

# EFEITO DE DÉFICIT HÍDRICO TRANSIENTE E DOSES CRESCENTES DE BORO SOBRE A FERTILIDADE DE GEMAS DE VIDEIRA CV. ITÁLIA<sup>1</sup>

JORBAS SAMPAIO DE MELO<sup>2</sup> & VALTEMIR GONÇALVES RIBEIRO<sup>3</sup>

**RESUMO-** O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes tensões de água no solo e diferentes concentrações de boro, na fertilidade de gemas de videira cv. Itália, manejada sob o sistema de poda mista. O experimento foi conduzido em pomar comercial, no município de Petrolina-PE. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x3: três tensões indicativas para a recarga hídrica por irrigação (-30 kPa, -50 kPa e -70 kPa) e três concentrações de boro (3%, 6% e 9%), com três repetições e duas plantas por parcela. A testemunha não recebeu aplicações com boro e o solo foi mantido com umidade na capacidade de campo (-10 kPa). As variáveis analisadas foram fertilidade de gemas, índice relativo de clorofila (IRC) e área foliar. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão, e os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão ( $R^2 > 0,70$ ). Verificou-se que a fertilidade de gemas mostrou efeito linear negativo em função do aumento da tensão de água no solo, diminuindo de 31,88% (-30 kPa), para 23,66% (-70 kPa). Contudo, a fertilidade de gemas nas videiras submetidas a uma restrição hídrica de -30 kPa foi superior à tensão de -10 kPa; o boro a 3% propiciou a maior taxa de fertilidade de gemas em comparação aos demais tratamentos com boro; a restrição hídrica no solo a -30 kPa ocasionou economia no volume de água aplicada da ordem de 35,4% em comparação ao manejo com -10 kPa; o índice relativo de clorofila aumentou linearmente com o acréscimo das tensões de água no solo e houve maior expansão da área foliar em plantas submetidas ao manejo da irrigação na capacidade de campo. **Termos para indexação:** *Vitis vinifera* (L.), sistemas de produção, potencial mátrico.

## EFFECTS OF TRANSIENT WATER STRESS AND INCREASING DOSES OF BORON ON BUD FERTILITY IN GRAPEVINES CV. ITÁLIA

**ABSTRACT -** The present study had the purpose to ascertain the effects of different soil water tensions and different concentrations of boron on the bud fertility in grapevines cv. Italia, grown under a mixed system of pruning. The experiment was conducted in a commercial vineyard in the municipality of Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. The experimental set-up was a randomized block design, in a factorial scheme 3x3: three indicative tensions for water recharge by irrigation (-30 kPa, -50 kPa and -70 kPa) and three boron concentrations (3%, 6% and 9%), with three replications and two plants per plot. The control did not receive boron applications and the soil moisture was maintained at field capacity (-10 kPa). The analyzed variables were bud fertility, relative chlorophyll index (CRI), and leaf area. The data were interpreted by means of analyses of variance and regression, and the models were chosen based on the significance of the regression coefficient ( $R^2 > 0.70$ ). It was observed that the bud fertility showed a negative linear effect with the increase of soil water tension, decreasing from 31.88% (-30 kPa) to 23.66% (-70 kPa). However, the bud fertility of grapevines submitted to a water stress of -30 kPa was superior to the one at -10 kPa; boron at 3% resulted in the highest bud fertility rate when compared to the other treatments with boron; soil water stress at -30 kPa caused an economy in applied water of 35.4% when compared to the management at -10 kPa; the relative chlorophyll index increased linearly to the increase of soil water tension, and there was a greater expansion in the leaf area in plants submitted to irrigation management at field capacity.

**Index terms:** *Vitis vinifera* (L.), production systems, matric potential.

<sup>1</sup>(Trabalho 120-10). Recebido em: 11-05-2010. Aceito para publicação em: 10-12-2010. Trabalho apresentado ao curso de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada, como pré-requisito para a obtenção do Título de Mestre, pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, mestrando do curso de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada. Av. Edgard Chastinet, s/n (UNEB), Juazeiro-BA. E-mail: jorbasmelo@gmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Prof. D.Sc. do curso de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada. Av. Edgard Chastinet, s/n (UNEB), Juazeiro-BA. E-mail: vribeiro@uneb.br

## INTRODUÇÃO

O Vale do Submédio São Francisco, região produtora e maior exportadora de uvas para mesa do País, envolvendo os Estados de Pernambuco e Bahia, teve em 2007 uma área cultivada de 9.769 ha, com volume de 289.935 toneladas de uvas. Em 2008, o volume de exportação teve aumento de 4% em relação a 2007, passando de 79.081 toneladas para 82.242 toneladas (IBRAF, 2007-2008).

A produtividade de um parreiral pode ser determinada pelo percentual de fertilidade de gemas, que é uma medida quantitativa do potencial de uma planta em produzir frutos, ou indicador do número de cachos que serão colhidos na próxima safra. A fertilidade das gemas é a capacidade que as mesmas têm de se diferenciar de vegetativas em frutíferas. Esta diferenciação floral na videira ocorre durante a fase de crescimento vegetativo do ciclo anterior e envolve três estádios bem definidos: formação dos “anlage” (primórdio não diferenciado), formação dos primórdios de inflorescência e formação das flores (SRINIVASAN; MULLINS, 1981),

De acordo com Botelho et al. (2006), o estudo da fisiologia da formação das gemas férteis em videiras é ainda um assunto pouco explorado pela pesquisa, merecendo maior atenção para a solução de problemas relevantes para a produção vitícola. O aprofundamento nesta área de conhecimento poderá trazer avanços consideráveis para a viticultura nacional, contribuindo por exemplo, para o aprimoramento da tecnologia de produção de uvas para mesa e para o aumento da produtividade dos parreirais.

Nas condições edafoclimáticas do Vale do Submédio São Francisco, a cv. Itália pode ter duas safras e meia por ano, o que leva a um desgaste fisiológico acentuado da planta. O grande desafio no manejo do cultivo da videira é estabelecer um equilíbrio fisiológico suficiente para não afetar sua produção e não prejudicar a fertilidade das gemas nos ramos recém-formados. Do ponto de vista agrônomo, Botelho et al. (2006) enfatizam que o manejo de um parreiral não deve visar estritamente à produção do ciclo corrente, mas também à formação das gemas para o ciclo seguinte, pois esta é uma condição essencial para a obtenção de altas produtividades.

Srinivasan e Mullins (1981) relatam que um dos fatores que influenciam na fertilidade de gemas da videira é a disponibilidade de água, além de outros fatores como característica varietal, vigor dos ramos, temperatura ambiente, intensidade luminosa, fotoperíodo, nutrição mineral, níveis endógenos de fitormônios e aplicação de reguladores vegetais.

A nutrição é um importante componente para a produção da cultura da uva e exerce grande influência na produtividade e na qualidade do fruto. Haeseler et al. (1980), em estudo conduzido por oito anos em vinhedo implantado com a cv. Concord, verificaram que videiras tratadas com adubações completas com macronutrientes apresentaram maior fertilidade de gemas.

Segundo Melo (2003), o boro é um micronutriente extremamente importante para a videira, cv. Niagara Rosada, e sua deficiência causa má fecundação, condicionando à formação de cachos ralos e malformados. O boro também favorece a síntese de ácidos nucleicos, clorofila e ácido indolacético, atuando nos mecanismos de ação das giberelinas; ativa a produção e a translocação de carboidratos, bem como na absorção e transporte de cálcio (FREGONI, 1980; NOGUEIRA; FRÁGUAS, 1984; CHRISTENSEN, 1986), tendo, portanto, grande importância na formação da parede celular (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

De acordo com Malavolta et al. (1991), secas prolongadas reduzem o teor de boro assimilável, uma vez que a mineralização da matéria orgânica é dificultada. As tensões de água no solo, segundo Orlov (1985), dependem do tipo de solo e podem variar entre -15 kPa e -25 kPa para solos arenosos e entre -40 kPa e -60 kPa para solos argilosos. Contudo, as variações estão em função da dinâmica da água no solo, na planta e atmosfera. Klar (1991) recomenda para a videira tensões entre -40 kPa e -100 kPa. Conceição et al. (1998), para estimar a demanda hídrica durante o ciclo da cultura de uvas finas, na região de Jales, mantiveram tensões entre -6 kPa e -15 kPa, ou seja, próximas à da capacidade de campo (REICHARDT, 1988), instalando os tensiômetros na profundidade de 0,45 m para as leituras das épocas de irrigação.

O manejo adequado da irrigação pode amenizar problemas da fertilidade de gemas da videira, garantindo produções mais eficientes (ROSSETTI; HERNANDEZ, 1999). Kliewer (1990) relata que o controle do teor de água do solo, realizado no período da diferenciação das gemas, pode desviar fotoassimilados dos ramos em crescimento para o desenvolvimento de primórdios florais e, que, para a ‘Cabernet Sauvignon’, ocorreram maiores taxas de gemas férteis quando as plantas foram cultivadas em solos com 40 a 60% da capacidade de campo (CC), em comparação àquelas sob regimes de 20% da CC.

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de déficit hídrico controlado e doses de boro sobre a fertilidade de gemas de videira cv. Itália.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em parreiral comercial situado no município de Petrolina-PE, 9° 20' 45,65" S.; 40° 33' 13,41" O., altitude de 400 m, precipitação e temperatura médias anuais de 400 mm e 26 °C, respectivamente, realizado no período de julho de 2008 a janeiro de 2009.

A área experimental foi constituída por videiras de cinco anos, da cv. Itália, implantadas em solo de textura média, enxertadas sobre o porta-enxerto IAC-313 ("Tropical"), em espaçamento de 4,0 m x 3,5 m, em cova dupla, conduzidas em sistema tipo latada, irrigadas via gotejamento, com gotejadores espaçados de 0,5 m na linha de plantio, com vazão de 2,5 L/h.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x3: três tensões indicativas para a recarga hídrica por irrigação (-30 kPa, -50 kPa e -70 kPa) e três concentrações de boro (3%, 6% e 9%), com três repetições e duas plantas por parcela. A testemunha não recebeu aplicações com boro, e o seu manejo de irrigação foi estipulado com tensão de água no solo constante, na capacidade de campo (-10 kPa), irrigando-se por cinco horas diárias, totalizando 6,25 mm/dia. As videiras foram submetidas a uma restrição hídrica até os limites preestabelecidos de -30 kPa, -50 kPa e -70 kPa, quando ocorreu a recarga hídrica por irrigação para o retorno à capacidade de campo (-10 kPa).

Instalaram-se tensiômetros nas profundidades de 20 cm, 40 cm e 60 cm, os quais foram utilizados para leituras diárias (às 8h e às 16h), com o uso de Tensímetro Digital de Punção (TDP). A tensão utilizada como base para a reposição de água foi a dos tensiômetros instalados no perfil do solo de zero a 40 cm de profundidade, porque nesta faixa se encontra a maior quantidade de raízes da videira (CONCEIÇÃO et al., 1998; SANTOS et al., 2002). As leituras dos tensiômetros instalados a 20 cm e 60 cm tiveram por objetivo monitorar a umidade no perfil do solo. O manejo da irrigação foi baseado na curva característica de retenção obtida no perfil de zero até 40 cm de profundidade do solo (Figura 1), a partir do surgimento da brotação das plantas podadas (julho/2008).

Aplicações de boro, via foliar, iniciaram-se aos 30 dias após a brotação. A segunda, terceira e quarta aplicações ocorreram aos 40; 50 e 60 dias após a data da brotação, respectivamente. A pulverização foi feita com pulverizador costal, com capacidade de 20 L, aferindo-se o pH da calda em 5,5 após a adição do espalhante adesivo. A fonte de boro utilizada foi o produto comercial Boroplus®, marca Valagro-Farm,

solúvel em água a 11%.

Realizou-se análise química foliar, encontrando-se as plantas no estágio fenológico de amolecimento de bagas. Para a coleta das amostras, o eixo central de cada planta foi dividido em três partes (basal, mediana e apical), das quais foram coletadas duas folhas, uma do lado direito e outra do lado esquerdo, totalizando seis folhas por planta. As folhas coletadas estavam maduras, sadias, completas (limbo e pecíolo) e opostas ao cacho.

A poda de produção, realizada no mês de janeiro de 2009, foi do tipo mista, com varas e esporões, mantendo-se oito gemas por vara. Após a poda, os ramos foram pulverizados com Dormex® (5%) para induzir e uniformizar a brotação das gemas.

As variáveis analisadas foram porcentagem de fertilidade de gemas, índice relativo de clorofila (IRC) e área foliar. A porcentagem de fertilidade de gemas foi determinada, dividindo-se o número total de cachos pelo número total de gemas brotadas. O IRC (unidade SPAD) foi obtido através do clorofímetro portátil (SPAD-502, Minolta, Japão), e a área foliar das lâminas verdes foi estimada utilizando-se de um medidor de área foliar marca LICOR (Modelo Li-3100). O clorofímetro possui diodos que emitem radiação em 650 nm (luz vermelha) e 940 nm (radiação infravermelha). Durante a mensuração, a luz passa pela folha e é recebida por um fotodiodo de silicóne, onde é convertida em sinais que passam por um microprocessador que calcula valores proporcionais aos de teor de clorofila presente na folha (MINOLTA, 1989). Para a análise da área foliar e do IRC, foram utilizadas oito folhas por planta em total expansão, a aproximadamente 20 cm do cacho para o ápice dos ramos, sendo quatro expostas ao sol e quatro sombreadas.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância (teste F), teste de média de Tukey ( $p < 0,05$ ) e regressão, sendo os modelos escolhidos com base no coeficiente de regressão ( $R^2 > 0,70$ ), utilizando-se da versão do programa computacional Assistat, para o sistema operacional Windows (SILVA; AZEVEDO, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, pela Tabela 1, que a interação entre tensões de água no solo e pulverizações foliares com boro não foi significativa para todas as variáveis analisadas. Para o IRC, houve efeito significativo das tensões e não significativo da aplicação de boro, enquanto para a fertilidade de gemas, houve efeito significativo dos tratamentos com tensões e aplica-

ções com boro.

A fertilidade de gemas apresentou efeito linear negativo em função do aumento das tensões de água no solo (Figura 2), diminuindo de 31,88% (-30 kPa) para 23,66% (-70 kPa). Segundo Bravdo et al. (1985), a umidade do solo é um dos principais fatores que influenciam na formação de flores em videiras, sendo que estresse hídrico moderado no início do crescimento vegetativo da videira pode promover o processo de diferenciação dos primórdios de inflorescência. Ainda, se o déficit hídrico for programado para coincidir com o período de iniciação de formação de gemas, a fertilidade pode ser melhorada pelo desvio de fotoassimilados do crescimento dos ramos para o desenvolvimento dos primórdios de inflorescências (KLIOWER, 1990). No entanto, se a deficiência hídrica for intensa, os estômatos se fecham, reduzindo o processo fotossintético e a produção de fotoassimilados. Jordan (1983) salienta que o déficit hídrico pode afetar a utilização de carboidratos, por alterar, basicamente, a eficiência com que os fotoassimilados são convertidos para o desenvolvimento das partes novas da planta.

Em estudos com videiras crescidas em ambiente controlado, Butrose (1974) constatou que o número e o tamanho dos primórdios de inflorescências foram reduzidos pelo estresse hídrico, havendo redução na fertilidade das gemas e na massa seca dos ramos. Loveys et al. (1973) sugerem que o estresse hídrico pode afetar indiretamente a taxa de fertilidade pelo decréscimo da fotossíntese, e Livne et al. (1972) relatam que o estresse hídrico provoca diminuição de citocininas na seiva do xilema e aumento do ácido abscísico (ABA) em folhas e ramos.

Houve uma redução da frequência de irrigação e economia de água em torno de 35,4% no manejo com a tensão de água no solo mantida a -30 kPa, comparado ao manejo a -10 kPa (Tabela 2). Ou seja, a lâmina de água aplicada foi de 262,5 mm (1.838 L/planta - plantas submetidas ao tratamento com tensão de -30 kPa), contra uma lâmina de água aplicada de 406,3 mm (2.845 L/planta - para a testemunha: -10 kPa), justificando-se, portanto, o manejo de irrigação de -30 kPa, visto que os valores das taxas de fertilidade de gemas (Tabela 3) não diferiram entre si para as plantas submetidas aos regimes hídricos de -30 kPa ou de -10 kPa.

Embora não havendo diferença significativa para a variável área foliar, em função dos tratamentos com boro e tensões de água no solo (Tabela 1), verifica-se que houve diferença significativa quando se comparou a média da tensão de água no solo de -30 kPa, com a média da testemunha (-10 kPa), atingindo-se valores de 208,55 cm<sup>2</sup> e

245,33 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 3). A limitação à expansão da área foliar pode ser considerada como uma primeira reação das plantas ao déficit hídrico (SANTOS; CARLESSO, 1998). Sob condições de déficit hídrico, o equilíbrio entre produção de fotoassimilados e a demanda para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos pode ser severamente afetado pela redução da área foliar fotossinteticamente ativa (GERIK et al., 1996).

Aplicações de boro reduziram a fertilidade de gemas, apresentando efeito quadrático para esta variável (Figura 3). A melhor fertilidade de gemas foi 30% com aplicação de boro na concentração de 3%, enquanto o menor percentual de fertilidade (24,4%) foi atingida com boro a 6%. No entanto, a fertilidade de gemas voltou a aumentar para 27,4% com a aplicação de boro a 9%, apesar de não se encontrar uma explicação fisiológica para tal fato. Brunetto et al. (2008) relatam que a videira é extremamente exigente quanto aos níveis de carboidratos, e Malavolta (1980) enfatiza que o boro favorece a translocação de carboidratos das folhas para outros órgãos da planta, pelo fato de este elemento unir-se ao glicídio, resultando num produto mais solúvel nas membranas, atravessando com mais facilidade a membrana celular. Através de pesquisas feitas por Vieira et al. (2006), analisando a fertilidade de gemas de videiras 'Niagara Rosada', concluiu-se que as maiores médias de fertilidade de gemas e os menores números de gemas necrosadas ocorreram na porção terminal das varas, devido, provavelmente, ao maior acúmulo de carboidratos nessa região (WINKLER, 1965). A videira possui mecanismos fisiológicos de autorregulação, direcionando suas reservas para vigor (crescimento vegetativo) ou frutificação (crescimento reprodutivo), de acordo com suas próprias necessidades (KELLER et al., 2008).

Plantas submetidas a pulverizações com boro adquiriram valores médios de 80,95 mg kg<sup>-1</sup> deste nutriente (Tabela 4). O nível crítico de toxidez é considerado a concentração tóxica do nutriente, que reduz a 10% a produção da planta. Para Malavolta (1981) e Trani et al. (1983), o nível crítico de toxidez de boro nas folhas da videira é de 100 mg kg<sup>-1</sup>. Por outro lado, Terra et al. (1998) consideram os teores de boro de 30 mg kg<sup>-1</sup> adequados para a videira, no início de amolecimento de bagas. Portanto, os teores de boro encontravam-se bem acima do valor considerado adequado para a videira e próximo ao nível crítico de toxidez, podendo tal fato ter influenciado nos processos fisiológicos de responsabilidade deste nutriente.

Com relação ao IRC, o maior índice ocorreu com o tratamento da tensão de água no solo a -70 kPa (41,22 unidades SPAD), enquanto na tensão de -30

kPa, o IRC foi reduzido para 38,33 unidades SPAD (Figura 4). Este fato pode estar relacionado ao sistema de condução da videira em latada onde ocorre uma desuniformidade na distribuição e penetração da radiação solar sobre a exposição da folhagem. Taiz e Zeiger (2002) salientam que, em condições de baixa radiação solar, as folhas apresentam a secção transversal menos espessa, e os cloroplastos orientam-se ao longo das paredes celulares superiores e inferiores,

perpendicularmente ao sentido de incidência da luz, enquanto em alta radiação eles estão orientados, principalmente, ao longo das paredes verticais das células, paralelamente ao sentido de incidência da luz. Peacock et al. (1977) não verificaram diferenças no desenvolvimento e na produção de videiras com irrigações manejadas com potenciais críticos de água no solo de -10 kPa a -50 kPa.

**TABELA 1** - Resumo da análise de variância para fertilidade de gemas, IRC (unidades SPAD) e área foliar da cv. Itália, em função de tensões de água no solo e aplicações de boro. Petrolina-PE, 2008.

Causas de variação	G.L	Fertilidade de gemas	IRC	Área foliar
Tensões	2	158,370*	18,925*	690,333 <sup>ns</sup>
Boro	2	69,592*	7,148 <sup>ns</sup>	307,444 <sup>ns</sup>
Tensões x Boro	4	9,092 <sup>ns</sup>	2,148 <sup>ns</sup>	278,611 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	15,851	4,037	272,148
CV(%)		14,586	5,042	7,910

ns: não significativo.

\*: Significativo ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 2** - Manejos de irrigação da área experimental no período de agosto a novembro de 2008, referentes às tensões de -30 kPa e -10 kPa (testemunha). Petrolina-PE, 2008.

Tensões	Horas de irrigações	Volume/planta (litros)	Lâmina de Irrigação (mm)
-30 kPa	210	1838	262,5
-10 kPa	325	2845	406,3

**TABELA 3** - Fertilidade de gemas e área foliar de plantas da cv. Itália submetidas a tratamentos com tensões de água no solo a -30 kPa e a -10 kPa (testemunha). Petrolina-PE, 2008.

Tensões	*Fertilidade de gemas (%)	*Área foliar (cm <sup>2</sup> )
-30 kPa	32,2 a	208,55 b
-10 kPa	28,1 a	245,33 a
CV(%)	0,74	5,67

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 4** - Análises químicas foliares de plantas da cv. Itália submetidas a tratamentos com e sem boro. Petrolina-PE, 2008.

Plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
Tratadas com boro	24,55	0,63	13,22	36,43	3,46	0,33	80,95	12,62	163,00	176,44	98,61	230,80
Não tratadas com boro	26,10	1,00	12,22	40,20	3,34	0,29	77,16	11,20	110,00	159,00	79,90	222,98

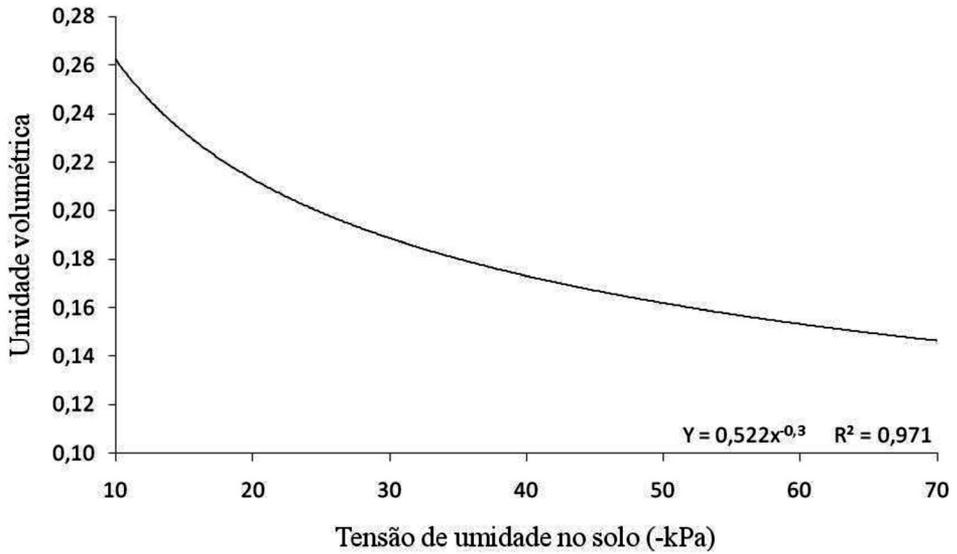


FIGURA 1 - Curva característica de retenção do solo da área experimental obtida no perfil de zero até 40 cm de profundidade. Petrolina-PE, 2008.

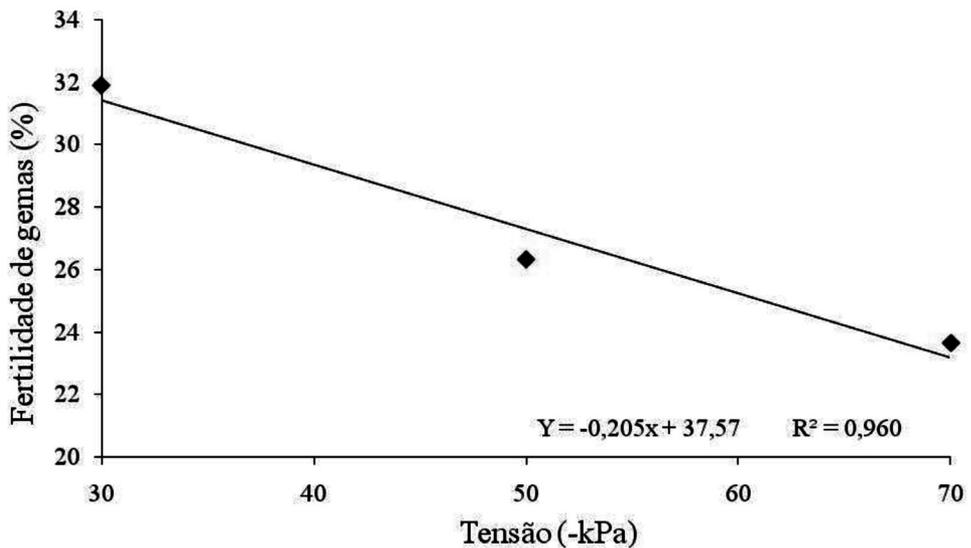


FIGURA 2 - Fertilidade de gemas da cv. Itália em função do monitoramento das tensões de água no solo de -30 kPa a -70 kPa. Petrolina-PE, 2008.

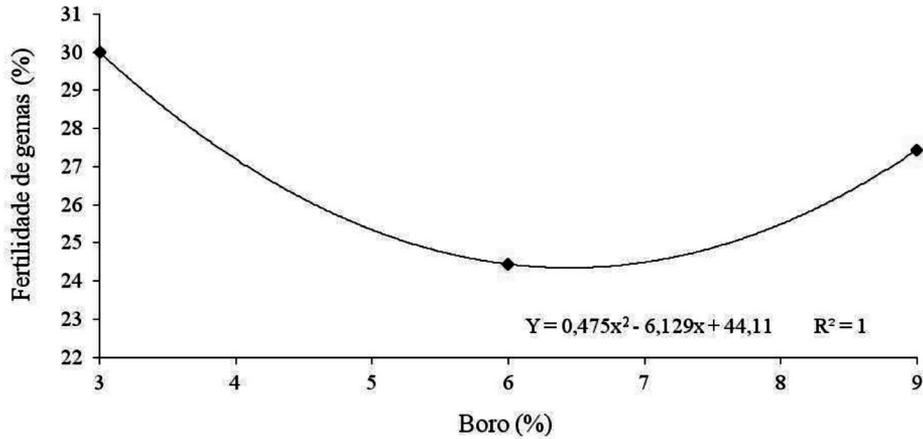


FIGURA 3 - Fertilidade de gemas da cv. Itália em função de diferentes concentrações de boro. Petrolina-PE 2008.

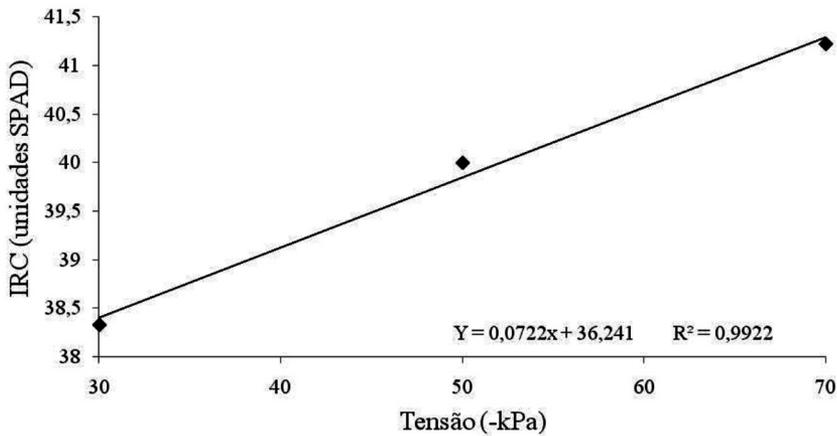


FIGURA 4 - IRC (unidades SPAD) apresentado pela cv. Itália em função do monitoramento das tensões de água no solo de -30 kPa a -70 kPa. Petrolina-PE, 2008.

### CONCLUSÕES

O manejo de água no solo a -30 kPa resulta em maiores taxas de fertilidade de gemas e economia no volume de água aplicada, e aplicação foliar de boro a 3% aumenta o número de gemas férteis da videira cv. Itália.

### REFERÊNCIAS

BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Chapadinha, v.2, n.1, p.129-144, 2006.

- 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.; GIROTTO, E.; MELO, G.W.; SANTOS, H.P.; CERETTA, C.A.; KAMINSKI, J.; VIEIRA, R.C.B. Aplicação foliar de nitrogênio em videira: avaliação do teor na folha e das reservas nitrogenadas e de carboidratos nas gemas dos ramos do ano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n. 4, p. 1119-1123, 2008.
- BUTROSE, M.S. Fruitfulness in grapevines:effect of water stress. **Vitis**, Siebeldingen, v.12, p.299-305, 1974.
- CHRISTENSEN, L.P. Boron application in vineyards. **California Agriculture**, Berkeley, v.40, n.3/4, p.17-18, 1986.
- CONCEIÇÃO, M.A.F.; MAIA, J.D.G.; CAMARGO, J.D. Estimativa da demanda hídrica da videira durante o primeiro ciclo produtivo em Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.20, n.1, p.39-44, 1998.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.
- FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418p.
- GERIK, T.J.; FAVER, K.L.; THAXTON, P.M. et al. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water uses, and yield. **Crop Science**, Madison, v.36, p.914-921, 1996.
- HAESLER, C.W.; SMITH, C.B.; KARDOS, L.T. et al. 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.
- IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas 2007/2008. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est\\_frutas.asp](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp)>. Acesso em: 26 jan. 2010.
- JORDAN, W.R. Whole plant response to water deficits: An overview. In: TAYLOR, H.M.; JORDAN, W.R.; SINCLAIR, T.R. **Limitations to efficient water use in crop production**, Madison: ASA, CSSA, SSA, 1983. p.289-317.
- 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**, Davis, v.59, p.221-234, 2008.
- KLAR, A.E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.
- KLIEWER, W.M. **Fisiologia da videira: como produz açúcar uma videira**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1990. 20p. (Documentos IAC, 20).
- LIVNE, A.; VAADIA, Y. Water deficits and hormone relations. In: KOZLOWSKI, T.T. ed. **Academic Press. Water Deficits and Plant Growth**. New York, 1972. v.3, p.241-275.
- LOVEYS, B.R.; KRIEDEMANN, P.E. Rapid changes in abscisic acid-like inhibitors following alterations in vine leaf water potential. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.28, p.476-479, 1973.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral das plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596p.
- MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A.E.; PAULINO, V.T. Micronutrientes uma visão geral. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: Potafôs/CNPq, 1991. 734 p.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 889p.
- MELO, G.W. **Cultivo da videira niágara rosada em regiões tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 5)
- MINOLTA. **Chlorophyll meter SPAD-502**: instruction manual. Osaka, 1989. 22p.
- NOGUEIRA, D.J.P.; FRÁGUAS, J.C. Nutrição das videiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.17, p.29-47, 1984.
- ORLOV, D. **Manejo y control del riego en plantaciones de arboles frutales**. Bet-Dagan : Ministério de Agricultura de Israel, 1985. p.46. (Servicio de Campo).
- PEACOCK, W.L.; ROLSTON, D.E.; ALJIBURY, F.K.; RAUSCHKOLB, R.S. Evaluating drip, flood and sprinkler irrigation of wine grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 28, n. 4, p.84-91, 1977.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, p.211-216, 1988.
- ROSSETTI, J.C.; HERNANDEZ, F.B.T. Manejo da irrigação economiza água e energia em pomares de uva no noroeste paulista. **Revista do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio José dos Dourados**, São José do Rio Preto, v.1, n.1, p.4, 1999.
- SANTOS, R.A.; HERNANDEZ, F.B.T.; KONRAD, M.; BRAGA, R.S.; SASSAKI, N. Comportamento do sistema radicular da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Benitaka, frente ao manejo da irrigação por aspersão sob copa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** CD-ROM
- SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.2, n.3, p. 287 – 294, 1998.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Viçosa, MG, v.4, p.71-78, 2002.
- 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.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3<sup>rd</sup> ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 792p.
- TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P.; NOGUEIRA, N.A.M. **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 81p. (Documento Técnico, 97).
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise foliar**: amostragem e interpretação. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.
- VIEIRA, C.R.Y.I.; PIRES, E.J.P.; TECCHIO, M.A.; OTSUBO, I.M.N.; VIEIRA, M.C.; YAMASAKI, A.K.; BORTOLANZA, O. Fertilidade de gemas de videiras 'Niagara Rosada' de acordo com o sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.136-138, 2006.
- WINKLER, A. J. **Viticultura**. México: Continental, 1965. 792p.