialidade, mas também por possibilitar a produção nos períodos de entressafra do mercado internacional (quando os preços se apresentam mais elevados), em regiões que apresentam baixas precipitações, como é o caso da região Nordeste do Brasil (ALBUQUERQUE, 2013).

De acordo com suas próprias necessidades, a videira possui mecanismos fisiológicos que drenam suas reservas para o crescimento vegetativo ou reprodutivo (KELLER et al., 2008). Níveis não restritivos de água no solo favorecem o crescimento vegetativo, tornando-o excessivo e competindo com as bagas por fotoassimilados. Por outro lado, um déficit hídrico muito severo pode afetar negativamente tanto a produtividade, pela redução na multiplicação celular, condicionando a redução do tamanho das bagas, quanto a qualidade da uva, por ocasião da limitação fotossintética e/ou excessiva exposição dos cachos à radiação solar (TEIXEIRA et al, 2002)

Segundo Rego et al. (2004), o déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO₂ e, conseqüentemente, as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a multiplicação e o crescimento das células. Por outro lado, o excesso hídrico no solo reduz a concentração de oxigênio, o que dificulta a respiração radicular e acarreta outros problemas, como a parada do processo ativo de absorção de nutrientes e a ocorrência de respiração anaeróbia pela planta e pelos microrganismos do solo (PIRES et al., 2002).

A diferenciação de primórdios de inflorescência pode ser promovida mediante um estresse hídrico moderado no início do crescimento vegetativo da

videira (BRAVDO et al., 1985). Em condições de solo encharcado, Stevens et al. (1999) observaram redução da fertilidade de gemas em videiras. De acordo com Kliewer (1990), se o déficit hídrico for programado para coincidir com o período de iniciação das gemas, a fertilidade pode ser melhorada pelo desvio de fotoassimilados do crescimento dos ramos para o desenvolvimento dos primórdios de inflorescência.

Para que haja um manejo correto da irrigação, faz-se necessária a estimativa da demanda hídrica do parreiral. Essa estimativa é realizada multiplicando-se a evapotranspiração de referência diária (ET_o) pelos coeficientes da cultura (K_c). Os valores de ET_o demonstram a influência dos efeitos climáticos sobre o processo de evapotranspiração, enquanto que os valores de K_c respondem pelas variáveis fenológicas relacionadas à cultura (PEREIRA et al., 2010). O K_c é uma variável que quantifica a influência dos fatores ambientais e fisiológicos na evapotranspiração das plantas (MEDEIROS et al.; 2004).

O coeficiente de cultura (K_c) também varia com sua altura e seu estágio de desenvolvimento, velocidade do vento e umidade relativa do ar (DOORENBOS; KASSAM, 1994). O K_c sofre variação ao longo do ciclo da cultura, assumindo baixos valores no subperíodo da semeadura-emergência, valores máximos durante o subperíodo de máxima intensidade fotossintética das plantas, declinando com a proximidade do subperíodo de maturação dos frutos (PEREIRA et al., 1994; CUNHA et al., 1996).

O método de irrigação empregado influencia o K_c, uma vez que a porcentagem da área de solo umedecida afeta a evaporação da água no solo (PEREIRA et al., 2010). Avila Netto et al. (2000) registraram para a cultivar 'Itália' conduzida em latada e irrigada por gotejamento, nas condições do Submédio São Francisco, valores de K_c entre 0,50 e 0,74, com um valor médio igual a 0,65. Por outro lado, Teixeira et al. (1999) encontraram, na mesma localidade e, também, para a cultivar 'Itália' só que irrigada por microaspersão, valores de K_c variando entre 0,56 e 1,15, quando se estimou a Evapotranspiração de Referência (ET_o) pelo modelo de Penman-Monteith; e entre 0,52 e 1,24, quando a ET_o foi estimada pelo Tanque Classe A.

2.4 Adubação

2.4.1 Adubação organomineral

O potássio é o nutriente exportado em maior quantidade pela videira (TERRA 2003; ALBUQUERQUE et al., 2005). A sua importância está relacionada à manutenção da quantidade de água nas plantas, exercendo ainda importantes funções na fisiologia da planta como ativação de enzimas, regulação da turgidez do tecido, abertura e fechamento dos estômatos, no controle da concentração de CO₂ na câmara subestomática, na realização da fotossíntese, na translocação de carboidratos e na síntese de proteínas (HAWKESFORD et al., 2012).

A procura da sustentabilidade tem estimulado o aproveitamento dos diversos tipos de resíduos orgânicos, gerados em atividades rurais, agroindustriais ou urbanas, como fertilizantes e, ou, condicionadores de solo, proporcionando também retornos econômicos e melhoria na qualidade do solo (TEDESCO et al., 1999).

O conteúdo e a qualidade da matéria orgânica do solo são fatores importantes para este manter uma boa estrutura e adquirir um elevado grau de fertilidade. A matéria orgânica do solo ajuda a prevenir a erosão, a desertificação e a deterioração dos solos, uma vez que auxilia a manutenção da sua estrutura, atuando sobre a sua granulação, arejamento, compactação e permeabilidade. Contudo, devido à intensa atividade agrícola que se faz sentir nos dias que decorrem, os solos tendem a esgotar o seu reservatório de matéria orgânica (PULLEMAN et al., 2000). À incorporação de matéria orgânica ao solo se atribuem os seguintes benefícios: elevação da capacidade de troca catiônica (CTC) e de retenção de água; redução dos efeitos fitotóxicos de agroquímicos; melhoria da estrutura do solo; e favorecimento do controle biológico pelo incremento da população microbiana antagonista (LOPES, 1994).

A fração da matéria orgânica denominada húmus abrange as frações solúveis de ácidos húmicos e fúlvicos, e a fração insolúvel, denominada humina (GUERRA et al., 2008). Essas substâncias podem ser descritas como um complexo de compostos orgânicos de coloração marrom, parda ou amarela,

variada massa molar e complexidade química, que se extraem do solo por soluções alcalinas, sais neutros e solventes orgânicos (KONONOVA, 1982).

As substâncias húmicas são usualmente aplicadas ao solo e afetam favoravelmente a sua estrutura e a população microbiana, além de aumentar a solubilidade dos nutrientes no solo. Também promovem maior crescimento da planta, causado pela presença de substâncias com funções semelhantes aos reguladores de crescimento vegetal, bem como reduzem o efeito do estresse hídrico nas plantas (SEDIYAMA et al., 2000). Sendo assim, a utilização de substâncias húmicas na adubação pode permitir um menor uso de insumos e uma produção mais equilibrada ecologicamente (SILVA et al., 2000). Os ácidos húmicos são compostos por agregados moleculares heterogêneos e estabilizados por pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas (PICCOLO, 2001) e favorecem o desenvolvimento do sistema radicular (RODDA et al., 2006; ZANDONADI et al., 2007), o acúmulo de nutrientes (CHEN et al., 2004) e a síntese de clorofilas (FERRARA; BRUNETTI, 2008).

O uso de produtos à base de substâncias húmicas na agricultura tem crescido nos últimos anos, especialmente em culturas de grande importância comercial (CUNHA et al., 2009; BALDOTTO et al., 2009). Pinto e Carvalho (2003) obtiveram aumento linear na produtividade de videiras no Vale do São Francisco e melhoria na qualidade dos frutos, aplicando concentrações crescentes de ácidos húmicos provenientes de leonardita.

2.4.2 Dinâmica de nutrientes no solo

A percolação excessiva de água provoca lixiviação dos nutrientes da zona radicular para as camadas mais profundas do solo, reduzindo assim a sua fertilidade. A intensidade dessa lixiviação tem relação com parâmetros físicos, como textura, estrutura e porosidade do solo, e químicos, como a CTC (Capacidade de troca catiônica) e o pH (SANTOS, et al., 2002).

Há muito tempo se reconhece a importância da matéria orgânica para a capacidade de troca catiônica dos solos, contribuindo com 20-90% da CTC das camadas superficiais de solos minerais e, praticamente, toda a CTC de solos orgânicos (SILVA; MENDONÇA, 2008). O solo pode adsorver ácidos orgânicos com grande energia, ocupando os sítios de adsorção de cátions nutrientes,

umentando a disponibilidade destes elementos para as plantas (PAVINATO; ROSOLEN, 2008). A eficiência dos ácidos orgânicos em aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo depende do pH, do tipo de ânion orgânico e da sua persistência no solo, pois muitos desses ácidos são degradados em poucos dias após a liberação dos resíduos vegetais (KIRK et al., 2000).

A decomposição da matéria orgânica do solo pode liberar ácidos orgânicos e, a depender da eficiência, esses ácidos podem melhorar a disponibilidade do fósforo para as plantas, dependendo de fatores como o pH do solo, a persistência dos ácidos quando liberados no solo (KIRK et al., 1999) e a sua afinidade com os sítios de adsorção (STROM et al., 2002). Andrade et al. (2007) observaram que a adição de ácidos orgânicos aumentou os níveis de P e massa seca na cultura do milho, resultado de uma maior disponibilidade de P no solo. Os autores compararam a contribuição dos ácidos húmicos, ácido acético e ácido cítrico nessas respostas e observaram que a adição de ácidos húmicos proporcionou significativamente os melhores resultados de massa seca de ramos e raízes. O fato dos ácidos húmicos terem um maior tempo de persistência no solo em comparação aos outros ácidos orgânicos estudados, em virtude, provavelmente da sua resistência à degradação por microrganismos, possibilitou uma maior eficiência em reduzir a adsorção de P no solo, proporcionando maior disponibilidade do nutriente para as plantas (STEVENSON, 1994).

2.5 Fisiologia da videira

2.5.1 Potencial hídrico na folha e conteúdo relativo de água

O potencial hídrico da folha caracteriza o seu estado energético, cujo gradiente explica os fluxos da água no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000). Para avaliar o grau de hidratação de uma planta, é comum se utilizar variáveis relacionadas às folhas, a exemplo do conteúdo relativo de água foliar e o potencial hídrico (ANGELOCCI, 2002).

O potencial de água da folha e o conteúdo relativo de água reduzem, conforme a disponibilidade de água do solo declina (LAWLOR; CORNIC, 2002) levando à perda da turgescência das células-guarda e ao fechamento

estomático (MANSUR; BARBOSA, 2000). Lauriano et al. (2004) observaram redução significativa no conteúdo relativo de água em folhas de amendoim (*Arachis hipogaea*) após nove dias de supressão da irrigação, resultando também em redução da condutância estomática e da fotossíntese líquida.

Em situações de estresse hídrico, ocorrem algumas alterações no metabolismo celular, a exemplo do acúmulo de substâncias orgânicas, como a prolina. Dessa forma, o potencial hídrico na folha é reduzido, aumentando o gradiente de umidade entre a folha e o solo e favorecendo a turgescência celular (SILVA et al., 2004).

2.5.2 Fotossíntese

É necessário um bom estado nutricional das folhas para que a videira expresse o seu potencial genético de produção fotossintética. A atividade fotossintética depende de um suprimento adequado de nutrientes minerais que compõem a maioria das substâncias envolvidas nas reações bioquímicas.

Um manejo inadequado da adubação pode dificultar a absorção de magnésio ou de nitrogênio, o que resultaria na deficiência de compostos nitrogenados e de clorofila, reduzindo a fotossíntese (ASSIS; LIMA FILHO, 2000). Decréscimos da ciclagem de P entre o citoplasma e o estroma, gerados por redução da absorção de P no solo, podem levar a diminuições no consumo e na produção de ATP e NADPH (SANTOS et al., 2006), menor carboxilação/regeneração de RuBP (SHUBRA et al., 2004) e decréscimo na expressão de genes relacionados à fotossíntese (LAWLOR; CORNIC, 2002).

Em condições de campo, geralmente se aceita que o decréscimo na fotossíntese como resposta a um moderado estresse hídrico do solo é em primeira instância devido ao fechamento estomático (CHAVES et al., 2003). Segundo Taiz e Zeiger (2010), o fechamento estomático pode acarretar outras consequências para as plantas, como redução na disponibilidade de substrato (CO₂) para a atividade fotossintética.

2.5.3 Condutância estomática

A condutância estomática está relacionada principalmente com a intensidade de luz incidente e o estado de hidratação foliar. Dessa forma, o funcionamento dos estômatos e a área foliar influenciam a produtividade do vegetal, uma vez que a absorção de CO₂ e a incidência de luz são requisitos primordiais para a produção fotossintética (COSTA; MARENCO, 2007).

Uma das primeiras respostas ao déficit hídrico é a redução na condutância estomática. O controle da regulação estomática está relacionado com a turgidez das células-guarda e com os mensageiros da raiz, como o ácido abscísico (SAUTER et al., 2001). O dióxido de carbono (CO₂) entra para a fotossíntese através dos estômatos das folhas, que também controlam a transpiração. O fechamento dos estômatos mantém a hidratação da folha, mas reduzem assim a fotossíntese e, conseqüentemente, o desempenho agrônômico (FARINEAU; MOROT-GAUDRY, 2006). Convém ressaltar que o excesso hídrico também promove o fechamento dos estômatos, reduzindo ou cessando a sua condutância, conforme observado por Stevens e Pior (1994), cujo trabalho demonstrou a redução da condutância estomática e da fotossíntese em videiras sob condição de encharcamento do solo.

Uma das primeiras conseqüências desta redução é o aumento da atividade oxigenase da enzima ribulose-bifosfato-carboxilase-oxigenase (rubisco), e conseqüente estímulo da fotorrespiração (GAUDILLERE, 1982). Já Kolzowski e Pallardy (2002) afirmam que dentre as respostas da planta ao excesso hídrico, o fechamento dos estômatos, parcial ou total, é uma das primeiras respostas da parte aérea. A escassez de O₂ nas raízes pode estimular a produção de ácido abscísico (ABA) e o seu movimento nas folhas. Segundo Taiz e Zeiger (2010), o fechamento estomático sob estas condições pode ser atribuído principalmente a produção adicional do ABA pelas folhas mais velhas. Estas folhas murçam e exportam seu ABA para as folhas túrgidas mais jovens, levando ao fechamento estomático.

O déficit de pressão do vapor d'água entre a copa do parreiral e a camada limítrofe de ar é fator determinante para a transferência do vapor para a atmosfera. Parreirais em regiões áridas possuem grande demanda hídrica,

devido à grande disponibilidade de energia solar e ao forte gradiente de umidade que a atmosfera impõe às folhas (ALLEN et al., 1998).

2.5.4 Clorofila

As clorofilas, situadas nos cloroplastos, são um dos pigmentos responsáveis pela captura da luz usada na fotossíntese, sendo assim essenciais para a fase fotoquímica da fotossíntese, que tem como função converter a energia luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH, com a liberação de O₂ (SILVA et al., 2011). Portanto, é importante mensurar o conteúdo de clorofilas nas folhas das plantas, por esses pigmentos serem estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente com seu crescimento (JESUS; MARENCO, 2008).

A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios. Os principais pigmentos acessórios também incluem outros tipos de clorofilas, como a clorofila *b*, presente em vegetais superiores (EMRICH et al., 2011).

Segundo Taiz e Zeiger (2010) os teores de clorofilas não sofrem alterações com fenômenos ambientais, como estresse ou excesso hídrico, à exceção do efeito da luz e da temperatura, pois são determinados geneticamente. Já Gonçalves (2008) afirma que o déficit hídrico resulta na perda do conteúdo de pigmentos fotossintetizantes nas folhas, causando efeitos deletérios no ciclo produtivo da cultura.

O nitrogênio é constituinte fundamental da molécula da clorofila, estando assim diretamente envolvido com a fotossíntese. Na deficiência de nitrogênio, o teor de clorofila é reduzido e, em consequência disso, a planta não conseguirá converter de maneira eficiente a luz solar em energia para realizar funções essenciais em seu desenvolvimento (CARVALHO et al., 2012). As plantas são capazes de absorver mais nitrogênio do que necessitam, processo denominado absorção de luxo; porém, para a clorofila, isto não ocorre. A determinação indireta da clorofila atinge um ponto máximo, a partir do qual as leituras são constantes ou com pequenas variações (DWYER, 1995). Assim, este ponto de

inflexão pode ser um bom indicador da dose adequada de nitrogênio (BLACKMER; SCHEPERS, 1995). Vários autores observaram relação direta entre os valores da medida indireta da clorofila com a concentração de N nas folhas, em distintas culturas, como café (GODOY et al., 2008), manga, goiaba, tangerina e uva (SHAAHAN et al., 1999).

Dessa forma, as determinações de clorofila em folhas de videira são parâmetros fisiológicos e agrônômicos para avaliar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e as repostas das mesmas às técnicas de manejo que visam a aumentar o potencial produtivo (AMARANTE et al., 2009).

2.5.5 Acidez e teor de sólidos solúveis

Considerando que a uva é uma fruta não climatérica, o manejo das práticas agrícolas adotadas, bem como os fatores ambientais, define o seu ponto de colheita e a qualidade final, em razão de parâmetros como a acidez total e o teor de sólidos solúveis (LIMA; CHOUDHURY, 2007).

Níveis não restritivos de água no solo favorecem o crescimento vegetativo, o qual compete com os frutos por fotoassimilados. O crescimento vegetativo excessivo resulta em efeitos negativos sobre a iniciação das gemas florais, maturação dos frutos e fitossanidade (DOKOOZLIAN; KLIEWER, 1996); No entanto, um déficit hídrico muito severo pode causar o fechamento estomático, reduzindo a produção de fotoassimilados, afetando negativamente a produtividade e a qualidade da uva, seja pela limitação fotossintética ou pela excessiva exposição dos cachos à radiação solar, devido a um dossel reduzido (TEIXEIRA et al., 2002).

Desde que não haja excesso de precipitação pluvial, altas temperaturas, dentro dos limites críticos, contribuem diretamente para uma concentração maior de açúcar e menor de ácido málico, condições essas desejáveis para uvas de mesa, passas e vinhos doces (TEIXEIRA et al., 2002).

A adubação nitrogenada tem efeito na produção e nas características químicas da baga, correlacionando-se com os teores de sólidos solúveis, de pH, de acidez titulável, de ácidos orgânicos e de nutrientes (BELL & ROBSON, 1999). Busato et al. (2011) concluíram que a aplicação de nitrogênio está diretamente correlacionada com os valores de sólidos solúveis e inversamente

à acidez total. Pinto e Carvalho (2003) constataram que a adição de ácidos húmicos e fúlvicos na cultura da videira Itália, em Petrolina-PE, aumentou significativamente a produtividade e o teor de sólidos solúveis em relação à testemunha. Tendo em vista a qualidade da produção, deve-se adotar um manejo adequado de irrigação e adubação, para que haja satisfatória produção e direcionamento dos fotoassimilados (FERREYRA et al., 2004).

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLOGIA DA VIDEIRA
“ITÁLIA” SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO
ALTERNATIVA**

**ANDRADE, V. P. M.¹ ; SILVA J. A. B.² ; SOUSA, J. S. C.¹; OLIVEIRA, F. F.¹;
SIMÕES, W. L.³; GARRIDO, M. S.².**

¹ Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE) - Campus Petrolina Zona Rural -, ²Universidade do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Campus Juazeiro, ³ Embrapa Semiárido.

RESUMO

O presente trabalho consistiu em analisar parâmetros produtivos, qualitativos e fisiológicos da videira “Itália” (*Vitis vinifera* L.) no Vale do Submédio São Francisco sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação alternativa. O experimento foi realizado no município de Petrolina-PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de faixas, com quatro fatores de multiplicação do coeficiente de cultura (0,75; 1,00; 1,25 e 1,5; denominados L1, L2, L3 e L4, respectivamente) nas parcelas, e cinco tratamentos de adubação (Adubação mineral recomendada; 100%, 75%, 50% e 25% da adubação recomendada acrescida de produto a base de ácidos húmicos e fúlvicos, denominados como AD0, AD1, AD2, AD3 e AD4, respectivamente) nas subparcelas, com quatro repetições; Foram realizadas determinações das seguintes variáveis: número de gemas e percentual de brotação aos 15 DAPP (Dias Após Poda de Produção); comprimento e circunferência dos cachos aos 52, 74 e 113 DAPP; Fotossíntese, condutância estomática, pressão parcial de CO₂ interno, transpiração e temperatura foliar aos 33 e 115 DAPP; índice de clorofila foliar e conteúdo relativo de água aos 28, 57 e 112 DAPP. Após a colheita, foram determinadas

a produtividade, o teor de sólidos solúveis e a acidez total dos frutos. O tratamento L1 proporcionou maior número de cachos e, conseqüentemente, maior produtividade, além de apresentar maior teor de sólidos solúveis e menor acidez total. Os tratamentos AD2 e AD3 obtiveram maiores produtividades, sendo os tratamentos AD1 e AD4 respectivamente, excessivo e restritivo. Houve redução da condutância estomática com o aumento da lâmina de irrigação, evidenciando excesso hídrico nas lâminas L2, L3 e L4.

Palavras chave: Uva; irrigação; substâncias húmicas.

ABSTRACT

This study was to analyze productive parameters, qualitative and physiological of the vine "Italy" (*Vitis vinifera* L.) in the Valley of the Submedium São Francisco under different irrigation levels and alternative fertilizer levels. The experiment was carried out in Petrolina municipality. The experimental design was a randomized block, banded scheme, with four factors multiplying the crop coefficient (0.75, 1.00, 1.25 and 1.5; called L1, L2, L3 and L4, respectively) in the plots and five fertilization treatments (recommended mineral fertilization; 100%, 75%, 50% and 25% of the product plus recommended fertilizer the base of humic and fulvic acids, termed as AD0, AD1, AD2, AD3 and AD4, respectively) in the subplots, with four replications. The following variables determinations were carried out: the buds number and percentage of shooting at 15 DAPP (Days After Production Pruning); length and circumference of the bunches after 52, 74 and 113 DAPP; photosynthesis, stomatal conductance, partial pressure of internal CO₂, transpiration and leaf temperature at 33 and 115 DAPP; chlorophyll content and relative water content at 28, 57 and 112 DAPP. After harvesting, were

determined productivity, soluble solids and total acidity of the fruit. The L1 treatment provided larger number of bunches and hence higher productivity, besides presenting higher soluble solids content and lower total acidity. The AD2 and AD3 treatments had higher productivities, being the AD1 and AD4 treatments respectively, excessive and restrictive. A reduction in stomatal conductance with increasing water depth showed water excess in the blades L2, L3 and L4.

Keywords: Grape, irrigation, humic substances.

INTRODUÇÃO

A uva é a segunda cultura mais importante do Vale do Submédio São Francisco, uma vez que a área plantada com videira na região corresponde a cerca de 11.500 ha, superada apenas pela cultura da manga, a qual abrange uma área aproximada de 30.000 ha (LOPES; OLIVEIRA, 2014), respondendo por 99% do volume de uva exportado pelo Brasil, um equivalente a aproximadamente 43 mil toneladas (AGRIANUAL, 2011). Nesta região, a produtividade média está em torno de 40 t.ha⁻¹.ano⁻¹ (LEÃO, 2010).

Para que haja um bom crescimento e desenvolvimento da cultura da videira, é necessário um manejo adequado da irrigação, o qual possui relação direta com o crescimento do sistema radicular (grau de expansão lateral, ramificações, profundidade de penetração das raízes e sua relação com a massa foliar); o crescimento vegetativo, formação de gemas florais e brotações; e a formação e o desenvolvimento frutíferos. (URCHEY; FIETZ, 2000). Em caso de baixa disponibilidade hídrica, as plantas tendem a diminuir a perda de água pelo fechamento parcial dos estômatos, o que evita a redução

do potencial da água na planta. No entanto, é um recurso que afeta negativamente diversos processos fisiológicos importantes para o crescimento e desenvolvimento vegetal, tais como transpiração, respiração, fotossíntese e síntese de açúcares, sendo assim a principal causa da redução da produtividade (FLEXAS et al., 2006).

A matéria orgânica, quando adicionada aos nutrientes minerais, facilita a absorção dos mesmos e ainda auxilia no transporte de fotoassimilados elaborados pela própria planta. Uma das frações da matéria orgânica é a húmica e seu extrato melhora e estimula a flora microbiana na rizosfera, facilita a liberação dos nutrientes, aumenta a retenção de água, a aeração, a retenção de nutrientes, a agregação do solo e, principalmente, a formação de quelatos naturais, beneficiando a nutrição da planta (KIEHL, 1985). Notadamente, as substâncias húmicas constituem a maior parte da matéria orgânica dos solos e são compostos por huminas, ácidos fúlvicos e ácidos húmicos (GUERRA et al., 2008). Além de fornecer nutrientes para as plantas por meio da mineralização, as substâncias húmicas também podem estimular diretamente o desenvolvimento e o metabolismo das plantas através de mecanismos ainda não totalmente elucidados (CANELLAS et al., 2005).

Diante da significativa importância da água, no crescimento e desenvolvimento da videira, e da matéria orgânica nas características físico-químicas do solo, o objeto deste estudo consistiu em avaliar parâmetros produtivos, qualitativos e fisiológicos da videira Itália, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação mineral, acrescidos de compostos orgânicos à base de ácidos húmicos e fúlvicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área de produção de uva “Itália” do *Campus* Petrolina Zona Rural do Instituto Federal do Sertão-PE, localizado no município de Petrolina, em um latossolo amarelo, com coordenadas geográficas 9° 20’ Sul, 40° 41’ Oeste e altitude média de 418 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo BSw^h, ou seja, semiárido com temperaturas médias anuais elevadas e quadra chuvosa de janeiro a abril (TEIXEIRA et al., 1999).

O parreiral foi conduzido em sistema de latada, com espaçamento de 3,50 x 2,50 m, sob sistema de irrigação por microaspersão (funcionando como aspersão convencional fixa de baixa pressão), com emissores espaçados em 3,50 x 5,00 m.

O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados, em faixas, com quatro tratamentos de irrigação, como parcelas, e cinco tratamentos de adubação, como subparcelas. Os tratamentos de irrigação foram constituídos de quatro fatores de multiplicação dos coeficientes de cultura, sugeridos por Soares e Costa (2000). Os fatores de multiplicação utilizados foram: 0,75 (L1); 1,00 (L2); 1,25 (L3) e 1,5 (L4), sendo cada um desses subdividido em cinco concentrações de adubo, compondo o fator adubação (Adubação mineral recomendada; 100%, 75%, 50% e 25% da adubação recomendada, acrescidas de produto orgânico a base de ácidos húmicos e fúlvicos, na concentração em volume por massa de 20%), denominadas como AD0, AD1, AD2, AD3 e AD4, respectivamente, com quatro repetições; perfazendo 20 tratamentos e 80 parcelas experimentais. Para avaliação da parcela experimental, foi considerada uma planta útil para avaliação, conforme esquema da Figura 1.

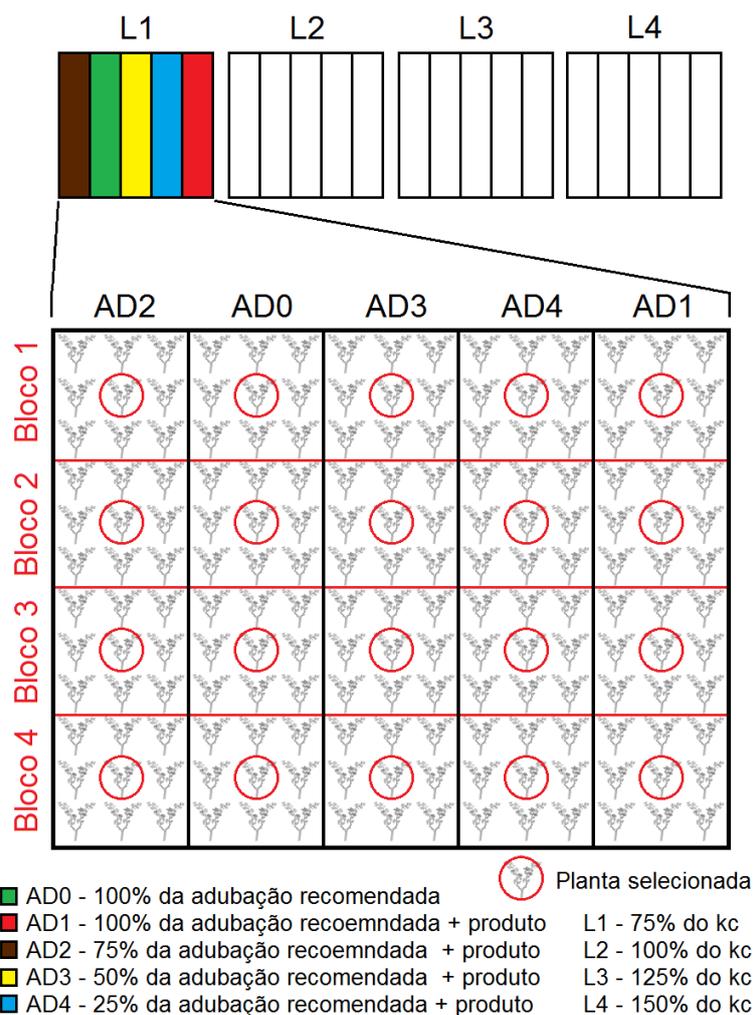


Figura 1: Croqui da área experimental.

Os dados de evapotranspiração de referência foram determinados pelo modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) baseados nos dados climatológicos provenientes da estação meteorológica automática localizada a 230 metros da área experimental. Tais dados foram coletados diariamente na estação e as irrigações foram de reposição, efetuadas no final do dia, com base na evapotranspiração da cultura (ET_c) determinada.

A adubação foi realizada conforme recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA, 2008), fundamentada em análises químicas do solo da área experimental (Tabela 1). A adubação foi parcelada em oito aplicações, tendo em vista as

necessidades de cada estágio fenológico da cultura, assim como também reduzir as perdas por lixiviação (ANDRADE JÚNIOR et al, 2007). As dosagens de N, P₂O₅ e K₂O foram de 150, 80 e 100 kg.ha⁻¹, respectivamente. Foi seguida a marcha de adubação conforme cada estágio fenológico, conforme Albuquerque (2008). Como fonte desses macronutrientes, respectivamente, foram utilizados os fertilizantes minerais solúveis ureia(45% de N), fosfato monoamônico (52% de P₂O₅ e 12% de N) e cloreto de potássio (58% de K₂O).

Tabela 1: Resultados da análise química do solo.

Posição das coletas	Prof.	pH	Pdisp	K	Ca	Mg	Na	Al	H + Al
	Cm	H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³					
Na linha	00-20	5,76	48,34	0,56	1,60	2,00	0,07	-	2,48

A poda de produção foi realizada no dia 24 de outubro de 2014 e a colheita, 21 de fevereiro de 2015, 120 dias após a poda de produção (DAPP). Foi o terceiro ciclo de produção consecutivo submetido aos mesmos tratamentos experimentais.

Para analisar os efeitos das diferentes ofertas hídricas via irrigação, associadas com as diferentes adubações, foram avaliados parâmetros relativos à fisiologia da planta (número de gemas por ramo, percentual de brotação de gemas, clorofila a, b e total, conteúdo relativo de água nas folhas, índice de massa seca foliar, potencial hídrico foliar, fotossíntese, pressão parcial de CO₂ interno, condutância estomática, temperatura foliar, déficit de pressão para a atmosfera, radiação fotossinteticamente ativa e transpiração), à produtividade e à qualidade dos frutos (comprimento e circunferência de cachos, peso médio de bagas, teor de sólidos solúveis e acidez total).

Número de gemas por ramo e percentual de brotação de gemas

Na poda de produção foram deixados 20 ramos em cada planta, com comprimento de 50 centímetros, o suficiente para a execução do amarrio dos ramos no segundo fio de arame da latada. Para análises de número de gemas por ramo e percentual de brotação, foram amostrados seis ramos por planta na porção central do braço da videira, sendo três de cada lado. Aos 15 DAPP, foram contabilizadas as brotações vegetativas nos ramos amostrados para determinação do percentual de brotação de gemas.

Clorofila

Aos 33, 88 e 115 DAPP foram realizadas análises do índice de clorofila foliar, sendo quantificados os valores relativos à concentração de clorofila A, clorofila B e clorofila total. Para esse fim, foi utilizado o dispositivo portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, da empresa Falker.

Trocas gasosas

Aos 38 e 115 DAPP, com a utilização de um analisador portátil de fotossíntese por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyzer, Li 6400, Licor), foram aferidas as leituras dos seguintes parâmetros: fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), pressão parcial de CO_2 intracelular (C_i), transpiração (E), temperatura foliar (T_f), déficit de pressão de vapor para a atmosfera (D_{pv}) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA). As medições foram realizadas em um horário fixado (09h00min). A última repetição de

cada tratamento foi desprezada, de modo a diminuir o tempo decorrente entre a primeira e a última leitura, reduzindo assim as alterações provenientes de fatores ambientais.

Conteúdo relativo de água

Aos 33, 88 e 115 DAPP foram realizadas análises de conteúdo relativo de água nas folhas. Foram retirados de cada folha 2 discos de tamanho uniforme do limbo, sem a presença de nervuras principais. Depois, foram medidas a massa fresca (MF), logo após a retirada das amostras, a massa túrgida (MT), 24 horas após a imersão das amostras em água destilada e deionizada, e a massa seca (MS), após as amostras ficarem 72 horas em estufa a 50°C. O conteúdo relativo de água foi estimado usando a razão entre a diferença de massa fresca e seca com a diferença de massa túrgida e seca (SMART; BINGHAM, 1974).

Potencial hídrico

Aos 33 DAPP, foi realizada a medição do potencial hídrico foliar. Para isso, foi utilizada a bomba de pressão de Scholander (PMS Instrument Co, model 1000). As aferições foram realizadas antes do nascer do sol, às 04h00min, horário em que os estômatos estão fechados e o potencial hídrico foliar está em equilíbrio com o potencial do solo. As folhas destacadas foram colocadas na câmara da bomba de pressão, sendo medida a pressão aplicada até ocorrer à exsudação de seiva pela secção transversal do pecíolo da folha (TURNER, 1981).

Em cada medição, as análises de clorofila, trocas gasosas e potencial hídrico foram realizadas nas mesmas folhas, sendo essas livres de ataques de pragas ou

sintomas de doenças e deficiências nutricionais, opostas ao primeiro cacho do ramo na porção central da planta.

Produtividade e qualidade dos frutos

Após a colheita, a estimativa da produtividade foi calculada levando em consideração a produção de cada planta e o espaçamento utilizado.

Para análises de comprimento e circunferência, foram selecionados de maneira representativa e marcados 10 cachos em cada planta útil, para acompanhar o crescimento durante o ciclo produtivo. Foram feitas aferições de comprimento e circunferência dos mesmos cachos em três períodos (52, 74 e 113 DAPP).

Para análises de teor de sólidos solúveis e acidez total, foram retiradas 25 bagas de cada planta útil, em diferentes cachos e posições (superior, média e inferior de cada cacho), de modo que a posição dos cachos e das bagas nos cachos não influenciasse no teor de assimilados transportados. As bagas foram maceradas e do mosto extraído foi analisado o teor de sólidos solúveis com o auxílio de um refratômetro manual. A acidez total foi determinada a partir de titulação com solução de NaOH 0,1N e solução de fenolftaleína como marcador (AOAC, 1992).

Análise estatística dos dados

Para avaliação dos resultados obtidos nas análises descritas, foi realizada análise de variância, e em caso de diferença significativa entre os tratamentos, foi realizada análise de regressão. Para comparação estatística entre o tratamento AD0 e os demais tratamentos de adubação, foi realizado contraste não ortogonal pelo teste de Scheffé

(1959) a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de potencial hídrico foliar e o conteúdo relativo de água mostraram comportamento semelhante, o que demonstra a estreita relação entre essas duas variáveis (Figura 2). Os resultados foram proporcionais à quantidade de água aplicada na irrigação, não havendo interferência da adubação em seus valores, o que demonstra que, mesmo em excesso, a água estava sendo absorvida pelas plantas. De acordo com a curva de potencial hídrico encontrada, o valor máximo foi referente ao fator de multiplicação do Kc de 1,41. Hsiao (1973) sugere que valores apresentados pelo potencial de água na folha abaixo de -0,5 MPa ao alvorecer são considerados prejudiciais à videira, resultado que não aconteceu nas lâminas testadas, uma vez que o menor valor de potencial hídrico encontrado foi de -0,45 Mpa no tratamento L1.

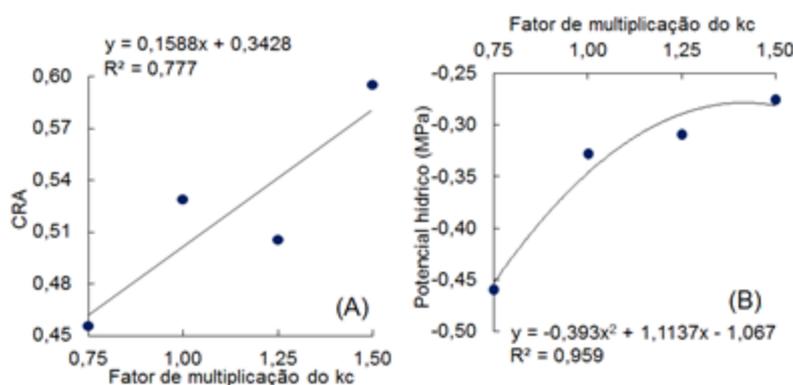


Figura 2. Conteúdo relativo de água foliar (CRA) medido aos 88 DAPP (A) e potencial hídrico foliar medido aos 33 DAPP (B) em função de diferentes lâminas de irrigação.

Nos dois momentos de leituras de dados, respectivamente, o tratamento AD0 apresentou valores médios de 17,57 e 14,48 mol.m².s⁻¹ para as análises de fotossíntese; 217,02 e 197,88 bar.bar⁻¹ para pressão parcial de CO₂ interno; 0,28 e 0,26 mol.m².s⁻¹ para condutância estomática; 34,51 e 34,52°C para temperatura foliar; 2,33 e 2,24 mbar para déficit de pressão para a atmosfera; 1665,21 e 1672,62 μmol.m².s⁻¹ para radiação fotossinteticamente ativa e 5,65 e 4,78 mol H₂O.m².s⁻¹ para transpiração. O tratamento AD0 não se mostrou diferente estatisticamente em relação aos demais tratamentos.

Na primeira e na terceira avaliação de conteúdo relativo de água (CRA) na folha não houve diferença significativa sob os tratamentos de irrigação e adubação. Na segunda avaliação (88 DAPP), o CRA se correlacionou linearmente com o aumento da lâmina de irrigação (Figura 6B). Possivelmente essa diferença foi enfatizada pela época de medição, que coincidiu com o maior Kc (1,12), aumentando a diferença da lâmina aplicada entre os tratamentos. Nas outras duas coletas (33 e 115 DAPP) o Kc aplicado era, respectivamente, de 0,6 e 0,8, provavelmente não o suficiente para gerar diferenças estatísticas significativas entre os diferentes fatores de irrigação. Souza et al. (2001) e Schultz (1997) também encontraram relação direta entre o conteúdo relativo de água em folhas de videira e a lâmina de irrigação.

A estimativa do valor máximo de potencial hídrico aos 33 DAPP é de -0,27 MPa, para um fator de multiplicação do Kc de 1,41.

Para o potencial hídrico, o tratamento AD0 apresentou valor médio de -0,34 MPa, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. Em relação ao conteúdo relativo de água, o tratamento AD0 apresentou os valores médios de 0,68; 0,51 e 0,57 nas 3 leituras, respectivamente, não diferindo significativamente entre os tratamentos.

Com relação à clorofila a, b e total, nenhuma das leituras demonstrou influência da irrigação nos seus teores, resultado que corrobora com Taiz e Zeiger (2010), que afirmaram não haver alterações no teor de clorofila em situações de estresse hídrico. Aos 43 e 88 DAPP, os teores de clorofila a, b e total apresentaram variação com o teor de adubação. Na terceira leitura, aos 115 DAPP, também não houve variação com o fator adubação. O aumento do teor de clorofila em função da adubação ocorreu provavelmente em função da quantidade de nitrogênio aplicada ao solo (Figura 3), o que ratifica estudos anteriormente relatados, como TECCHIO et al. (2011), que demonstraram que o teor de clorofila está correlacionado com o teor de nitrogênio foliar, em experimento com videira “Niágara Rosada”. Machado et al. (2004) também encontraram resultado similar em folhas de milho, onde os teores de clorofila a, b e total se correlacionam com índices crescentes de adubação nitrogenada. Em todas as análises de teor de clorofila realizadas, não houve interação significativa entre os fatores de irrigação e adubação.

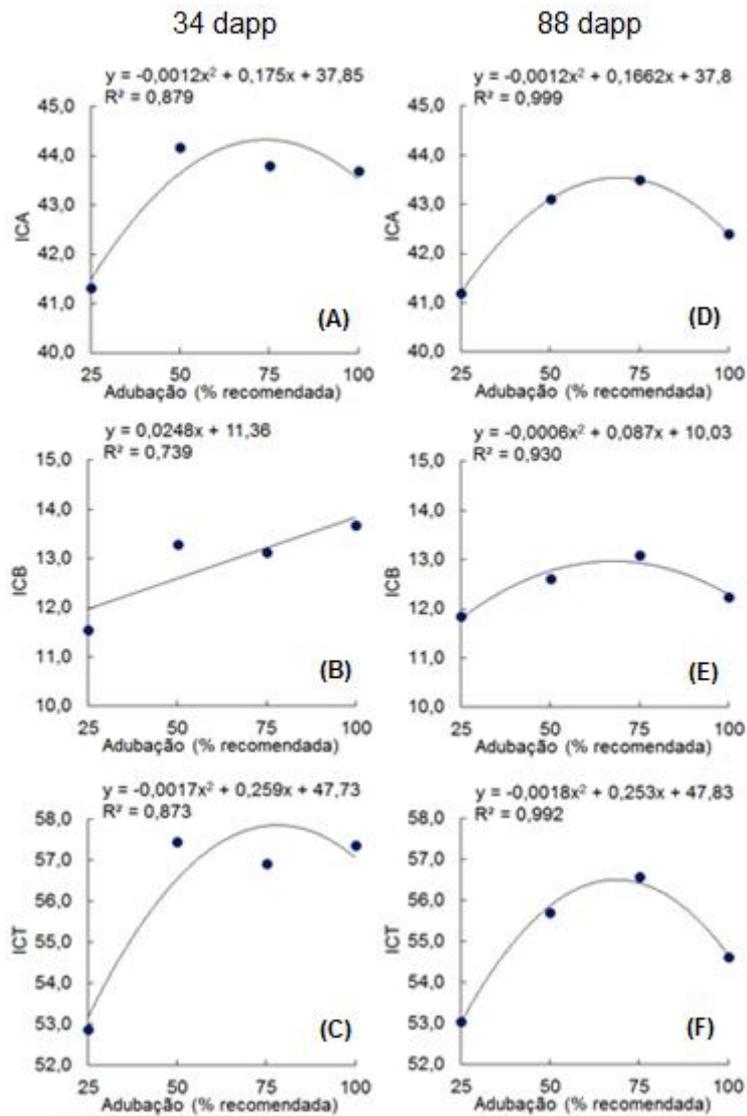


Figura 3. Índice relativo do teor foliar de clorofila A, B e total (ICA, ICB ICT, respectivamente), medidos aos 34 dapp (A, B e C) e aos 88 dapp (D, E e F), em função de diferentes tratamentos de adubação.

O tratamento AD0 apresentou Índice de Clorofila médio de 43,16; 12,7 e 55,86 para clorofila a, b e total, respectivamente, aos 43 DAPP, e não se mostrou diferente dos demais tratamentos. Aos 88 DAPP, o tratamento AD0 apresentou Índice de Clorofila médio de 42,29; 12,41 e 54,7 para clorofila a, b e total, respectivamente, sendo os valores de clorofila “a” inferiores em relação aos tratamentos AD2 e AD3, e os valores

de clorofila b inferiores em relação ao tratamento AD2. Em relação à clorofila total, o tratamento AD0 mostrou-se inferior aos tratamentos AD2 e AD3. Na terceira coleta, o tratamento AD0 apresentou os valores 44,16; 13,22 e 57,38 para clorofila a, b e total, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos.

De acordo com as equações da Figura 3, estima-se que os índices máximos de clorofila a e total aos 43 DAPP seriam de 44,22 e 57,56; com as adubações de 72,08% e 80,25% da AMR, respectivamente. Os índices máximos de clorofila a, b e total aos 88 DAPP seriam de 43,55; 13,18 e 56,72 com as adubações de 69,25%, 72,33 e 70,27% da AMR, respectivamente.

As curvas de temperatura foliar, de déficit de pressão para a atmosfera e de radiação fotossinteticamente ativa tiveram comportamento semelhante, crescendo em função da lâmina de irrigação. Já a pressão parcial de CO₂ interno e a condutância estomática resultaram em comportamento inverso, decrescendo com o aumento da irrigação aplicada (Figura 4).

Considerando as variáveis fisiológicas avaliadas para as trocas gasosas, não houve diferenciação na fotossíntese e na transpiração em função dos tratamentos, sendo que nenhuma variável analisada teve diferença significativa sob os fatores de adubação. Também não houve interação significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos de irrigação e adubação.

É sabido que em condições de estresse hídrico, seja por excesso ou escassez, é induzido o fechamento estomático, como puderam comprovar Martinazzo et al. (2012) em ameixeiras submetidas à ambas as condições, limitando assim a difusão do CO₂ do meio externo para o mesófilo da folha e reduzindo a pressão parcial de CO₂ no seu interior. No caso do presente trabalho, pôde-se constatar excesso hídrico nas lâminas L2, L3 e L4, as quais reduziram a condutividade estomática das folhas das videiras.

Esse fechamento estomático observado nas leituras pode ter sido o fator responsável pelo aumento da temperatura foliar e do déficit de pressão de vapor para a atmosfera em função da lâmina de irrigação.

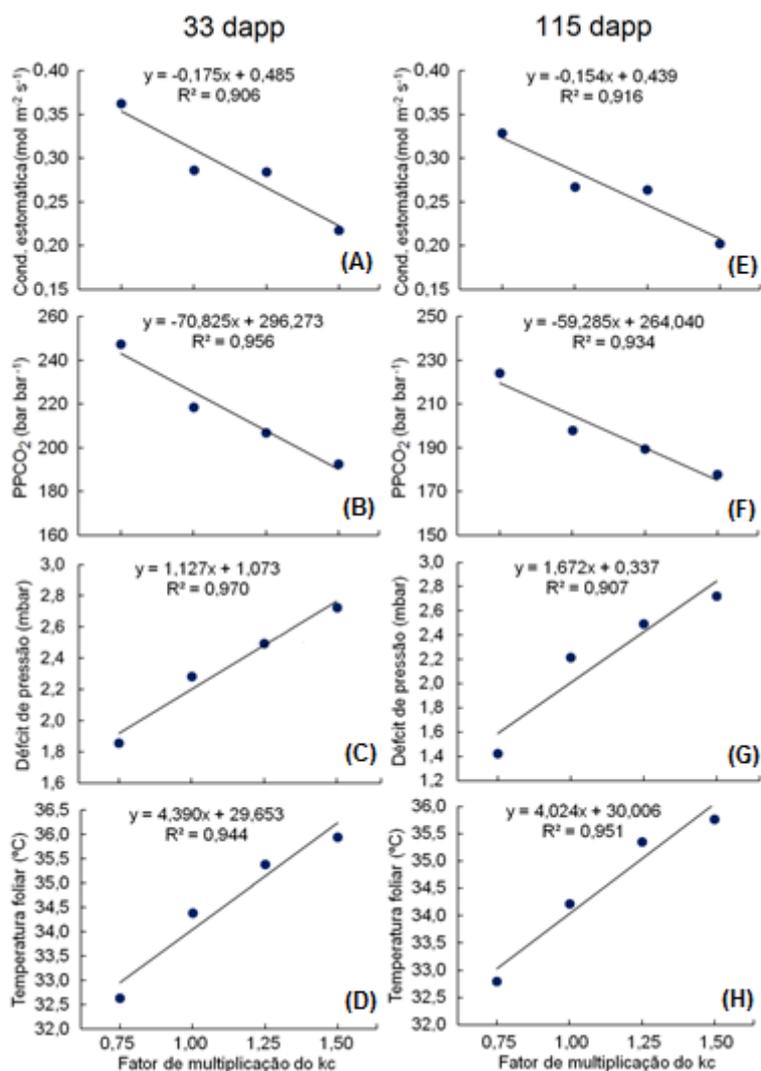


Figura 4. Condutância estomática, pressão parcial de CO₂ interno (PPCO₂), temperatura foliar e déficit de pressão para a atmosfera aos 39 dapp (A, B, C e D) e aos 115 dapp (E, F, G e H) em função de diferentes lâminas de irrigação.

Para a variável “número de gemas” houve interação significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos de irrigação e adubação (Figuras 4A e 4B). Conforme a lâmina de irrigação foi aumentada, observou-se redução no número de

gemas por ramo, os quais apresentaram maior crescimento internodal, evidenciando maior vigor nos ramos das videiras submetidas às irrigações mais abundantes. Para o cultivo da videira, um elevado vigor dos ramos não é interessante em termos produtivos, pois isto pode levar a um desenvolvimento vegetativo intenso, cujas consequências são o aumento de área foliar exposta às doenças e o alongamento dos entrenós, fazendo com que os cachos se distanciem do ramo principal, exigindo uma poda mais longa (SASSAKI et al., 2000). Em função dos tratamentos de adubação, não houve diferença significativa em relação ao número de gemas.

No percentual de brotação de gemas houve interação significativa entre os fatores irrigação e adubação a 5% de probabilidade (Figuras 5C e 5D). No entanto, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos de irrigação e adubação. Os resultados de número de gemas e percentual de brotação de gemas corroboram com Gonçalves (2005), onde a irrigação influenciou no vigor dos ramos da videira, mas não no percentual de brotação de gemas. O tratamento AD0 obteve valor médio de 44,3 gemas por amostragem e 42,71% de gemas brotadas e não se diferenciou significativamente dos demais tratamentos pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

De acordo com os valores encontrados, o número mínimo estimado de gemas por ramo no tratamento L4 (5,55 gemas por ramo) corresponde à adubação de 63,39% da adubação mineral recomendada acrescida do produto testado (AMR).

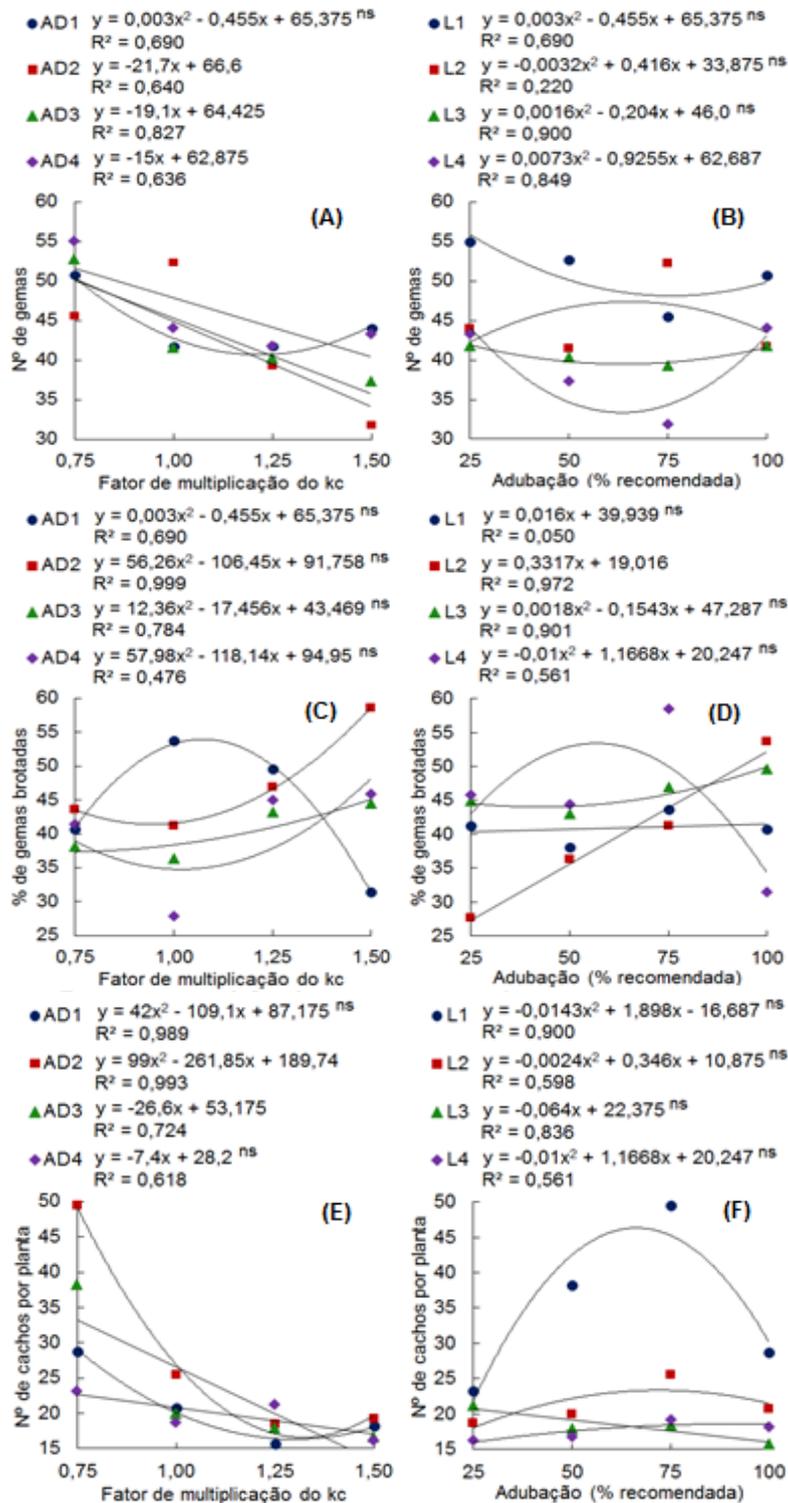


Figura 5. Número de gemas por ramo em função dos diferentes tratamentos de irrigação (A) e adubação (B); porcentagem de gemas brotadas em função dos diferentes tratamentos de irrigação (C) e adubação (D) e número de

cachos por planta em função dos diferentes tratamentos de irrigação (E) e adubação (F).

No tocante ao número de cachos, houve interação significativa entre os fatores irrigação e adubação a 5% de probabilidade (Figuras 5E e 5F). O tratamento L1 foi significativamente superior aos demais tratamentos, resultado esse que sugere irrigação excessiva nos tratamentos L2, L3 e L4. A redução da lâmina de irrigação aplicada nos estádios de pré e plena floração proporcionou maior floração em termos quantitativos, ocasionando maior número de cachos. Tal resultado corrobora com Nascimento et al. (2004), cujo trabalho com videira “Festival” também foi realizado no município de Petrolina-PE.

O excesso de vigor dos ramos provavelmente foi um fator limitante na fertilidade de gemas, o que corrobora com Shikhamany (1999), que em sua pesquisa verificou correlação negativa entre comprimento de entrenós e a produtividade da videira Thompson Seedless. Por outro lado, Matthews et al. (1987) verificaram que o aumento da intensidade de irrigação foi positivamente correlacionado com o aumento do número de cachos formados em videiras ‘Cabernet Franc’, mas em condições de solo encharcado, Stevens et al. (1999) verificaram redução da fertilidade de gemas em videiras ‘Sultana’.

Apesar de o nitrogênio ser um importante elemento envolvido na formação de primórdios de inflorescência e na produção frutífera (MULLINS et al., 2000), não houve diferença significativa entre os tratamentos de adubação. O tratamento AD0 obteve valor médio de 23,91 cachos por planta e não se diferenciou significativamente dos demais tratamentos pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Com relação ao comprimento de cachos, não houve influência da irrigação e da adubação sobre os seus valores, nem interação significativa a 5% de probabilidade.

Em relação à circunferência de cachos, houve interação significativa entre os tratamentos apenas na terceira leitura (113 DAPP). A circunferência decresceu linearmente com o acréscimo da irrigação aos 52 e 74 DAPP, enquanto que, nos mesmos períodos, obteve estimativa de valor máximo de 16,6 cm e 23,09 cm para adubações de 54% e 52,85% da AMR (Figura 6). Aos 113 DAPP, a estimativa do valor mínimo para o tratamento AD2 é de 22,63 cm, para o coeficiente de multiplicação do Kc de 1,28. A estimativa do valor máximo para o tratamento L1 foi de 27,15 cm, com a adubação de 59,62% da AMR.

Brunneto et al. (2009) encontrou maiores produções da videira Cabernet Sauvignon com aplicações de 15 e 30 kg de N.ha⁻¹. No entanto, Aplicações de 30 até 60 kg.ha⁻¹ de N promoveram acentuada queda na produção, bem como no número de cachos, no número de bagas por cacho e no comprimento e na largura dos cachos. Resultado semelhante foi observado no presente trabalho, sendo a circunferência máxima obtida entre as adubações de 52,85% e 59,62% da AMR. Em relação à irrigação, os resultados contrastaram com Albuquerque et al. (2013), os quais relataram que o comprimento de cacho da uva Ribier cresceu linearmente com o acréscimo da lâmina de irrigação até 150% da evapotranspiração do tanque classe A.

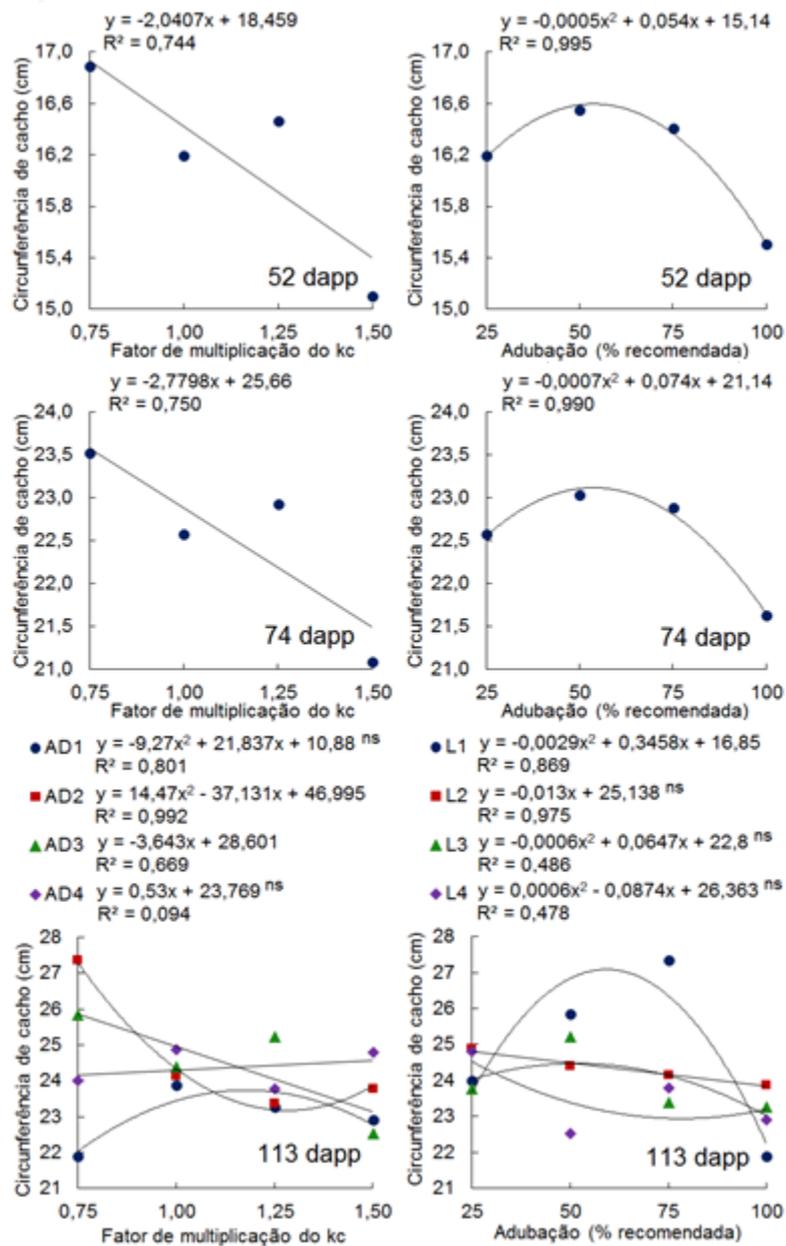


Figura 6. Circunferência média dos cachos, medida em diferentes dias após a poda de produção (DAPP), em função dos diferentes tratamentos de irrigação e adubação.

O tratamento AD0 apresentou os valores médios de comprimento de cacho iguais a 13,24; 18,41 e 19,52 centímetros nos 3 momentos avaliados, enquanto a circunferência média de cachos apresentou os valores médios de 16,22; 22,62 e 24,13

centímetros. Ambas as análises não demonstraram diferenças significativas quando comparadas com os demais tratamentos.

Para a variável “peso médio de bagas”, não houve diferença significativa no tocante à irrigação. No entanto, os tratamentos AD3 e AD4 mostraram-se superiores. Houve também interação significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos (Figura 7A e 7B).

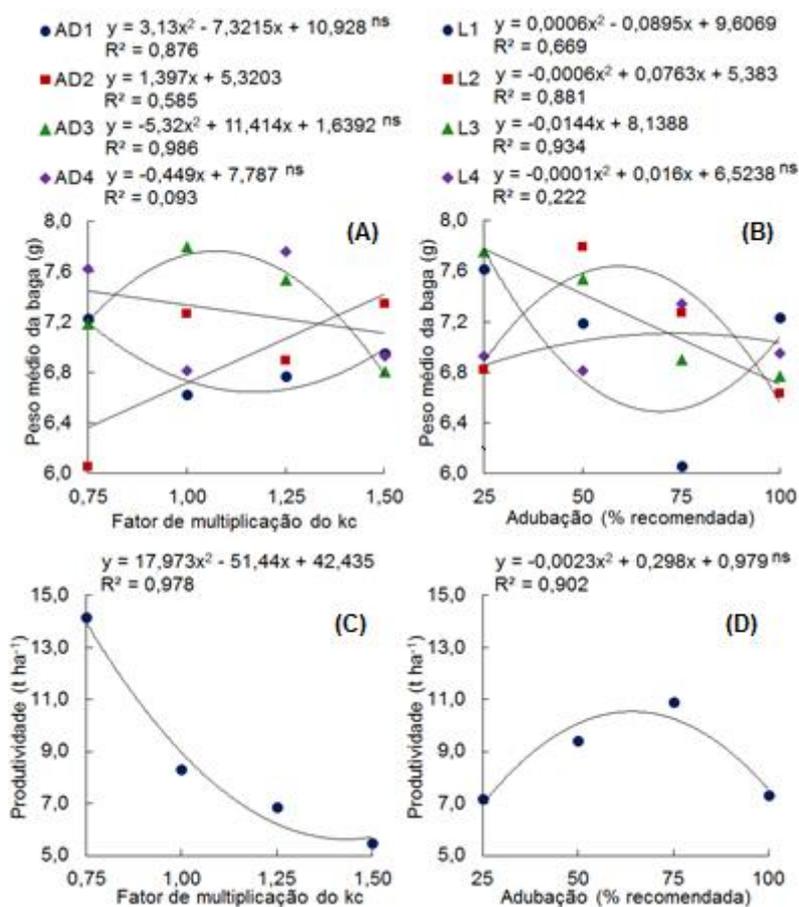


Figura 7. Peso médio de bagas em função dos diferentes tratamentos de irrigação e adubação (A e B) e produtividade em função dos diferentes tratamentos de irrigação (C) e adubação (D).

Para o peso de bagas, estima-se que o valor máximo para o tratamento L2 seja de 7,8 g, obtido com a adubação de 63,41% da AMR. Para o tratamento L1, o valor mínimo de 6,26 g corresponde a 74,75% da AMR.

Segundo Andrade Júnior et al. (2007) quantidades maiores de fertilizantes podem acarretar redução do potencial osmótico do solo, menor disponibilidade de água para a cultura e conseqüente redução no crescimento das bagas, tanto no tamanho como na largura. Turchiello (2011) encontrou comportamento constante no peso médio de bagas da uva de mesa Vênus sob irrigações crescentes de 0 a 125% da evapotranspiração da cultura.

Para a produtividade, não houve interação significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Estima-se que o valor mínimo de $5,62 \text{ t.ha}^{-1}$ corresponda ao fator de multiplicação do K_c de 1,43 (Figura 7C).

Segundo Ávila Netto et al. (2000), para o cultivo da videira Itália no submédio São Francisco, os valores de K_c variaram entre 0,50 (maturação) e 0,74 (enchimento de bagas), valores baixos quando comparados com os de Soares e Costa, 2000, que variam entre 0,59 e 1,12. Provavelmente, os valores de K_c recomendados por Soares e Costa (2000) foram excessivos para este ciclo produtivo, uma vez que a lâmina L1 obteve significativamente maior produtividade que as demais. Já em relação à adubação, os tratamentos AD1 e AD4 se mostraram, respectivamente, excessivo e restritivo, sendo os tratamentos AD2 e AD3 os que obtiveram melhores resultados (Figura 7D).

Já Turchiello (2011) não encontrou diferença significativa na produtividade da cultivar de mesa Vênus quando irrigada com 75% e 100% da evapotranspiração de cultura em todos os estádios fenológicos.

O tratamento AD0 proporcionou produtividade de $8,085 \text{ t.ha}^{-1}$ e não se diferenciou estatisticamente em relação aos demais tratamentos pelo teste de Scheffé a

5% de probabilidade. Dessa forma, em termos de produtividade, é possível reduzir em 75% a adubação mineral recomendada, desde que seja acrescida de 20% em massa do produto à base de ácidos húmicos e fúlvicos (tratamento AD4).

Acerca do teor de sólidos solúveis totais, o tratamento AD4 se mostrou superior aos demais (Figura 8A). No entanto, não houve variação entre os tratamentos de irrigação, o que corrobora com Turchiello (2011) em trabalho com uva de mesa “Vênus”. Já para a acidez, os menores valores foram encontrados nos tratamentos L1 e L4 (Figura 8B), ratificando os resultados encontrados por Busato et al. (2011) os quais constataram menor acidez titulável em videiras da cultivar Niágara Rosada, sob déficit hídrico (0 e 33% de reposição da lâmina de irrigação). Segundo Jackson e Lombard (1993), uma irrigação excessiva eleva o vigor dos ramos e aumenta a sua competição por fotoassimilados com os frutos, comprometendo a síntese de compostos fenólicos, o que provavelmente explica a redução da acidez no tratamento L4.

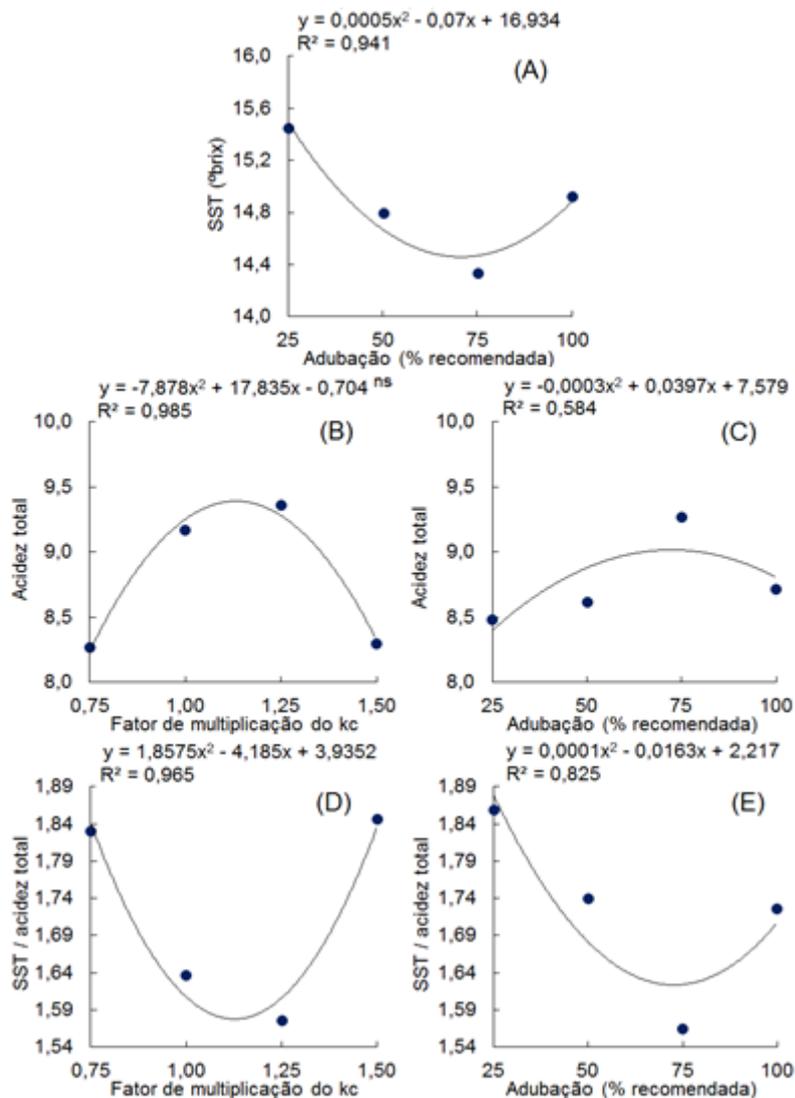


Figura 8. Teor de sólidos solúveis totais (SST) em função de diferentes níveis de adubação (A), acidez total em função de diferentes lâminas de irrigação (B) e adubação (C) e relação SST/acidez total em função dos diferentes tratamentos de irrigação (D) e adubação (E).

A relação do fator adubação contrasta com o de alguns autores, como Ciotta et al. (2012), que não encontrou diferença no teor de sólidos solúveis em diferentes níveis de adubação potássica (0 a 150 kg.ha⁻¹) da videira Cabernet Sauvignon.

A relação Brix/acidez obteve maiores valores nas lâminas L1 e L4 e na adubação AD4. O reduzido número de cachos do tratamento L4 pode ter favorecido um acréscimo

do teor de sólidos solúveis obtido em comparação com os tratamentos L2 e L3 (Figura 8C).

Estima-se que o teor de sólidos solúveis totais atinja valor mínimo de 14,48 °Brix com a adubação de 70% da AMR. Para a acidez total, a estimativa é de que o seu valor máximo de 8,89 g.L⁻¹ seja atingido com a adubação de 66,16% da AMR. Para a relação Brix/acidez, estima-se que o valor mínimo de 1,57 seja obtido com o fator de multiplicação do Kc de 1,12. Estima-se também que o valor mínimo de 1,55 seja obtido com a adubação de 81,5% da AMR.

O tratamento AD0 apresentou valor médio de 14,82 °Brix para o teor de sólidos solúveis, sendo inferior estatisticamente ao tratamento AD4 pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. Apresentou ainda valor médio de acidez total igual a 8,81 g.L⁻¹, não diferindo estatisticamente entre os tratamentos, e relação Brix/acidez igual a 1,71, também não diferindo estatisticamente entre os tratamentos.

CONCLUSÃO

O tratamento L1 (75% da Etc) proporcionou maior número de cachos e, conseqüentemente, maior produtividade. Também apresentou maior teor de sólidos solúveis e menor acidez total.

Os tratamentos AD2 e AD3 obtiveram melhores resultados no tocante à produtividade, sendo os tratamentos AD1 e AD4 respectivamente, excessivo e restritivo.

Houve redução da condutância estomática com o aumento da lâmina de irrigação, reduzindo assim a pressão parcial de CO₂ interno, aumentando a temperatura foliar e o déficit de pressão de vapor para a atmosfera.

A adição do produto testado à base de ácidos húmicos e fúlvicos permitiu reduzir a adubação mineral recomendada a 25% (tratamento AD4) sem alterar significativamente a produtividade, além de apresentar maior teor de sólidos solúveis em relação aos demais tratamentos de adubação.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2008. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 493-502

ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M. **Irrigação e fertirrigação potássica na cultura da videira em condições semiáridas**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 3, p. 315-321, 2013.

ALBUQUERQUE, T. C. S. **Uvas para exportação: manejo da planta e da nutrição**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA, 1.; FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA - FENAGRI, 2008, Petrolina. Minicursos. Petrolina: Prefeitura Municipal: ValeXport: Embrapa Semi-Árido, 2008.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage, 56)

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.; DANIEL R. **Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, PI**. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2007

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**.15. ed. Arlington, 1992.

AVILA NETTO, J.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M.; TEIXEIRA, A. H. de C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1559-1566, 2000.

BIASOTO, A. C. T; LEÃO, P. C. S. **Avaliação sensorial de uvas de mesa produzidas na região do Vale do São Francisco**. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 23. Cuiabá-MT, 2014,

BOLIANI, A.C. **Avaliação fenológica da videira *vitis vinifera* L. cv. Itália e cv. Rubi na região oeste do Estado de São Paulo**. Jaboticabal, 1994. 188p. (Tese/Doutorado em Produção Vegetal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista).

BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, S. et al. **Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon**. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.36, n.2, p.132-129, 1985.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; GATIBONI, L. C. **Produção e composição química da uva de videiras Cabernet Sauvignon submetidas à adubação nitrogenada**. Cienc. Rural vol.39 no.7 Santa Maria, 2009.

BUSATO, C. C. M.; SOARES, A. A.; REIS, E. F.; BUSATO, C. **Efeito dos regimes de irrigação nos teores de açúcares em uvas Niágara Rosada**. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari-ES. 2011

BUTTROSE, M.S. **Climatic factors and fruit fullness in grapevines**. Horticultural Abstracts, Farnham Royal, v.46, n.6, p.319-326, 1974.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campo dos Goytacazes. 309 p. 2005.

CIOTTA, M. N.; CERETTA, C. A.; NAVA, G.; FERREIRA, P. A.; FELLIPETTO, J. **Adubação potássica e sua influência sobre o rendimento e atributos de qualidade do mosto em videiras cv Cabernet Sauvignon na Serra Catarinense**. IX reunião sul-brasileira de ciência do solo. Lages-SC. 2012.

FERREIRA, D. F. **Programa computacional Sisvar** - UFLA, versão 5.3, 2010.

GAUDILLERE, J.P. **La photorespiration et son coût énergétique**. In: La photosynthèse. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, v.11, p.872-882, 1982.

GONÇALVES, F. C. **Antecipação da produção da videira 'Niágara Rosada' na região de Lavras, MG**. Universidade Federal de Lavras (Tese de doutorado). 84p. 2005.

GUERRA, J.C.M.; SANTOS, G.A.; SILVA, L.S. & CAMARGO, F.A.O. **Macromoléculas e substâncias húmicas**. In: SANTOS, G.A., ed. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.19-26.

HAESLER, C. W.; SMITH C. B.; KARDOS, L. T. **Response of mature vines of *Vitis labrusca* L. cv Concord to applications of phosphorus and potassium over an eight-year span in Pennsylvania**. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.31, n.3, p.237-244, 1980.

HSIAO, T.C. **Plant response to water stress**. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v.4, p.519- 70, 1973.

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco**. Recife – PE. 2008. 181p.

JACKSON, D.I., LOMBARD, P.B. **Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality** - a review. American Journal Enology and Viticulture, Davis, v. 44, p. 409-430, 1993.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**, Editora Ceres, São Paulo, 1985. 492p.

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.

LEÃO, P. C. S. **Cultivo da videira**. Sistemas de Produção, 2a. edição. Embrapa Semiárido, 2010.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. **O Cultivo da pereira no Vale do São Francisco**. Embrapa Semiárido (Nota técnica). 2014.

MACHADO, R. A. F.; DURÃES, F. A. M.; RODRIGUES, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; CANTÃO, F. R. O. **Análise de Clorofila e Conteúdo Relativo de Água em Linhagens de Milho constantes para tolerância à secas submetidas a dois níveis de nitrogênio**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Cuiabá, MT. 2004.

MARTINAZZO, E. G.; PERBONI, A. T.; OLIVEIRA, P. V.; BIANCHI, V. J.; BACARIN, M. A. **Atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento**. Rev. Cienc. Rural vol.43 n°.1 Santa Maria, 2013.

MATTHEWS, M.A.; ANDERSON, M.M.; SHULTZ, H.R. **Phenological and growth responses to early and late season water deficits in “Cabernet Franc”, Vitis**, Siebeldingen, v.26, p.147-160, 1987.

MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: University Press, 2000. 239p.

NASCIMENTO, J.; SOARES, J. M.; GRANGEIRO, L.C.; FILHO, J. M. L. **Manejo de água no período de pré-floração e de floração na cultura da videira no Submédio São Francisco**. XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 2004.

SASSAKI, N.; HERNANDEZ, F. B. T.; KONRAD, M.; SILVA, C. R. **Relação entre manejos de irrigação e desenvolvimentos de ramos e produção de uvas finas no noroeste paulista**. XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 2000.

SCHEFFÉ, H. **The analysis of variance**. New York, I. Wiley, 1959. 478p.

SCHULTZ, H. R. **Water relations and photosynthetic response of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress**. Acta Horticulturae, Leuven, n. 427, p. 251-265, 1997.

SHIKHAMANY, S.D. **Physiology and cultural practices to produce seedless grapes in tropical environments**. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 9., 1999, Bento Gonçalves. **Anais...**Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 1999, p.43-48.

- SMART, R. E.; BINGHAM, G. E.; **Rapid Estimates of Relative Water Content.** Plant Physiol. Vol. 53, 258-260, 1974.
- SOARES, J. M.; COSTA, F. F. **Irrigação na cultura da videira.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte. v.19, n.194, p.58-69, 2000
- SOUSA, J.S. I. Uvas para o Brasil. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791 p.
- SOUZA, C. R.; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. **Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, out. 2001
- SRINIVASAN, C.; MULLINS, M.G. **Physiology of flowering in the grapevine - A review.** American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.32, n.1, p.47-63, 1981.
- STEVENS, R.M.; HARVEY, G.; JOHNS, R.E. **Waterlogging reduces shoot growth and bud fruitfulness in pot-grown grapevines with a split-root system.** Australian Journal of Grape and Wine Research, Glen Osmond, v.5, n.3, p.99-103, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 719p.
- TEIXEIRA, A. H. C. **Influência do Rio São Francisco no microclima de suas margens.** In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11., 1999, Florianópolis, SC, **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999, p.1605-1610.
- TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; SMARSI, R. C. **Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira 'Niagara Rosada'.** Rev. Bras. Frutic.,v.33,p.649-659, 2011.
- TURCHIELLO, M.S. **Manejo da irrigação pelo método Penmam Monteith na cultura da videira.** Dissertação (Mestre) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2011. 85 p.
- TURNER, N.C. **Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status.** Plant and Soil, v.58, p.339-366, 1981.
- URCHEY, M. A.; FIETZ, C. R. **Subsídios ao manejo da irrigação da cultura da videira no cerrado: o caso de Primavera do leste, MT.** Dourado: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 56 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 12).

**DINÂMICA DE P E K NO SOLO COM CULTIVO DE VIDEIRA “ITÁLIA”
SOB ADUBAÇÃO ALTERNATIVA E DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO**

**ANDRADE, V. P. M.¹; SILVA J. A. B.²; SOUSA, J. S. C.¹; OLIVEIRA, F. F.¹;
SIMÕES, W. L.³; GARRIDO, M. S.². SILVA, R. C. F.¹**

¹Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE) - Campus Petrolina Zona Rural -, ²Universidade do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Campus Juazeiro, ³Embrapa Semiárido.

RESUMO

O presente trabalho consistiu em avaliar parâmetros químicos do solo em um cultivo de videira “Itália” (*Vitis vinifera* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e diferentes níveis de adubação mineral, acrescidos de compostos orgânicos à base de ácidos húmicos e fúlvicos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em faixas, com quatro tratamentos de irrigação (75%, 100%, 125% e 150% do coeficiente de cultura recomendado, denominados L1, L2, L3 e L4, respectivamente) nas parcelas, e cinco tratamentos de adubação (Adubação mineral recomendada; 100%, 75%, 50% e 25% da adubação recomendada acrescida de produto a base de ácidos húmicos e fúlvicos, denominados como AD0, AD1, AD2, AD3 e AD4, respectivamente) nas subparcelas, com três repetições. Foram analisados os teores de P, K e pH em três profundidades (0-20, 20-60 e 60-90 cm) e o teor de carbono orgânico na camada superficial (0,00 – 0,20 m). Os valores de P decresceram na camada superficial e cresceram na camada mais profunda, em função da irrigação, enquanto que os de K decresceram nas 3 profundidades. A adição do produto orgânico não promoveu alterações na lixiviação do P e do K. O pH reduziu com o aumento dos níveis de irrigação na camada superficial. O teor de carbono orgânico sofreu influência da irrigação, sendo os níveis de substâncias húmicas da adubação insuficientes para promover mudanças no teor de carbono orgânico do solo.

Palavras chave: Substâncias húmicas, adubação, lixiviação.

ABSTRACT

This study was to evaluate soil chemical parameters on a vine cultivation "Italy" (*Vitis vinifera* L.) under different irrigation levels and different levels of mineral fertilizer plus organic compounds based on humic and fulvic acids. The experimental design was a randomized complete block in strips with four irrigation treatments (75%, 100%, 125% and 150% of the recommended crop coefficient, termed L1, L2, L3 and L4, respectively) in the plots, and five fertilization treatments (recommended mineral fertilization, 100%, 75%, 50% and 25% of plus recommended fertilizer product based on humic and fulvic acids, termed as AD0, AD1, AD2, AD3 and AD4, respectively) in the subplots, with three replications. P and K contents and pH were analyzed at three depths (0-20, 20-60 and 60-90 cm) and the organic carbon content in the surface layer (0.00 to 0.20 m). The values of P in the surface layer decreased and increased in the deepest layer, by irrigation, while K decreased in the 3 depths. The addition of the organic product did not change the leaching of P and K. The pH decreased with increasing water levels in the surface layer. The organic carbon content was influenced by irrigation, and the levels of humic fertilization were insufficient to promote changes in soil organic carbon content.

Keywords: Humic substances, fertilization, leaching.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica, quando adicionada aos nutrientes minerais, facilita a sua absorção e ainda auxilia no transporte de fotoassimilados elaborados pela própria planta (KIEHL, 1985). Uma das frações da matéria orgânica é a húmica e seu extrato aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, melhora e estimula a flora microbiana na rizosfera, facilita a liberação dos nutrientes, aumenta a retenção de água, a aeração, a retenção de nutrientes, a agregação do solo e, principalmente, a formação de quelatos naturais, tornando-se fator de grande relevância para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (SOUZA; RESENDE, 2003; PRIMO et al., 2011). Notadamente, as substâncias húmicas constituem a maior parte da matéria

orgânica dos solos e são compostos por huminas, ácidos fúlvicos e ácidos húmicos (GUERRA et al., 2008).

A procura da sustentabilidade econômica e ambiental tem estimulado o aproveitamento dos diversos tipos de resíduos orgânicos, gerados em atividades rurais, agroindustriais ou urbanas, como fertilizantes e, ou, condicionadores de solo, proporcionando também retornos econômicos e melhoria na qualidade do solo (TEDESCO et al., 1995). No mercado de insumos agrícolas, existem muitos produtos comerciais com substâncias húmicas em sua composição. Geralmente, esses produtos são derivados de minerais, como a lignita e carvão, turfas e resíduos orgânicos humificados. Dessa forma, há um requerimento por dados de pesquisa sobre essas substâncias orgânicas para nortear o uso de produtos comerciais e avaliar a influência desses materiais na dinâmica das diferentes frações orgânicas do solo (CHEN et al., 2004), considerando-se também a notória dependência brasileira por matérias-primas para fabricação dos fertilizantes minerais, já que a produção nacional não acompanhou a taxa de crescimento do consumo (PROFETA; BRAGA, 2012)

A absorção de alguns nutrientes parece ser marcadamente prejudicada pela falta de água. Entretanto, o excesso de água pode elevar em demasia as perdas causadas pela lixiviação de nutrientes tais como $N(NO_3^-)$ e K^+ (RAIJ, 1991). Segundo Ernani (2008) a lixiviação, movimento vertical de íons ou de moléculas no perfil do solo para profundidades abaixo daquelas exploradas pelas raízes, é o processo mais importante que ocorre com o nitrogênio em áreas com alta precipitação pluviométrica, principalmente nos solos de países de clima tropical e subtropical e na agricultura irrigada.

Diante da significativa influência das substâncias húmicas na fertilidade do solo, o objeto de estudo consistiu em avaliar parâmetros químicos do solo em um cultivo de videira “Itália” sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação mineral, acrescidos de compostos orgânicos à base de ácidos húmicos e fúlvicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área de produção de uva “Itália” do *Campus Petrolina Zona Rural* do Instituto Federal do Sertão-PE, localizado no município de Petrolina, em um latossolo amarelo, com coordenadas geográficas 9° 20’ Sul, 40° 41’ Oeste e altitude média de 418 m. O parreiral foi conduzido em sistema de latada, com

espaçamento de 3,50 x 2,50 m, sob sistema de irrigação por microaspersão (funcionando como aspersão convencional fixa de baixa pressão), com emissores espaçados em 3,50 x 5,00 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo BSw^h, ou seja, semiárido com temperaturas médias anuais elevadas e quadra chuvosa de janeiro a abril (TEIXEIRA et al., 1999).

O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas em faixas, com quatro tratamentos de irrigação, como parcelas, e cinco tratamentos de adubação, como subparcelas. Os tratamentos de irrigação foram constituídos de quatro frações dos coeficientes de cultura sugeridos por Soares e Costa (2000), determinados por 75%, 100%, 125% e 150% do coeficiente recomendado (L1, L2, L3 e L4, respectivamente), sendo cada um desses subdividido em cinco concentrações de adubo, compondo o fator adubação (Adubação mineral recomendada; 100%, 75%, 50% e 25% da adubação recomendada, acrescidas de produto orgânico a base de ácidos húmicos e fúlvicos, na concentração em massa de 20%), denominadas como AD0, AD1, AD2, AD3 e AD4, respectivamente, com três repetições; perfazendo 20 tratamentos e 60 parcelas experimentais.

Os dados de evapotranspiração de referência foram determinados pelo modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) baseados nos dados climatológicos provenientes da estação meteorológica automática localizada a 230 metros da área experimental. Tais dados foram coletados diariamente na estação e as irrigações foram de reposição, efetuadas no final do dia, com base na evapotranspiração da cultura (ET_c) determinada.

A adubação foi realizada conforme recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA, 2008), fundamentada em análises químicas do solo da área experimental (Tabela 1). A adubação foi parcelada em oito aplicações, tendo em vista as necessidades de cada estágio fenológico da cultura, assim como também reduzir as perdas por lixiviação (ANDRADE JÚNIOR et al, 2007). As dosagens de N, P_2O_5 e K_2O foram de 150, 80 e 100 $kg.ha^{-1}$, respectivamente. Foi seguida a marcha de adubação de acordo com cada estágio fenológico, conforme Albuquerque (2008). Como fonte desses macronutrientes, respectivamente, foram utilizados os fertilizantes minerais solúveis ureia (45% de N), fosfato monoamônico (52% de P_2O_5 e 12% de N) e cloreto de potássio (58% de K_2O). A recomendação de adubação se encontra na Figura 2.

Tabela 1: Resultados da análise química do solo.

Posição das coletas	Prof.	pH	Pdisp	K	Ca	Mg	Na	Al	H + Al
	Cm	H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³					
Na linha	00-20	5,76	48,34	0,56	1,60	2,00	0,07	-	2,48

A poda de produção foi realizada no dia 24 de outubro de 2014 e a colheita, 21 de fevereiro de 2015, 120 dias após a poda de produção. Foi o terceiro ciclo de produção consecutivo submetido aos mesmos tratamentos experimentais.

Análises químicas de solo

Foram realizadas coletas de solo aos 49 DAPP (dias antes da poda de produção), 31 e 127 DDPP (dias depois da poda de produção). Assim, as coletas foram procedidas 15 dias antes do início do manejo de adubação da cultura em repouso, 7 dias após a quarta adubação e 7 dias após a oitava e última adubação. A amostragem foi realizada nas três primeiras repetições de cada tratamento, em profundidades de 0-20 cm, 20-60 cm e 60-90 cm em cada planta útil, totalizando 180 amostras de solo em cada uma das três coletas. As amostras foram retiradas a 50 cm do caule da planta. Foram analisados os teores de P, K, e pH nas três profundidades, e o teor de carbono orgânico total na camada de 0-20 cm.

Para análises de P e K, utilizou-se solução de Melich (1953) (HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N) como extrator e, posteriormente, foram quantificados por espectrofotometria e fotometria de chama, respectivamente (EMBRAPA, 1997). Foi realizada a determinação do carbono orgânico total do solo por meio de oxidação da matéria orgânica por via úmida utilizando-se solução de dicromato de potássio em meio ácido, com aquecimento externo seguido de titulação com sulfato ferroso amoniacal (YEOMANS; BREMNER, 1988). Para análise de pH, adicionou-se 25 ml de H₂O em 10 ml de solo, procedendo a agitação e depois repouso de uma hora, para posterior leitura com pHmetro.

Fator de lixiviação de P e K

Foi criado um fator de lixiviação, que corresponde à razão entre os teores finais e iniciais (49 DAPP e 127 DDPP) de P e K, nas profundidades de 0,20 – 0,60 m e 0,60 – 0,90 m. Foram comparados os fatores de lixiviação entre os tratamentos AD0 e AD1, uma vez que a única diferença é a adição do produto à base de ácidos húmicos e fúlvicos, de modo a verificar se o produto influencia no deslocamento desses nutrientes.

Análises de umidade do solo

Para determinação do teor de umidade do solo, utilizou-se uma sonda de Reflectometria no Domínio da Frequência (FDR) modelo Diviner, da fabricante SentekPty Ltda. As leituras foram feitas entre os dias 19 de janeiro de 2015 e 13 de fevereiro do mesmo ano, em tubos de acesso inseridos no solo, sendo efetuadas três vezes por semana, uma hora antes de serem executadas as irrigações. Com as leituras, foram quantificados os teores de umidade volumétrica até 50 cm de profundidade, em intervalos de 10 cm.

Análise estatística dos dados

Para avaliação dos resultados obtidos nas análises descritas, foi realizada análise de variância pelo teste F, e em caso de diferença significativa entre os tratamentos, foi realizada análise de regressão. Para comparação estatística entre o fator de lixiviação do tratamento AD0 e do tratamento AD1, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de umidade no solo, em diferentes profundidades, demonstrou que a irrigação, mesmo na menor lâmina, fez com que a umidade atingisse profundidades abaixo da zona radicular (Figura 1). Segundo Soares e Bassoi (1995), cerca de 90% do efetivo radicular da videira se encontra em profundidades de até 30 cm. Quando há

percolação da água, parte dos nutrientes do solo é lixiviada para fora da zona de solo explorado pelo sistema radicular da cultura (OLIVEIRA et al., 2008).

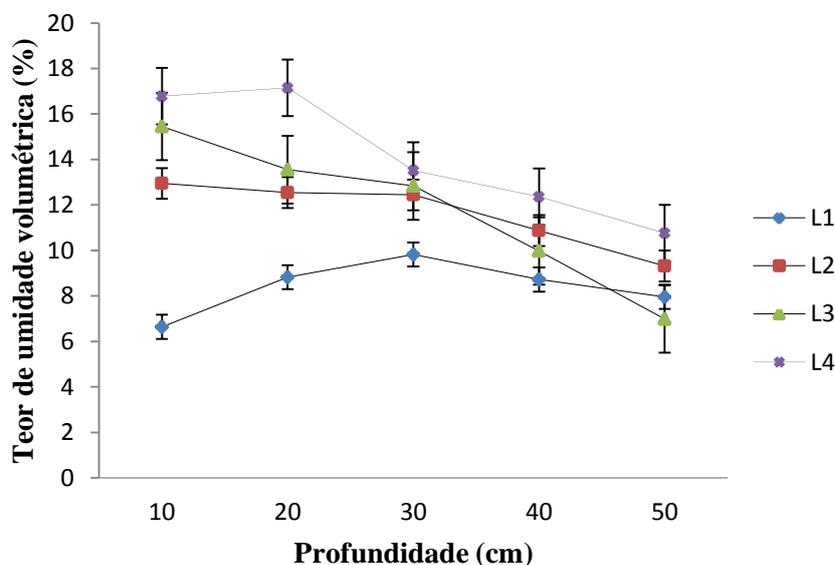


Figura 1: Umidade volumétrica do solo em função das diferentes lâminas de irrigação, em diferentes profundidades. As barras verticais representam o erro padrão da média.

Nas coletas realizadas aos 49 DAPP, 31 DDPP e 127 DDPP, nas 3 profundidades (0,00 – 0,20 m; 0,20 – 0,60 m e 0,60 – 0,90 m) não houve interação entre os tratamentos avaliados quanto ao teor de P disponível, a 5% de probabilidade. Aos 49 DAPP, na camada superficial, o teor de P decresceu linearmente com o acréscimo da lâmina de irrigação (Figura 2A). Aos 127 DDPP, na camada mais profunda, o teor de P disponível aumentou com o acréscimo de irrigação (Figura 2B), o que representa uma evidência da lixiviação deste nutriente para a camada de 0,60 – 0,90 m. Essa lixiviação do P contrasta com Sharpley e Halvorson (1994), que relataram perdas superficiais de P em torno de 5%. As perdas subsuperficiais, ainda de acordo com estes autores, ficam em torno de 1%. Ao final do período experimental, aos 127 DDPP, os teores de P foram maiores conforme o aumento do teor de adubação, tanto na camada superficial (Figura 3A), quanto na camada mais profunda (Figura 3B). Para as demais coletas, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

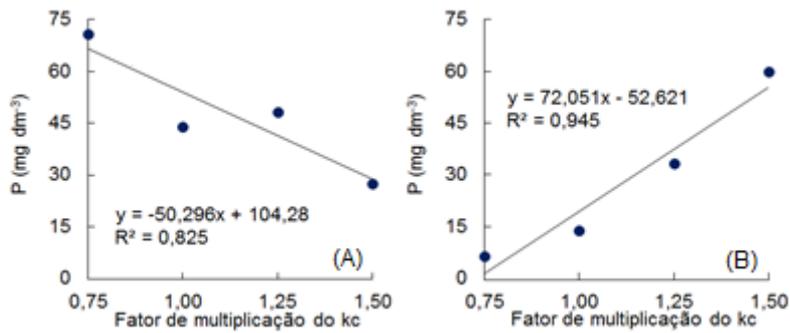


Figura 2: Teores de P em função dos tratamentos de irrigação. (A): profundidade de 0,00 – 0,20 m aos 49 DAPP. (B): Profundidade de 0,60 – 0,90 m aos 127 DDPP.

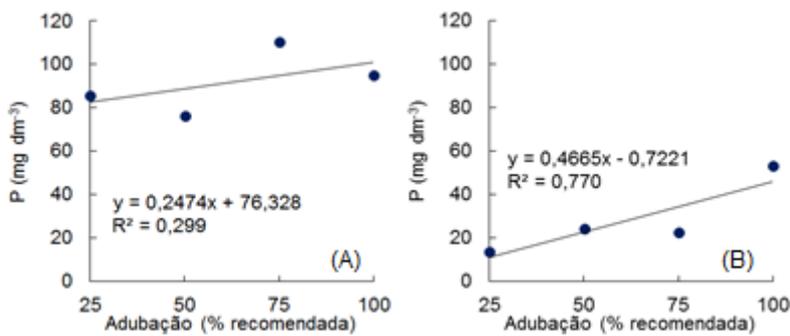


Figura 3: Teores de P em função dos tratamentos de adubação. (A): Profundidade de 0,00 – 0,20 m aos 127 DDPP. (B): Profundidade de 0,60 – 0,90 m aos 127 DDPP.

Ao se comparar as diferenças entre os teores de P na segunda e na terceira camada, no decorrer das leituras, pôde-se verificar que houve acréscimo de maneira semelhante nos tratamentos AD0 e AD1 em ambas as camadas, o que indica que o produto aplicado no tratamento AD1 não resultou em redução da lixiviação do P (Figura 4).

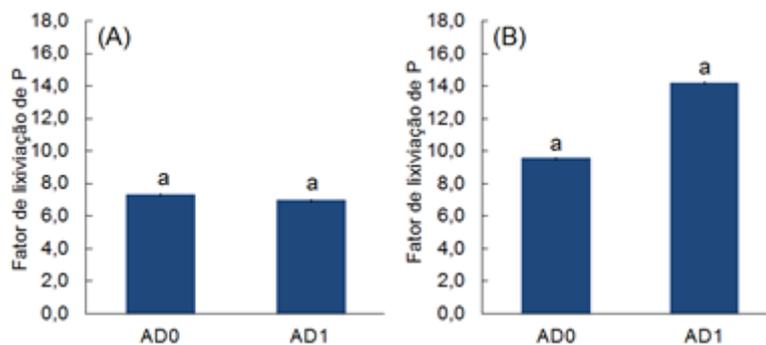


Figura 4: Fator de lixiviação de P nas camadas de 0,20 – 0,60 m (A) e 0,60 – 0,90 m (B). Colunas com letras iguais não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As leituras de K indicaram redução dos níveis em função do acréscimo da irrigação nas três profundidades, comportamento observado em todas as três coletas (Figura 5). Não houve interação significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade, como também não existiu diferença significativa entre os tratamentos de adubação em nenhuma das coletas. Aos 127 DDPP, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos de irrigação nas profundidades de 0,20 – 0,60 m e 0,60 – 0,90 m.

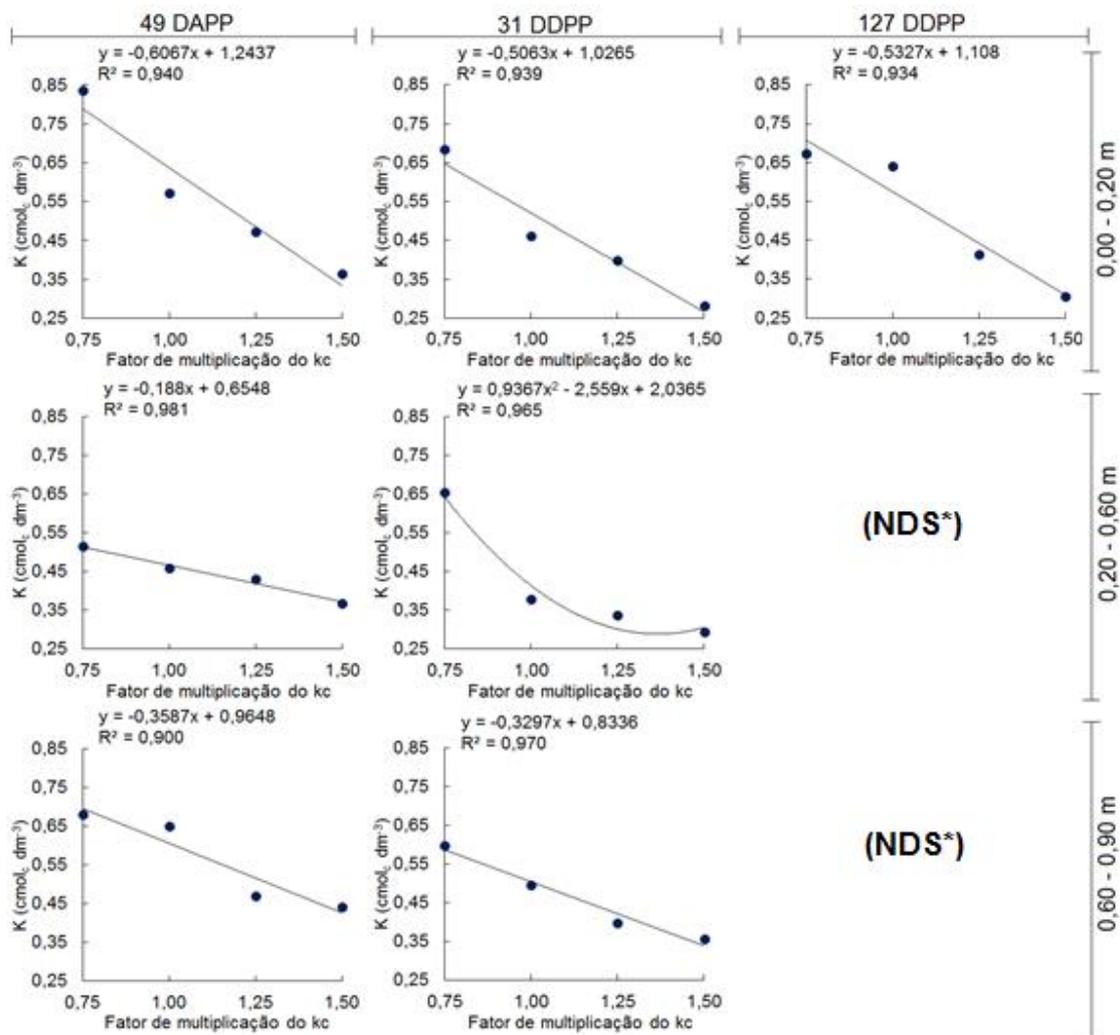


Figura 5: Teores de K em diferentes profundidades, em função dos tratamentos de irrigação e adubação, nas três épocas de coleta. NDS: Não houve diferença significativa entre os tratamentos na análise de variância pelo teste F.

Considerando que os teores de K continuaram a decrescer com o acréscimo da irrigação mesmo na última camada, pode-se inferir que o K foi lixiviado para camadas

inferiores a 90 cm. Tal observação corrobora com Phillips e Burton (2005), que, em experimento envolvendo um espodossolo, observaram a tendência dos cátions K^+ ficarem mais retidos nas camadas inferiores do solo e justificaram tal fato pela preferência da matéria orgânica reter os cátions multivalentes, já que, quanto maior a profundidade menor a presença de matéria orgânica.

Ao se comparar as diferenças entre os teores de K na segunda e na terceira camada, no decorrer das leituras, pôde-se verificar que houve acréscimo de maneira semelhante nos tratamentos AD0 e AD1 em ambas as camadas, o que indica que o produto aplicado no tratamento AD1 não resultou em redução da lixiviação do K. (Figura 6)

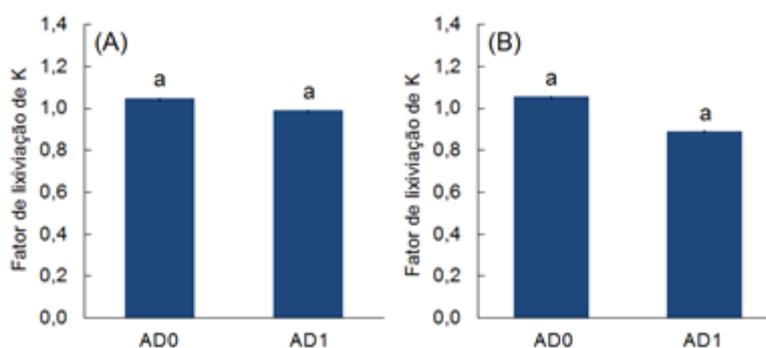


Figura 6: Fator de lixiviação de K nas camadas de 0,20 – 0,60 m (A) e 0,60 – 0,90 m (B). Colunas com letras iguais não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas três épocas de coletas de solo, o pH reduziu com o incremento da adubação, na camada de 0-20 cm, não havendo diferença significativa entre os tratamentos na profundidade 60-90 cm (Figura 7). Houve interação significativa entre os tratamentos Irrigação x Adubação nas 3 épocas de coleta, nas 3 profundidades, com exceção da primeira coleta (49 DAPP), na profundidade de 0,60 – 0,90 m. Não houve regressão significativa para o pH entre os tratamentos de irrigação (Figura 8).

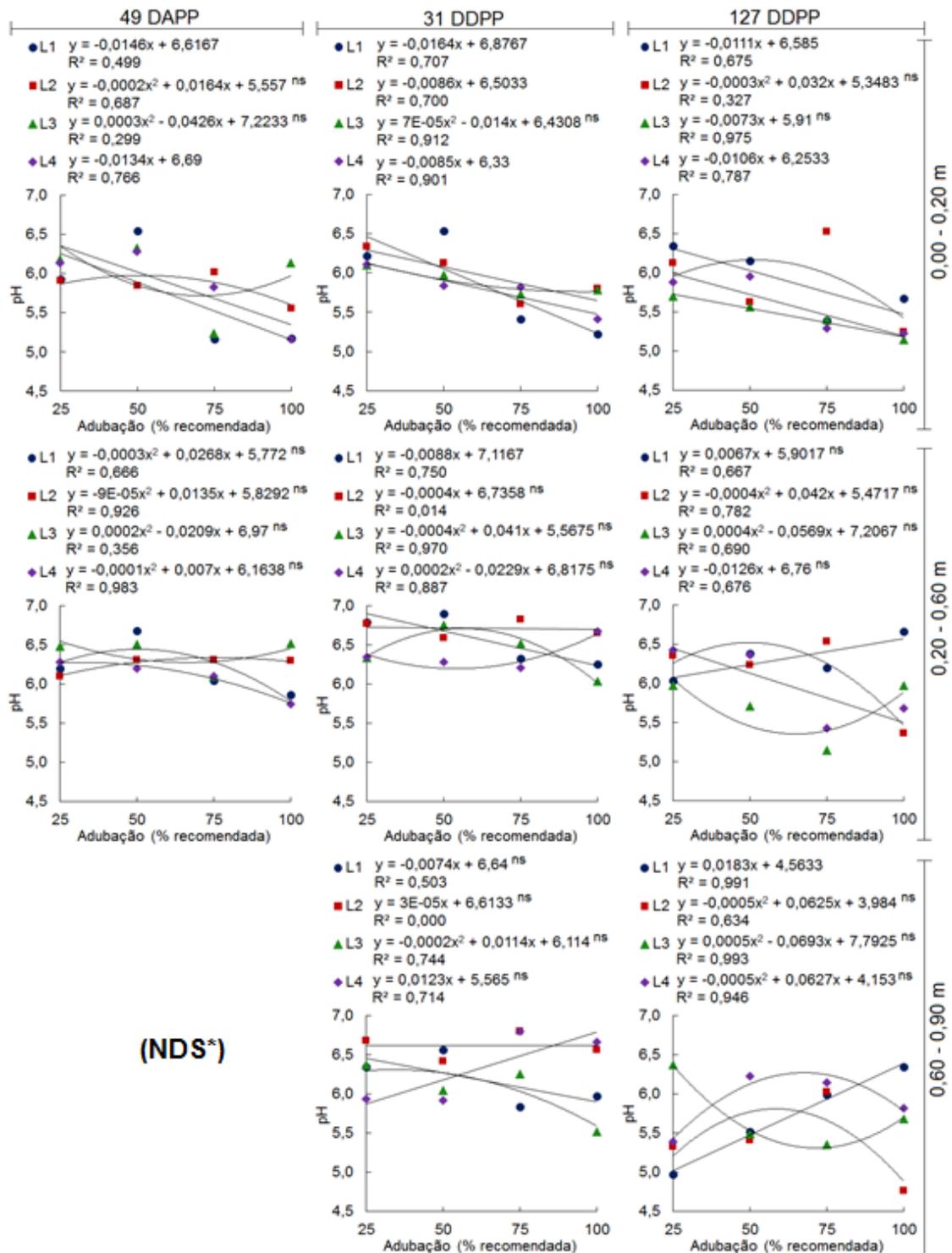


Figura 7: pH do solo em diferentes profundidades, em função dos tratamentos de adubação, nas três épocas de coleta. NDS: Não houve diferença significativa entre os tratamentos na análise de variância pelo teste F.

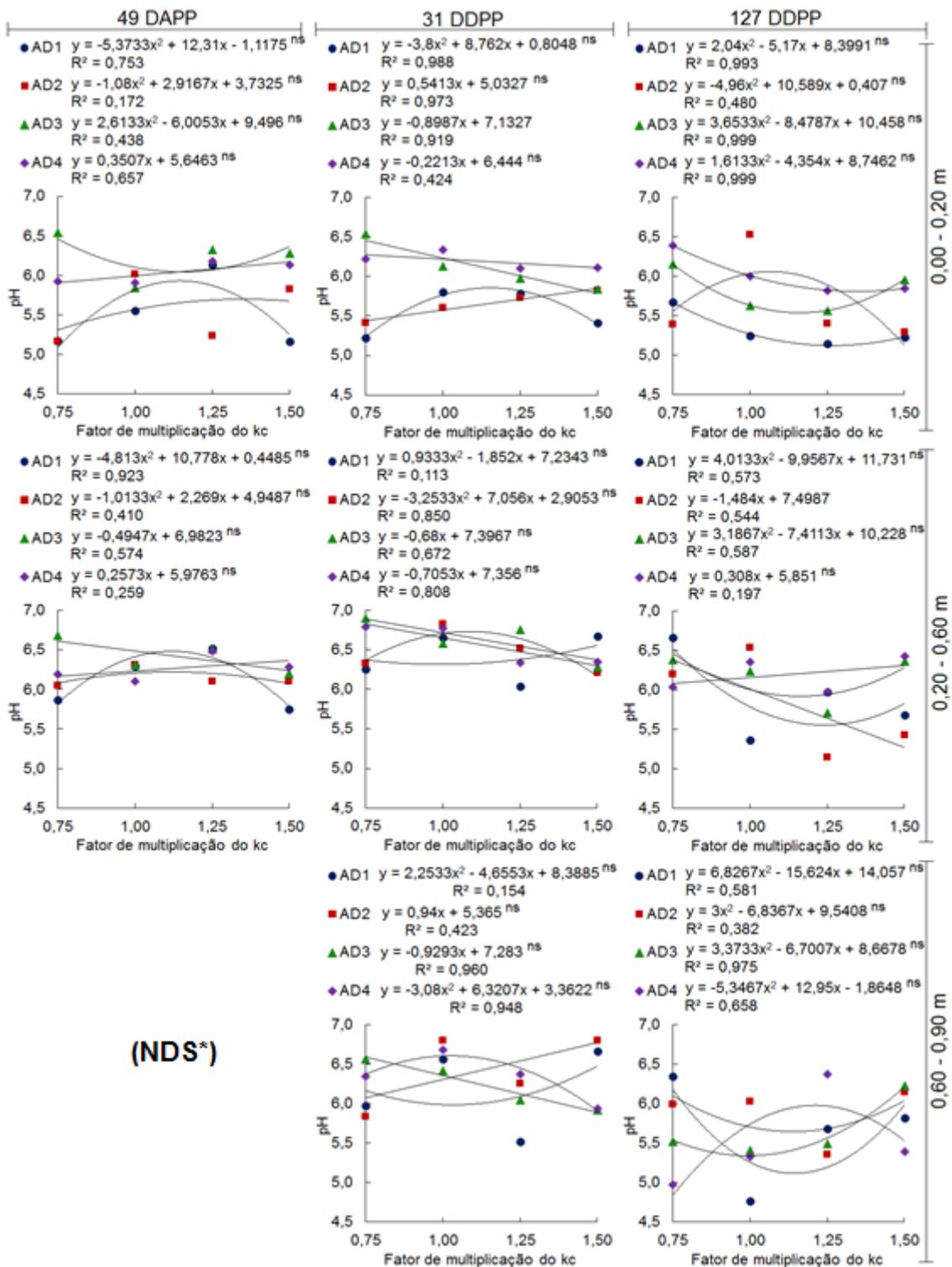


Figura 8: pH do solo em diferentes profundidades, em função dos tratamentos de irrigação, nas três épocas de coleta. NDS: Não houve diferença significativa entre os tratamentos na análise de variância pelo teste F.

As maiores adubações reduziram o pH da camada superficial do solo, provavelmente, pelos maiores teores de adubação nitrogenada, que geram íons H^+ na sua reação. Esse fato foi comentado por Maclaren e Cameron (1996) quando afirmaram que para a ureia, o principal efeito indesejável é o possível aumento da acidez do solo. Lange et al. (2006) também relataram que a fertilização com ureia, por ser uma molécula de reação básica, inicialmente provoca aumento do pH, principalmente ao redor dos grânulos do adubo. Entretanto, após a nitrificação do amônio, originado da hidrólise da ureia, o pH decresce para valores inferiores aos originais. Costa et al. (2008) verificaram redução no pH de 5,6 para 4,6 nos solos que receberam maiores doses de N por 3 anos. Em relação à dose zero, a aplicação de $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N reduziu o pH do solo em 1,0 e 0,8 unidades para a fonte de sulfato de amônio e ureia, respectivamente, tanto para camada de 0–20 cm quanto para a de 20–40 cm de profundidade.

A redução no pH pode ainda ter ocasionado um aumento na lixiviação dos cátions P e K, considerando que o aumento da acidez do solo reduz a sua CTC, disponibilizando menos cargas para adsorção de nutrientes (SANTOS et al., 2002).

Houve interação significativa entre os tratamentos de irrigação e adubação para os teores de carbono orgânico, aos 49 DAPP e 31 DDPP (Figuras 9 e 10).

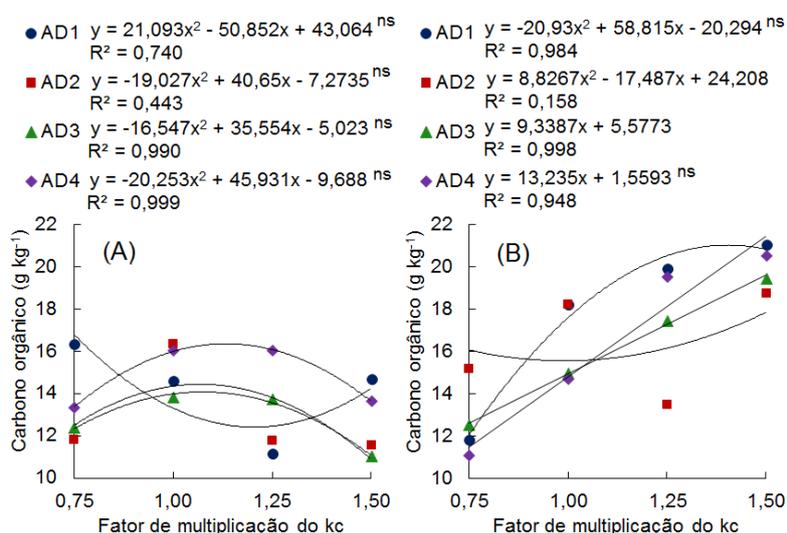


Figura 9: Carbono orgânico em função dos diferentes tratamentos de irrigação, aos 49 DAPP (A) e 31 DDPP (B).

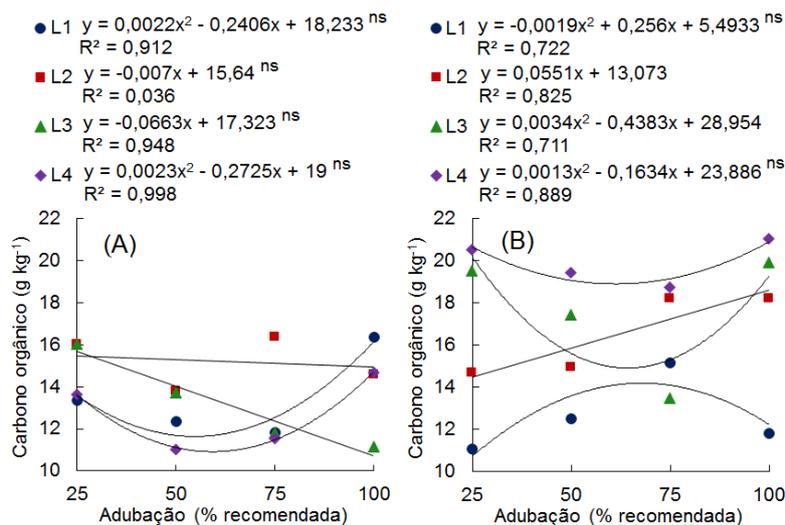


Figura 10: Carbono orgânico em função dos diferentes tratamentos de adubação, aos 49 DAPP (A) e 31 DDPP (B).

Aos 31 DDPP, O valor mínimo de carbono orgânico total estimado para o tratamento AD2 foi de $15,54 \text{ g.kg}^{-1}$ para o fator de multiplicação do Kc de 0,99. O valor mínimo de carbono orgânico total estimado para o tratamento L3 foi de $14,82 \text{ g.kg}^{-1}$ para a adubação de 64,45% da AMR.

Aos 31 DDPP, os teores de carbono orgânico cresceram em função da irrigação, corroborando com Yavitt (1994). Tal resultado pode ainda ter tido influência do maior aparecimento de plantas daninhas nas parcelas de maior irrigação, aparentemente beneficiadas pelas maiores lâminas, sendo incorporadas ao solo após a roçagem durante os três ciclos.

Ainda que as substâncias húmicas constituam de 85 a 90% da reserva total do carbono orgânico (ANDREUX, 1996), as quantidades aplicadas nos diferentes tratamentos não foram suficientes para interferir significativamente no teor de carbono orgânico no solo.

CONCLUSÃO

O produto testado não promoveu mudanças na lixiviação de P e K para as camadas de 0,20-0,60 m e 0,60 – 0,90 m.

O pH do solo foi reduzido com o acréscimo de adubação e com o acréscimo da irrigação.

As quantidades de substâncias húmicas aplicadas na adubação organomineral não foram suficientes para aumentar o teor de carbono orgânico no solo, o qual aumentou com o acréscimo da lâmina de irrigação.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C.; GOMES, P. F.; MALAVOLTA, E. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2000. 596p.

ALBUQUERQUE, T. C. S. **Uvas para exportação: manejo da planta e da nutrição**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA, 1.; FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA - FENAGRI, 2008, Petrolina. Minicursos. Petrolina: Prefeitura Municipal: ValeXport: Embrapa Semi-Árido, 2008.

ALBUQUERQUE, T. C. S. de; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. de; DEON, M. D. **Exportação de nutrientes pelas videiras cvs. Itália e Benitaka cultivadas no Vale do São Francisco**. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Recife-PE, 2005.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage, 56)

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M.; DANIEL R. **Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, PI**. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2007

ANDREUX, F. **Humus in world soils**. In: PICCOLO, A. Humic substances in terrestrial ecosystems. Amsterdam: Elsevier, p. 45-100. 1996.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.C. **Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - alterações nas características químicas do solo**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.32, no.4, Viçosa July/Aug. 2008.

CHEN, Y.; CLAPP, C.E. & MAGEN, H. **Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes**. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 50:1089-1095, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212 p.

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: Paulo Ernani, 2008. 230 p.

FERREIRA, D. F. **Programa computacional Sisvar** - UFLA, versão 5.3, 2010.

FORTUNE, S.; LU, J.; ADDISCOTT, T. M.; BROOKES, P. C. - **Assessment of phosphorus leaching losses from arable land**. Plant and Soil, Dordrecht, v. 269, p. 99-108, 2005.

GUERRA, J.C.M.; SANTOS, G.A.; SILVA, L.S. & CAMARGO, F.A.O. **Macromoléculas e substâncias húmicas**. In: SANTOS, G.A., ed. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.19-26.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, I. S.; WHITE, P. **Functions of macronutrients**. In: MARSCHNER, P. (Ed.). Mineral nutrition of higher plants. 3th ed., New York: Elsevier, p.135-189. 2012.

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco**. Recife – PE. 2008. 181p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**, Editora Ceres, São Paulo, 1985. 492p.

LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C. & MARQUES, J.J. **Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho**. Ci. Rural, 36:460–467, 2006.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. S.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. **Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.12, p.1575-1582, dez. 2009.

MACLAREN, R.G.; CAMERON, K.C. **Soil, plant and fertilizer nitrogen**. In: McLAREN, R.G. (Ed.) Soil science: Sustainable production and environmental protection. 2.ed. New York: Oxford University Press, p.192-207. 1996.

MEHLICH, A. **Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH₄ by North Carolina Soil Testing Laboratories**. Raleigh, University of North Carolina, 1953.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; RAIJ, van B.; FURTINI NETO, A. E.; LIMK, J. M. **Adsorção e formas de fosforo em latossolos: Influência da mineralogia e histórico de uso**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, v. 26, n. 2, p. 349-359, 2002.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I; O, M. K. T. **Eficiência agrônômica da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do meloeiro nas condições do semiárido nordestino**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 5-11, 2008.

PHILLIPS, I.; BURTON, E. **Nutrient leaching in undisturbed cores of Na acidic sandy Podsol following simultaneous potassium chlorides and di-ammonium phosphate application**. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Dordrecht, v. 73, p. 328-337, 2005.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. **Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro**. Revista Scientia Plena, Vol. 7, Num. 5. 2011.

PROFETA, G. A.; BRAGA, M. J. **Poder de Mercado na Indústria Brasileira de Fertilizantes NPK (04-14-08), no Período de 1993-2006**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba, v.49, n.04, p.837-856, 2012.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura do arroz irrigado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p.12-16, 2002.

SHARPLEY, A. N.; HALVORSON, A. D. **The management of soil phosphorus availability and its transport in agricultural runoff**. In Lal, R. (ed.) Soil processes and water quality, Boca Raton, Lewis Publishers, p.1-84, 1994.

SOARES, J.M.; BASSOI, L.H. **Distribuição do sistema radicular de videiras em vertissolo sob irrigação localizada**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. Anais. Viçosa :Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995. p.1865-1867

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. **Irrigação na cultura da videira**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte. v.19, n.194, p.58-69, 2000

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil. 564 p.2003.

TEDESCO, J.M.; GIANELLO, C. & BISSANI, C.A. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

TEIXEIRA, A. H. C. **Influência do Rio São Francisco no microclima de suas margens**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11., 1999, Florianópolis, SC, Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999, p.1605-1610.

TERRA, M. M. **Nutrição, calagem e adubação**. In: POMMER, C. V. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 405-476.

YAVITT, J. B. **Carbon dynamics in Appalachian peatlands of west Virginia and western Maryland**. Water, Air and Soil Pollution, Dordrecht, v. 77, p. 271-290, 1994.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil**. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 19: 1467-1476, 1988.

5. CONCLUSÃO GERAL

O tratamento L1 (75% da Etc) proporcionou maior número de cachos e, conseqüentemente, maior produtividade. Também apresentou maior teor de sólidos solúveis e menor acidez total.

Houve redução linear das trocas gasosas com o aumento da lâmina de irrigação.

A adição do produto testado à base de ácidos húmicos e fúlvicos permitiu reduzir a adubação mineral recomendada em 75% (tratamento AD4) sem alterar significativamente a produtividade, além de apresentar maior teor de sólidos solúveis em relação aos demais tratamentos de adubação.

O produto testado não promoveu mudanças na lixiviação de P e K.

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2008. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 493-502

ALBUQUERQUE, T. C. S. **Uva para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 53p. (EMBRAPA-SPI. Série Publicações Técnicas FRUPEX, 25).

AMARANTE, C.V.T.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A.; ERHART, J.; ALMEIDA, J. A. **Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira "Cabernet Sauvignon" mediante métodos não destrutivos**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 31, n. 3, p.680-686, 2009.

ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E.S.; ALAVREZ, V.H; NOVAIS, R.F. **Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolos e adsorção de fosfato**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas,v.27, p.1003-1011, 2003.

ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: Introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: ESALQ/USP, Departamento de Ciências Exatas. Editora do autor. 272p. 2002.

ARAUJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; GUIMARÃES, J.; ARAUJO, E. P. **Analisedo custo de produção e Comercialização da manga produzida e exportada na região do Submédio São Francisco**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora, Anais... Juiz de Fora; SOBER; Embrapa Gado de Leite; CES/JF; UFLA; UFSJ; UFV, 2003.

ARAUJO, O. **Avaliação econômica e social de projetos de irrigação: o caso do nordeste brasileiro**. Universidade de Brasília. 2001

ASSIS, J. S. DE, LIMA FILHO, J.M.P. (2000) **Aspectos fisiológicos da videira irrigada**. In: Leão, P.C. de S., Soares, J.M., ed. A viticultura no semi-árido brasileiro. 1.ed. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido. p.129-142.

BALDOTTO, L.E.B., BALDOTTO, M.A, GIRO, V.B., CANELLAS, L.P., OLIVARES, F.L., BRESSAN, R.S. **Desempenho do abacaxizeiro vitória em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante aclimação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33: 979-990. 2009.

BELL, S.J.; ROBSON, A. **Effect of nitrogen fertilization on growth, canopy density, and yield of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon'**. American Journal of Enology and Viticulture, v.50, p.351-358, 1999.

BENITES, V. DE. M., POLIDORO, J. C., MENEZES, C. C., BETA, M. (2006) **Aplicação foliar de fertilizante organomineral e soluções de ácido húmico em soja sob plantio direto**. Circular Técnica, nº 35. Embrapa Solos Rio de Janeiro, RJ. 6pg.

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O. 2000. **Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35(8): 1531-1540.

BIONDI, F. A.; FIGHOLIA, A.; INDIATI, R.; IZZA, C. **Effects of fertilization with humic acids on soil and plant metabolism: a multidisciplinary approach: note III: phosphorus dynamics and behavior of some plant enzymatic activities.** In: SENESI, N.; MIANO, T. M. Humic substances in the global environment and implications on human health. New York: Elsevier, 1994. p. 239-244.

BHAGSARI, A. S.; BROWN, R.H; SCHEPERS, J. S. **Effect of moisture stress on photosynthesis and some related physiological characteristics in peanut.** Crop Science, 16: 712-5, 1976.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. **Use of chlorophyllmeter to monitor crop nitrogen status and scheduled fertigation for corn.** Journal of Production Agriculture, Madison, v.8, p.56-60, 1995.

BRADFORD, M.M. **A rapid and sensitive method for the qualification of microgram quantities of protein utilize the principle of protein dye binding.** Anal. Biochem., v.7, p.248-254. 1976.

BUSATO, C.C.M.; SOARES, A.A.; SEDIYAMA, G.C.; MOTOIKE, S.Y.; REIS, E.F. **Manejo da irrigação e fertirrigação com nitrogênio sobre as características químicas da videira 'Niágara Rosada'.** Ciência Rural, Santa Maria, 2011.

CARVALHO, M. A. F.; SILVEIRA, P. M.; SANTOS, A. B. **Utilização do clorofilômetro para racionalização da adubação nitrogenada nas culturas do arroz e do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2012. 14 p. (Comunicado técnico, 205).

CASTRO, D. S.; SANTOS, A. O.; LOBATO, A. K. S.; GOUVEA, D. D. S.; NETO, C. F. O.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. **Concentrações de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas Teca (*Tectona grandis* L.f.) submetida a 3, 6 e 9 dias de estresse hídrico.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 921-923, jul. 2007.

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

CHAVES-FILHO, J. T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. **Potencial Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico.** Revista brasileira de Botânica, São Paulo, V.24, n.2, p.199-204, jun. 2001.

CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Station, 1942. 124p. Bulletin, 670

CIRILLO, J.A.; CABRAL, J.J.S.P.; FERREIRA, J.P.L.; OLIVEIRA, M.J.P.M.; LEITÃO, T.E.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; GÓES, V.C. **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. ABRH, Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco. p. 167-175, 2007.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P. R.; SANTOS, D. **Teores de carboidratos em limeiras ácidas 'Tahiti' tratadas com paclobutrazol**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 222-226, 2007

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. **Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*)**. Revista Acta Amazônica, Vol. 37(2), pág: 229 – 234. 2007.

CUNHA, G.R. da; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R. **Balanco de energia em cultura de milho**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.4, n.1, p.1-14, 1996.

CUNHA, T.J.F., BASSOI, L.H., SIMÕES, M.L., MARTINETTO, L., PETRERE, V.G., RIBEIRO, P.R.A. (2009) **Ácidos húmicos em solo fertirrigado no Vale do São Francisco**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1583-1592.

DAUDT, C. E.; BOEIRA, L. S.; PEREIRA, C. N. **Influência da adubação nitrogenada e de linhagens de leveduras nos teores de vinhos de *Vitis vinífera* cv. Cabernet Sauvignon**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 15, n. 2, p. 166-169, 1995.

DOKOOZLIAN, N. K.; KLIEWER, W. M. **Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development**. Journal of American Society of Horticultural. Science, v.121, p.869-874, 1996.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 33).

DRAGONI, D.; LAKSO, A.N.; PICCIONI, R.M.; TARARA, J.M. **Transpiration of grapevines in the humid Northeastern United States**. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.57, n.4, p.460-467, 2006.

DWYER, L.M. **Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration**. Journal of Plant Science, Amsterdam, v.75, p.179-182, 1995.

EMRICH, E. B.; SOUZA, R. J.; LIMA, A. A.; FIGUEIREDO, F. C.; SILVA, D. R. G. **Cultivo do tomateiro em substratos orgânicos sob aplicação foliar de silicato de potássio em ambiente protegido**. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 1, p. 56-61, 2011.

ETCHEBARNE, F., OJEDA, H., DELOIRE, A. **Grape berry mineral composition in relation to vine water status and leaf area/fruit ratio**. In: Roubelakis-Angelakis, K.A. (Ed.), *Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology*. Springer, p.53–72, 2009.

FERRARA, G. & BRUNETTI, G. **Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Itália**. *J. Intern. Sci. Vigne Vin.*, 42:79-87, 2008.

FERREYRA R.E. et al. **Effect of water stress applied at different development periods of Cabernet Sauvignon grapevine on production and wine quality**. *Acta Horticulturae*, v.646, p.27-33, 2004.

FLEXAS, J.; RIBAS-CARBO, M.; BOTA, J.; GALMES, J.; HENKLE, M.; MARTINEZ-CANELLAS, S.; MEDRANO, H. **Decreased Rubisco activity during water stress is not induced by decreased relative water content but related to conditions of low stomatal conductance and chloroplast CO₂ concentration**. *New Phytologist*, v.172, p.73-82, 2006.

GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. **Índice relativo de clorofila e o estado nutricional de nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.32, p. 217-226, 2008

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 3. Ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412p.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. **O SPAD-502 como alternativa para determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas**. *Acta Amazonica*, v.38, n.4, p.815–818, 2008.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation**, 1975. 133p

KELLER, M.; SMITHYMAN, R. P.; MILLS, L. J. **Interactive effects of deficit irrigation and crop load on cabernet sauvignon in an arid climate**. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.59, p.221-234, 2008.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2004, 452p.

KIRK, G.J.D.; SANTOS, E.E. & SANTOS, M.B. **Phosphate solubilization by organic anion excretion from rice growing in aerobic soil: Rates of excretion and decomposition, effects on rhizosphere pH and effects on phosphate solubility and uptake**. *New Phytol.*, 142:185-200, 2000.

KLIEWER, W.M. **Fisiologia da videira: como produz açúcar uma videira.** Trad. Celso V. Pommer e Ilene R.S. Passos. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1990. 20p. (Documentos IAC, 20)

KONONOVA, M. M. **Matéria orgânica Del suelo: su naturaleza propiedades y metodos de investigación.** Barcelona: Oikos-Tau, 1982. 365 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal,** São Carlos: Rima artes, 2004. 531p.

LAURIANO, J. A.; RAMALHO, J. C.; LIDON, F. C.; MATOS, M. C. **Peanut photosynthesis under drought and re-watering.** Photosynthetica 42 (1): 37-41. 2004.

LAWLOR, D. W, CORNIC, G. **Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants.** Plant Cell and Environment, v.25, p.275-294, 2002.

LEA, P. J. **Nitrogen metabolism.** In: LEA, P. J.; LEEGOOD, R. C. Plant biochemistry and molecular biology. Chichester: John Willey and Sons, 1993. cap. 7. p. 155-180.

LIMA, M. A. C. de; CHOUDHURY, M. M. **Características dos cachos de uva.** In: LIMA, M. A. C. de (Ed.). Uva de mesa: pós-colheita. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007, p. 21-30.

LOPES, A. S. **Manejo: aspectos químicos.** In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P., (Eds.) Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal, UNESP/SBCS, 1994, p.79-111.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. **O Cultivo da pereira no Vale do São Francisco. Embrapa Semiárido** (Nota técnica). 2014.

MANSUR, R. J. C. N. e BARBOSA, D. C. A. **Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico.** Phytion 68: 97-106, 2000.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande – PB, 2011.

MARTIM, S. A.; PEÇANHA, A. L.; SANTOS, M. P.; CAMPOSTRINI, E.; FAÇANHA, A. R.; BRESSAN-SMITH, R. E. **Consumo de oxigênio, fotossíntese e metabolismo de açúcares em videiras submetidas a estresse hídrico.** In: XII Congresso de Fisiologia Vegetal. Fortaleza-CE, 2009.

MATOS, N. N. **Nitrate reductase is partially correlated to transpirational flux in cashew seedlings exposed to water and salt stress.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. Anais... Ilhéus: SBFV/CEPLAC, 2001.

MATTHEWS, M. A.; ANDERSON, M. M. **Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficits**. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 39, n. 4, p.313-320, 1988.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. **Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: Erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo**. Acta Scientiarum, v.26, p.513-519, 2004.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F.M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F.F. & DEBARBA, L. **Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo**. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL. **O Semiárido**. Ministério do Desenvolvimento Social, 2007. Disponível em: <http://www.mds.gov.br> Acesso em: 4/12/2013.

MUTHUKRISHNAN, C.R.; SRINIVASAN, C. **Correlation between yield quality and petiole nutrients in grapes**. *Vitis*, Siebeldingen, v.12, p.277-285, 1974.

NÓBREGA, I. N. S. F. **Crescimento e desenvolvimento da fruticultura irrigada no Vale do São Francisco**. Recife, 2004, 59p. (Monografia). Universidade Católica de Pernambuco.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. **Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais**. R. Bras. Ci. Solo, 32:911-920, 2008.

PEREIRA, A.R.; PEDRAS, J.F.; VILA NOVA, N.A.; CURY, D.M. **Consumo de água e coeficiente de cultura da batata (*Solanum tuberosum* L. cv. Itaráré) em plantas de inverno no município de Botucatu, SP**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.3, p.59-62, 1994.

PEREIRA, L.S.; VALERO, J.A. de J.; BUENDIA, M.R.P.; MARTIN-BENITO, J.M.T. **El riego y sus tecnologías**. Albacete: CREA-UCLM, 2010. 296p.

PICCOLO, A. **The supramolecular structure of humic substances**. Soil Sci., 166:810-832, 2001.

PINTO, P. A. da C.; CARVALHO, A.S. **Eficiência agrônômica de ácidos húmicos e fúlvicos da leonardita aplicados na cultura da videira Itália**. In: SOLO ALICERCE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2003, Ribeirão Preto. Agromídia Ltda, 2003. p. 1-4.

PIRES, J. L. F.; SOPRANO, E.; CASSOL, B. **Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 1, p. 41-50, jan.2002.

PULLEMAN, M. M., BOUMA, J., VAN ESSEN, E. A. MEIJLES, E. W. **Soil organic matter content as a function of different land use history**. Soil Science Society American Journal, 64:2, 689-693. 2000.

REGO, J.L., VIANA, T. V. A., AZEVEDO, B. M., BASTOS, F.G.C., GONDIM, R.S. **Efeitos de lâminas de irrigação sobre a cultura do crisântemo**. Revista Ciência Agronômica, v.35, n.2, p.302-308. 2004.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil. Aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ed. Ambito Cultural Edições, 1997. 261p

RODDA, M.R.C.; CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R.; ZANDONADI, D.B.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. & SANTOS, G.A. **Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I - Efeito da concentração**. R. Bras. Ci. Solo, 30:649-656, 2006.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura do arroz irrigado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p.12-16, 2002.

SANTOS, M.G. dos; RIBEIRO, R.V.; OLIVEIRA, R.F. de; MACHADO, E.C.; PIMENTEL, C. **The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit**. Plant Science v.170, p.659-664, 2006.

SAUTER, A.; DAVIES, W. J.; HARTUNG, W. **The long-distance abscisic acid signal in the droughted plant: the fate of the hormone on its way from root to shoot**. Journal of Experimental Botany 52,1991–1997. 2001.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.;MATOS, A. T. **Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos**. Scientia Agrícola, 57: 185-189. 2000.

SHAAHAN, M. M.; EL-SAYED, A. A.; ABOU EL-NOUR, E. A. A. **Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status some perennial crops using a portable chlorophyll meter**. Horticultural Science, Ashford, v. 82, p. 339-348, 1999.

SHUBHRA; DAYAL, J.; GOSWAMI, C.L.; MUNJAL, R. **Influence of phosphorus application on water relations, biochemical parameters and gum content in cluster bean under water deficit**. Biologia Plantarum, v.48, p.445-448, 2004.

SIBANDA, H.M. & YOUNG, S.D. **Competitive adsorption of humic acids and phosphate on goethite, gibbsite and two tropical soils.** J. Soil Sci., 37:197-204, 1986.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. **Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential.** Australian Journal of Plant Physiology , v. 12, p.213-217, 1985.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; NETO, A.D.A.; BRITO, J.Z.; CABRAL, E.L. **Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil.** *Iheringia, Série Botânica*, 59(2): 201-205. 2004.

SILVA, I.R. da; MENDONÇA, E. de S. **Matéria orgânica do solo.** In: NOVAIS, R.F; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.) Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, p.275-374, 2007.

SILVA, M. C. C.; COELHO, F. S.; BRAUN, H.; FONTES, P. C. R. **Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada.** Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4, p. 971-977, 2011.

SILVA, P. C. G.; COELHO, R.C. **Caracterização social e econômica da videira.** Sistemas de produção, 1ª edição. EMBRAPA, Semiárido, 2010

SILVA, R. M.; JABLONSKI, A.; SIEWERDT, L.; JÚNIOR, P. S. **Desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de casa de vegetação.** Rev. bras. zootec., 29(6):1623-1631, 2000.

SMART, R.E. **Principle of grapevine canopy management microclimate with implications for yield and quality. A review.** American Journal of Enology and Viticulture, Lockford, v.336, n.3, p.230-239, 1985.

SOUZA, A. M. de; MOURA, A. F. C. de.; BRITTO, W. S. F. **A carga tributária sobre os insumos agrícolas utilizados na cultura da uva no Vale do São Francisco – Petrolina, PE, 2008.**

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica.** Viçosa: Aprenda fácil. 564 p. 2003.

STEELE, D. D.; SCHERER, T. F.; PRUNTY, L. D.; STEGMAN, E. C. **Water balance irrigation scheduling: comparing crop curve accuracies and determining the frequency of corrections to soil moisture estimates.** Applied Engineering in Agriculture, New York, v. 13, p. 593- 599, 1997.

STEVENS, R.M.; PRIOR, L.D. (1994). **The effect of transient waterlogging on the growth, leaf gas exchange, and mineral composition of potted**

Sultana grapevines. American Journal Enology and Viticulture, 45 (3): 285 – 290.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: Genesis, composition, reactions.** 2 ed. John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1994.

STROM, L.; OWEN, A.G.; GODBOLD, D.L.; JONES, D.L. **Organic acid mediated P mobilization in the rhizosphere and uptake by maize roots.** Soil Biol. Biochem., v.34, p.703–710, 2002.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant Physiology.** 5a Edition. Sinauer Associates Publishers, 782p, 2010

TEDESCO, J.M.; GIANELLO, C. & BISSANI, C.A. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

TEIXEIRA, A. H. C.; SOUZA, R. A.; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V. C. S.; SANTOS, M. G. L. **Aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.1, p. 107-111, 2002.

TEIXEIRA, A.H. de C.; AZEVEDO, P.V. de; SILVA, B.B. da; SOARES, J.M. **Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.3, p.413-416, 1999.

WILLIAMS, L.E.; AYARS, J.E. **Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy.** Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v.132, p.201–211, 2005.

XAVIER, L. C.; COSTA .F.; COSTA E.F.; **Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas.** Rev. Econ. Sociol.Rural,v. 44 n. 2, 2006.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M.**A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Comm. Soil Sci. Plant Anal., 19: 1467-1476, 1988.

ZANDONADI, D.B.; CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R. **Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation.** Planta, 225:1583-1595, 2007.