

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA EM VIDEIRA CV.  
SYRAH NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

**MARLON GOMES DA ROCHA**

Tese apresentada a Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU - SP

Junho – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA EM VIDEIRA CV.  
SYRAH NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

**MARLON GOMES DA ROCHA**

Orientador: Luís Henrique Bassoi

Tese apresentada a Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU - SP

Junho – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R672a Rocha, Marlon Gomes da, 1978-  
Adubação orgânica e nitrogenada em videira cv. Syrah no Vale do Submédio São Francisco / Marlon Gomes da Rocha. - Botucatu : [s.n.], 2013  
xii, 105 f. : grafs., tabs., ils. color., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Luís Henrique Bassoi

Inclui bibliografia

1. Adubação orgânica. 2. Fertilizantes nitrogenados. 3. Clorofilômetro. 4. Videira - Adubação. 5. Regiões áridas. I. Bassoi, Luís Henrique. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

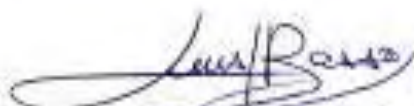
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA EM VIDEIRA CV.  
'SYRAH' NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO"

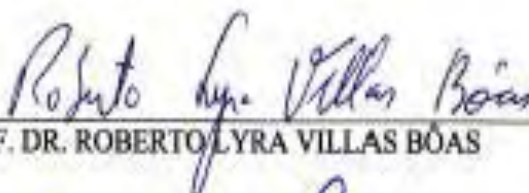
ALUNO: MARLON GOMES DA ROCHA

ORIENTADOR: PROF. DR. LUÍS HENRIQUE BASSOI

Aprovado pela Comissão Examinadora



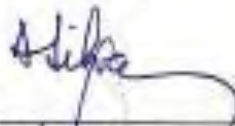
PROF. DR. LUÍS HENRIQUE BASSOI



PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS



PROF. DR. HELIO GRASSI FILHO



PROF. DR. DAVI JOSÉ SILVA



PROF. DR. ANTONIO ODAIR SANTOS

Data da Realização: 13 de junho de 2013.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Manoel Gomes Neto e Abelita Virgínia Gomes (*In memoriam*) pela educação, amor e exemplo de honestidade.

Aos meus irmãos pelos incentivos e apoio durante toda minha vida acadêmica. Por isso dedico esse trabalho a vocês Iolanda, Moaci, Arlete, Maria das Graças e Marinaldo.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** por me dar saúde, fé e perseverança para alcançar os meus objetivos e a realização desse trabalho;

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. **Luís Henrique Basso**i pela orientação, amizade, confiança, ensinamentos e conselhos para realização desse trabalho em minha formação profissional;

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Seção de Pós Graduação e Biblioteca da **Faculdade de Ciências Agrônomicas**, pelos ensinamentos e apoio prestado;

Ao **CNPq** pela concessão de bolsa de estudos;

Ao Dr. Davi José Silva responsável pela área onde trabalhamos juntos na condução do experimento;

Ao Dr. Carlos Alberto Tuão Gava, responsável pelo Laboratório de Controle Biológico, e ao Herbert Mouse de Lima Targino, pelo auxílio na realização das análises;

Ao Dr. Giuliano Elias Pereira, responsável pelo Laboratório de Enologia e a todas as pessoas que trabalharam nas análises e elaboração dos vinhos;

Ao professor Dr. Carlos Aragão pelo auxílio nas análises estatísticas;

A Embrapa Semiárido pela infraestrutura, recursos disponibilizados e apoio dos funcionários do Campo Experimental de Bebedouro, especialmente aos Srs. Hélio, Raimundo, Expedito e Pretinho e aos funcionários do Laboratório de Solos onde foram realizadas análises;

Às funcionárias da Biblioteca da Embrapa Semiárido, pelos bons serviços prestados e atenção dada;

A todos os amigos que conheci na FCA/UNESP de Botucatu, e especialmente ao Anthony;

Aos amigos Juliano, Bruno, Ana Rita, Joselina, Russaika, Lucileide, Miriam e Patrícia pela amizade e ajuda nos trabalhos de campo;

Aos professores do IF Sertão, pela compreensão, e especialmente Fabio Freire, Sebastião Costa e Aline Rocha pela colaboração.

A Maíra, pelo amor, carinho e paciência que teve comigo durante a realização desse trabalho, e ao Sr. Carlos e Dona Marileide pela confiança e apoio em Juazeiro e a Carla pela amizade;

E a todas aquelas pessoas que contribuíram direta e indiretamente para realização desse trabalho, que Deus os abençoe.

*“É um paradoxo a Terra se mover ao redor do Sol e a água ser constituída por dois gases altamente inflamáveis. A verdade científica é sempre um paradoxo, se julgada pela experiência cotidiana que se agarra à aparência efêmera das coisas.”*

***Karl Marx***

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	XII
RESUMO .....	13
SUMMARY .....	15
INTRODUÇÃO .....	17
CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DA VIDEIRA CV. SYRAH EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA .....	20
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	20
1.1 Fertilidade do solo .....	20
1.2 Concentração de N na folha .....	22
1.3 Nitrato no solo .....	23
1.4 Condutividade elétrica aparente do solo .....	24
1.5 Relação entre clorofila e concentração de N na folha .....	25
1.6 Adubação como fator de produção .....	27
1.7 Objetivo específico .....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	29
2.1 Local e condução do experimento .....	29
2.2 Concentração de N na folha .....	32
2.3 Nitrato na solução do solo .....	33
2.4 Nitrato em amostras de solo .....	33
2.5 Condutividade elétrica aparente do solo .....	33
2.6 Relação entre clorofila e concentração de N na folha .....	36
2.7 Adubação como fator de produção .....	36
2.8 Aspectos qualitativos das uvas .....	37
2.9 Análise estatística .....	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
3.1 Características químicas do solo .....	38
3.2 Concentração de N na folha .....	43
3.3 Nitrato na solução do solo .....	45
3.4 Nitrato em amostras de solo .....	47
3.5 Condutividade elétrica aparente do solo .....	48
3.6 Relação entre clorofila e concentração de N na folha .....	49



3.7 Adubação como fator de produção.....	51
3.8 Aspectos qualitativos das uvas.....	54
4 CONCLUSÕES .....	57
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
CAPITULO 2 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E EXPRESSÃO	
VEGETATIVA DA VIDEIRA CV. SYRAH EM FUNÇÃO DE DOSES DE	
ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA.....	
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	65
1.1 Fenologia .....	65
1.2 Trocas gasosas.....	68
1.3 Expressão vegetativa .....	69
1.3.1 Número de camadas de folhas.....	69
1.3.2 Área foliar .....	70
1.4 Objetivo específico.....	71
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	72
2.1 Local e época do experimento .....	72
2.2 Classificação climática e condições meteorológicos durante o experimento .....	74
2.3 Evapotranspiração de Referencia (ETo).....	80
2.4 Lâmina bruta de irrigação .....	81
2.5 Fenologia .....	83
2.6 Índice biometeorológico Graus-dia.....	84
2.7 Trocas gasosas.....	84
2.8 Expressão vegetativa .....	85
2.8.1 Número de camadas de folhas.....	85
2.8.2 Área foliar .....	86
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
3.1 Fenologia .....	87
3.2 Trocas gasosas.....	90
3.3 Expressão vegetativa .....	96
3.3.1 Número de camadas de folhas.....	96
3.3.2 Área foliar .....	98
4 CONCLUSÕES .....	99
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	100

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

### Páginas

<b>Tabela 1.</b> Características físicas do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico Latossólico do campo experimental de Bebedouro, em Petrolina - PE.....	30
<b>Tabela 2.</b> Atributos químicos de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m, antes do plantio das mudas de videira cv. Syrah enxertados sobre Paulsen 1103 P em 30 de abril de 2009, Petrolina-PE.....	39
<b>Tabela 3.</b> Concentração de N nas folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ), coletadas na fase de pleno florescimento durante o segundo ciclo de produção de videiras Syrah (Dezembro/2010) em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação..	44
<b>Tabela 4.</b> Concentração de N nas folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ), coletadas na fase de amolecimento das bagas (Fevereiro/2011), durante o segundo ciclo de produção de videiras Syrah em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação.....	44
<b>Tabela 5.</b> Concentração de N nas folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ), coletadas na fase de pleno florescimento durante o terceiro ciclo de produção de videiras Syrah (Junho/2011) em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação..	45
<b>Tabela 6.</b> Concentração de N nas folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ), coletadas na fase de mudança de cor, durante o terceiro ciclo de produção de videiras Syrah (Julho/2011) em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação... ..	45
<b>Tabela 7.</b> Produção em $\text{kg ha}^{-1}$ de videiras cv. Syrah submetidas à aplicação de 0, 10, 20,40 e 80 $\text{kg ha}^{-1}$ de N ciclo <sup>-1</sup> e 0 e 30 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de AO em três ciclos consecutivos (13/04/2010 a 9/08/2010; 10/11/2010 a 28/02/2011; 10/05/2011 a 09/09/2011), no município de Petrolina - PE.....	51
<b>Tabela 8.</b> Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da videira cv. Syrah em função da interação entre as doses de N e as doses de AO, Petrolina - PE.....	52

**Tabela 9.** Número de cachos por hectare em videiras cv. Syrah submetidas à aplicação de 0, 10, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup> de N ciclo<sup>-1</sup> e 0 e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de AO em três ciclos consecutivos no município de Petrolina - PE.....53

**Tabela 10.** Características enológicas de uvas cv. Syrah submetidas à adubação nitrogenada em três ciclos consecutivos no município de Petrolina - PE.....55

**Tabela 11.** Características enológicas de uvas cv. Syrah em função do adubo orgânico aplicado em três ciclos consecutivos no município de Petrolina - PE.....56

## CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Duração das fases fenológicas, em dias após a poda de produção (dapp) e exigência térmica em graus-dia (GD) durante dois ciclos de produção da videira cv. Syrah, em Petrolina - PE.. .....89

**Tabela 2.** Efeito da adubação nitrogenada sobre as fases fenológicas da videira cv. Syrah no segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina - PE.....90

**Tabela 3.** Efeito da adubação nitrogenada sobre as fases fenológicas da videira cv. Syrah no terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), Petrolina - PE.....90

**Tabela 4.** Efeito da adubação nitrogenada sobre a fotossíntese (An,  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), em Petrolina – PE.... .....90

**Tabela 5.** Efeito da adubação nitrogenada sobre a condutância estomática (gs,  $\mu\text{molH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), em Petrolina – PE.... .....91

**Tabela 6.** Efeito da adubação nitrogenada sobre a eficiência intrínseca do uso da água (EUA<sub>i</sub>,  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{molH}_2\text{O}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), em Petrolina – PE.....92

**Tabela 7.** Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração intracelular de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>, ppm) em videira de vinho cv. Syrah em três datas de avaliação após a

poda de (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), em Petrolina – PE.....	92
<b>Tabela 8.</b> Efeito da adubação nitrogenada sobre a transpiração ( $E$ , $\text{mmol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), em Petrolina – PE.....	93
<b>Tabela 9.</b> Parâmetros fisiológicos em videira de vinho cv. Syrah, com duas doses de adubo orgânico, em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção, em Petrolina – PE.....	93
<b>Tabela 10.</b> Efeito da adubação nitrogenada sobre a fotossíntese ( $A_n$ , $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro), em Petrolina – PE.....	94
<b>Tabela 11.</b> Efeito da adubação nitrogenada sobre a condutância estomática ( $g_s$ , $\mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro 2011), em Petrolina – PE.....	94
<b>Tabela 12.</b> Efeito da adubação nitrogenada sobre a eficiência intrínseca do uso da água ( $\text{EUA}_i$ , $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....	95
<b>Tabela 13.</b> Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração intracelular de $\text{CO}_2$ ( $C_i$ , ppm) em videira de vinho cv. Syrah em quatro dias após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....	95
<b>Tabela 14.</b> Efeito da adubação nitrogenada sobre a transpiração ( $E$ , $\text{mmol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 e maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....	95
<b>Tabela 15.</b> Parâmetros fisiológicos em videira de vinho cv. Syrah, com duas doses de adubo orgânico, em quatro datas de avaliação após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção, em Petrolina – PE.....	96

- Tabela 16.** Índices caracterizadores da estrutura de cobertura, medidos ao nível dos cachos - número de camadas de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores (% Fint.) e percentagem de cachos exteriores (% Cext.) em função de cinco doses de N. Medições realizadas em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp), e na fase de maturação da videira cv. Syrah durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....97
- Tabela 17.** Índices caracterizadores da estrutura de cobertura, medidos ao nível dos cachos- número de camadas de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores (% Fint.) e percentagem de cachos exteriores (% Cext.). Medições realizadas em função de duas doses de adubo orgânico na fase de maturação da videira cv. Syrah durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....97
- Tabela 18.** Porosidade (% Buracos) estimados pelo método “point quadrat” (Smart e Robinson), durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina - PE.....98
- Tabela 19.** Área foliar (AF) da videira cv. Syrah conduzida no sistema de espaldeira em função da adubação nitrogenada avaliada em quatro datas de avaliação após a poda de produção (dapp), durante a fase de maturação dos frutos durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....98
- Tabela 20.** Área foliar (AF) da videira cv. Syrah conduzida no sistema de espaldeira em função da adubação orgânica durante a fase de maturação dos frutos no terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.....98

## LISTA DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b>	Paginas
<b>Figura 1.</b> Croqui da área experimental.....	31
<b>Figura 2.</b> Detalhes do sensor portátil e de sua utilização no campo .....	35
<b>Figura 3.</b> Teor de Matéria Orgânica em um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da adubação orgânica (AO) realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE.....	40
<b>Figura 4.</b> Teores de fósforo de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da adubação orgânica (AO) realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE.....	41
<b>Figura 5.</b> Soma de Bases (SB) de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da adubação orgânica (AO) realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE.....	42
<b>Figura 6.</b> Capacidade de Trocas de Cátions (CTC) de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da adubação orgânica (AO) realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE. ....	42
<b>Figura 7.</b> Teores de potássio (K) de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da adubação orgânica (AO) realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE.....	43
<b>Figura 8.</b> Concentração do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na solução do solo a 0,4 e 0,8 m de profundidade e em função de 5 doses de N (0, 10, 20, 40, 80 kg ha <sup>-1</sup> ) aplicadas via fertirrigação.....	46
<b>Figura 9.</b> Umidade do solo medida pela sonda de TDR em diferentes profundidades.. ....	46

<b>Figura 10.</b> Concentração do $\text{NO}_3^-$ no solo fertirrigado com 5 doses de N (0, 10, 20, 40, 80 $\text{kg ha}^{-1}$ ) com e sem aplicação de adubo orgânico (AO) em 2 profundidades de coleta (0,0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m) em setembro de 2011, após terceiro ciclo de produção. ....	47
<b>Figura 11.</b> Distribuição da CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) em diferentes épocas de medida nas camadas de 0,0 a 0,40 m (A) e 0,0 a 0,80 m (B).. ....	49
<b>Figura 12.</b> Fotossíntese líquida (An) e valores do índice SPAD em folhas de videira na fase de frutificação.....	50
<b>Figura 13.</b> Índice SPAD em folhas de videiras Syrah ao longo do ciclo com duas doses de AO (0 e 30 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ).....	50
<b>CAPITULO II</b>	
<b>Figura 1.</b> Temperaturas do ar mínima (T. Min.), média (T. Med.) e máxima (T. Máx.) diárias durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).....	75
<b>Figura 2.</b> Temperaturas do ar mínima (T. Min.), média (T. Med.) e máxima (T. Máx.) diárias durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).....	75
<b>Figura 3.</b> Temperaturas do ar mínima (T. Min.), média (T. Med.) e máxima (T. Máx.) diárias durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 09 de setembro de 2011).....	76
<b>Figura 4.</b> Umidade relativa do ar mínima (Ur. Min.), média (Ur. Med.) e máxima (Ur. Máx.) diárias durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).....	76
<b>Figura 5.</b> Umidade relativa do ar mínima (Ur. Min.), média (Ur. Med.) e máxima (Ur. Máx.) do ar diárias durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011). ....	77
<b>Figura 6.</b> Umidade relativa do ar mínima (Ur. Min.), média (Ur. Med.) e máxima (Ur. Máx.) diárias durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).. ....	77

<b>Figura 7.</b> Insolação diária durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).....	78
<b>Figura 8.</b> Insolação diária durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).....	78
<b>Figura 9.</b> Insolação diária durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011)..	78
<b>Figura 10.</b> Precipitação pluviométrica registrada durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).....	79
<b>Figura 11.</b> Precipitação pluviométrica registrada durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011)..	79
<b>Figura 12.</b> Precipitação pluviométrica registrada durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011)...	80
<b>Figura 13.</b> Evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).....	80
<b>Figura 14.</b> Evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).....	81
<b>Figura 15.</b> Evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).....	81
<b>Figura 16.</b> Lâmina bruta de irrigação aplicada durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).....	82
<b>Figura 17.</b> Lâmina bruta de irrigação aplicada durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011)...	82
<b>Figura 18.</b> Lâmina bruta de irrigação aplicada durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011)...	83



## RESUMO

A grande maioria dos solos cultivados com videira no Brasil apresenta baixo teor de matéria orgânica e alguma limitação à nutrição da planta. Hipoteticamente, esses solos teriam uma pequena capacidade de suprimento de nitrogênio, sendo necessária correções com aplicação de fertilizante nitrogenado mineral ou orgânico para que as plantas tenham condições de expressar seu potencial produtivo. O N assim como outros nutrientes, pode afetar o crescimento vegetativo da videira de vinho, a produção e a composição do mosto, influenciando na qualidade do vinho. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica e nitrogenada na produção e no comportamento ecofisiológico da videira de vinho cv. Syrah no Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi conduzido na Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE, em um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico Latossólico de textura média. As videiras plantadas em 31 de abril de 2009 no espaçamento de 1 x 3 m, foram conduzidas no sistema de espaldeira. A irrigação foi realizada por um sistema de gotejamento e o manejo realizado com base na evapotranspiração da cultura. Os tratamentos foram constituídos de 2 doses de AO (0 e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e 5 doses de N (0, 10, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) aplicada via fertirrigação, dispostos em blocos casualizados com 5 repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo que o AO constituiu as parcelas e as doses de N as subparcelas. Em 3 ciclos de produção (13 de abril a 9 de agosto de 2010, 10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011, e 10 de maio a 9 de setembro de 2011), foram realizadas a avaliação da produção e da composição química das uvas, o monitoramento dos teores de nutrientes no solo e nas folhas, a determinação do índice de clorofila nas folhas, a determinação da condutividade elétrica aparente (CEa) e a avaliação dinâmica do nitrato no solo. A quantidade de nutrientes adicionados pela AO resultou em acúmulos significativos de nutrientes no solo e nas folhas, mantendo o solo com concentrações consideradas adequadas. O índice de clorofila foi superior em todas as parcelas que receberam AO. O teor de nitrato na solução do solo aumentou em função das doses de N aplicadas, atingindo valores altos. A CEa do solo apresentou variabilidade entre as datas de amostragem, explicada pela variação da umidade. Os tratamentos não influenciaram na produtividade, expressão vegetativa e nas trocas gasosas das plantas. No entanto, a massa de cem bagas e o volume de mosto aumentaram com a aplicação do AO e o aumento da dose de N.

**Palavras-chave:** Semiárido, nitrogênio na folha, nitrogênio no solo, clorofilômetro, baga de uva, mosto.

# **ORGANIC AND NITROGEN FERTILIZATION IN SYRAH VINES IN THE LOWER MIDDLE SÃO FRANCISCO VALLEY**

Author: MARLON GOMES DA ROCHA

Advisor: LUÍS HENRIQUE BASSOI

## **SUMMARY**

The majority of the soils cultivated with vine in Brazil have low organic matter content and many limitations to plant nutrition. Hypothetically, these soils have little capacity to supply nitrogen, and the application of mineral or organic nitrogen fertilizer is necessary to make the vines able to show their production potential. The nitrogen as well as other nutrients can affect the vegetative growth of the vine, wine production and wine composition, influencing the wine quality. This study aimed to evaluate the effect of organic and nitrogen fertilization in the grape production and ecophysiological behavior of vine cv. Syrah in the Lower Middle São Francisco Valley, Brazil. The experiment was carried out at Embrapa Tropical Semi-Arid, in Petrolina, State of Pernambuco, Brazil, in a Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico Latossólico, medium texture. Vines were planted on April 31, 2009, at a spacing of 1 x 3 m, and were conducted in an espalier system. Water was applied by a drip irrigation system and the water management was based on crop evapotranspiration. The treatments consisted of 2 organic fertilizer rates (0 and 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) and five N rates (0, 10, 20, 40 and 80 kg ha<sup>-1</sup>) applied by fertigation. The randomized block design was used, with 5 replications. The treatments were arranged in split plots with the organic fertilizer rates composing the main plots and N rates composing the subplots. In three growing seasons (April 13 to August 9, 2010, November 10, 2010 to February 28, 2011, and May 10 to September 9, 2011) the evaluation of grape production and its chemical composition, monitoring of soil and plant nutrient levels, determination of leaf chlorophyll content, and the determination of the soil apparent electrical conductivity (ECa) were performed. The amount of nutrients added by organic fertilizer resulted in a significant accumulation of nutrients in the soil and leaves, keeping the soil with adequate levels. The chlorophyll content was higher in all plots that received organic fertilizer. The nitrate content in the soil solution increased with the increasing of N rates. The ECa presented variability among sampling dates, which was

explained by the soil moisture variation. No effect on yield, vegetative expression and plant gas exchange were found. However, the mass and volume of one hundred grape berries increased with the application of the organic and nitrogen fertilizers.

**Keywords:** semi-arid, leaf nitrogen, soil nitrogen, leaf chlorophyll meter, grape berry, must

## **INTRODUÇÃO**

Os solos localizados em regiões semiáridas e áridas foram por muito tempo, considerados inviáveis para agricultura e, conseqüentemente, à margem do aproveitamento econômico (CUNHA, 2010). Porém, o Vale do Submédio São Francisco no Nordeste Brasileiro é uma região, onde o setor agrícola encontra-se em grande expansão, sendo o maior exportador de frutas tropicais do País e de algumas frutas de clima temperado, com destaque para a viticultura.

Os perímetros irrigados nos Estados de Pernambuco e Bahia, em especial o polo Petrolina-Juazeiro, se caracterizam por apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento da fruticultura irrigada em função da baixa precipitação, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, o que garante produzir em qualquer época com o uso de tecnologias modernas alcançando alta produtividade, possibilitando disponibilizar frutos no mercado o ano inteiro. Nessa região, a videira ocupou uma área de 11.034 ha em 2010 (AGRIANUAL, 2011) diversificando as atividades com a produção de vinhos e derivados.

Os principais solos cultivados no Vale do Submédio São Francisco, em regime de irrigação, são predominantemente os das classes dos Latossolos e Argissolos, que geralmente apresentam textura arenosa nos horizontes superficiais havendo aumento de argila com a profundidade, requerem correção da acidez e fertilização; os Luvisolos que são de fertilidade natural elevada, ricos em bases trocáveis, especialmente o K, são moderadamente ácidos a neutros e os Vertissolos, de textura argilosa, pH alcalino, com elevados valores de soma de bases (SB) e de capacidade de troca de cátions (CTC), apresentando elevado potencial de nutrição para as plantas (CUNHA 2008), sendo todos pobres em matéria orgânica, fator condicionado pelo clima semiárido. Os Neossolos Quartzarênicos que possuem baixa disponibilidade de água e drenagem excessiva e são normalmente muito pobres com baixos valores de CTC e SB, mas que também ocupam uma área expressiva na região, passaram a ser cultivados com fruteiras (FARIA et al., 2007) devido ao avanço das tecnologias, principalmente sobre o manejo da água e da aplicação de nutrientes que estão relacionados à irrigação localizada e a fertirrigação.

Sendo assim, essas áreas com baixo teor de matéria orgânica, hipoteticamente teriam uma pequena capacidade de suprimento de nitrogênio, sendo necessária a aplicação de fertilizante nitrogenado mineral ou orgânico. O nitrogênio assim como outros nutrientes, pode afetar o crescimento vegetativo da videira de vinho, a produção e a composição do mosto, influenciando na qualidade do vinho (BRUNETTO, 2008). Assim, torna-se importante buscar uma nutrição equilibrada, realizando o monitoramento do estado nutricional das plantas e a disponibilidade no solo, para garantir a quantidade de nutrientes suficientes às necessidades de desenvolvimento vegetativo e produtivo da videira, uma vez que existe carência de informações sobre a resposta da videira de vinho a adubação nitrogenada na região em estudo.

Diante da expansão da vitivinicultura nessa região, tem-se buscado aprimorar a aplicação de práticas agronômicas como a fertirrigação, que se encontra em franca expansão com o crescimento da fruticultura irrigada no Brasil e, especialmente, no Nordeste com o crescimento da área sob irrigação localizada, visando melhorar a qualidade da produção vinícola e o uso racional da água e dos fertilizantes.

Partindo da hipótese de que a elevação do teor de nitrogênio no solo aumenta a área foliar das plantas e altera a produtividade e a composição química das uvas, o objetivo geral deste estudo foi avaliar o efeito da adubação orgânica e nitrogenada

na produção e no comportamento ecofisiológico da videira de vinho cv. Syrah no Vale do Submédio São Francisco.

Para atingir estes objetivos esta pesquisa está dividida em 2 capítulos, sendo intitulados “PRODUÇÃO DA VIDEIRA CV. SYRAH EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA”, e “CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E EXPRESSÃO VEGETATIVA DA VIDEIRA CV. SYRAH EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA”.

## **CAPITULO 1 - PRODUÇÃO DA VIDEIRA CV. SYRAH EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGÊNADA**

Marlon Gomes da Rocha<sup>1</sup>, Davi José Silva<sup>2</sup> & Luís Henrique Basso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Irrigação e Drenagem/FCA-UNESP. Fone (74) 9105 - 4385. Email: agrolon@gmail.com

<sup>2</sup>Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) 38663653. Email: davi.jose@embrapa.br, luis.basso@embrapa.br

### **1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1 Fertilidade do solo**

No Brasil, a videira é cultivada desde solos altamente intemperizados até solos jovens com alta capacidade de suprimento de nutrientes. No entanto, a grande maioria dos cultivos encontra-se em solos que apresentam alguma limitação à nutrição das plantas, sendo então necessárias correções para que as plantas tenham condições de expressarem seu potencial produtivo. De um modo geral, nitrogênio (N), fósforo (P), Potássio (K) e boro (B) são os nutrientes mais limitantes dos solos brasileiros cultivados com videira (EMBRAPA, 2008).



Nos polos vitícolas do Brasil e de outros países, embora a prática da adubação seja realizada pela maioria dos viticultores, é comum adubar sem o conhecimento das reais condições do solo e das necessidades das plantas, utilizando inadequadamente os fertilizantes, ocasionando dessa maneira, desequilíbrios nutricionais, o que acarreta queda da produção e na qualidade dos frutos (TECCHIO et al., 2007).

Em condições tropicais, a deficiência de N no solo constitui uma séria limitação para o desenvolvimento de diversas culturas de interesse econômico, em razão da baixa fertilidade natural de alguns solos, da maior remoção pelas colheitas e também por sofrer perdas por percolação, volatilização e desnitrificação. Em função dessas inúmeras transformações de origem química e bioquímica, é que determina o movimento de N no solo e as suas transferências do solo para a atmosfera, afetando a sua disponibilidade às plantas.

Os solos do vale do Submédio São Francisco, de uma maneira geral, são de baixa fertilidade natural caracterizada por baixo teor de matéria orgânica (MO), que está em torno de  $10 \text{ g kg}^{-1}$  (FARIA et al., 2007), resultando em baixos teores de N e de P. A MO contém em sua estrutura todos os nutrientes essenciais que, após sua decomposição, são liberados na forma mineral para as plantas. Merece destaque o N, o enxofre (S) e o B cuja principal fonte no solo é a MO (SANTOS; CAVALCANTE, 2008).

Os solos mais cultivados no Vale do Submédio São Francisco, em regime de irrigação, são os Latossolos e os Argissolos. Com o avanço das tecnologias, principalmente sobre o manejo da água e da aplicação de nutrientes, os Neossolos Quartzarênicos, que também ocupam uma área expressiva na região passaram a ser cultivados com fruteiras. Os trabalhos realizados para avaliar as alterações nas características químicas do solo nos cultivos irrigados nessa região, demonstraram que houve aumento significativo nos teores de P, N-nitrato, N-total, K e na condutividade elétrica, em relação ao solo das áreas virgens, sendo este aumento atribuído às adubações, químicas e orgânicas, e irrigações realizadas (FARIA et al., 1982).

A MO proporciona muitos benefícios para o solo, melhorando suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Nos Latossolos e Argissolos tropicais, muito intemperizados, os atributos físico-químicos da MO são essenciais para a manutenção da saúde dos ecossistemas dos quais fazem parte (HUANG et al., 1998). As substâncias húmicas, embora na grande maioria dos solos ocorra em pequenas proporções, assumem importante papel nas propriedades do solo, influenciando positivamente a sua porosidade,

a retenção de água que exerce importante papel regulador para evitar processos erosivos bem como para armazenamento dessa vital substância para os seres vivos, o fornecimento de nutrientes a partir de sua mineralização e a alta capacidade de troca catiônica (CTC), sendo na maioria das situações, a principal reguladora da CTC do solo.

Porém, deve-se ter cautela na aplicação da adubação orgânica e nitrogenada na videira de vinho, pois causa grande impacto no crescimento vegetativo das plantas, na sua produtividade e nas características químicas da uva e do seu mosto e, conseqüentemente, na qualidade do vinho (BRUNETTO et al., 2007).

Para o fornecimento de fertilizantes nitrogenados por meio do solo às videiras, devem ser considerados períodos de maior necessidade. A videira possui alta demanda por N durante as fases de brotação, crescimento dos ramos, enchimento das bagas, início da maturação, e após a colheita da uva, quando armazena N nos órgãos perenes (LINSENMEIER et al., 2008).

Assim, a quantidade de N absorvido deve suprir a necessidade fisiológica e a formação de reservas nitrogenadas remobilizáveis. A videira absorve o N aplicado da solução do solo na forma mineral, como o nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) e o amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e, em extrema carência, é possível que ocorra a absorção de compostos nitrogenados orgânicos, porém sem suprir a demanda da planta (BRUNETTO, 2008). A absorção de N é influenciada pelo fluxo de massa, onde os íons se deslocam no solo carregados pelo movimento da água (SANTOS; CAVALCANTE, 2008).

## **1.2 Concentração de N nas folhas**

A folha é o órgão da planta na qual as alterações fisiológicas, em razão de distúrbios nutricionais, tornam-se mais evidentes. Por essa razão, normalmente os diagnósticos nutricionais das plantas são feitos por meio das folhas, pela técnica que se denomina diagnose foliar (BATAGLIA, 1997).

A análise do tecido vegetal reflete, de certo modo, a fertilidade do solo, mas não permite avaliá-la. O teor de nutrientes na planta é consequência de um conjunto de fatores que condicionam a absorção de nutrientes. Constitui, portanto, uma forma indireta de avaliar a fertilidade do solo usando a planta como elemento extrator (SILVA et al., 2008). No entanto, quando utilizada em complemento à análise de solo, constitui-se um importante instrumento de controle da nutrição mineral das plantas.

A diagnose foliar via análise química permite a avaliação do estado nutricional, isto é, permite identificar o nível de comprometimento da produtividade, em função da situação nutricional, principalmente em casos extremos (BATAGLIA, 1997).

A análise química de tecido foliar tem sido usado com sucesso como método para diagnose do estado nutricional e para a formulação de recomendações de adubação dos vinhedos. No Brasil, a utilização desse método, somada à de análise de solo, possibilita adubação mineral ou orgânica, mais racional para os vinhedos (TERRA, 2003).

O total de nutrientes extraídos do solo pela videira pode ser avaliado pela sua concentração nos tecidos e pela produção de matéria seca em um ciclo vegetativo, no entanto, a técnica do diagnóstico nutricional, especialmente em viticultura, ainda não está totalmente difundida entre os técnicos da área e os viticultores. Isto se deve à falta de definição sobre as metodologias de aceitação e, principalmente, de adaptação ou ajustes dos padrões dos nutrientes (TONIN et al., 2009).

Para a interpretação dos resultados de análise foliar, encontram-se hoje na literatura basicamente as faixas de concentração propostas por Kenworthy (1967), Conradie e Terblanche (1980) e Terra (2003), os quais estabeleceram, para cada época e órgão da folha amostrado, os teores considerados ótimos ou normais. Os teores adequados de nutrientes nas folhas para diversas culturas também são apresentados em Silva et al., (2008).

Associado a análise de solo, Malavolta et al. (1997) consideraram que o levantamento do estado nutricional das lavouras por meio de diagnose foliar traz relevante contribuição quando os resultados da análise foliar são acompanhados dos dados de produção.

### **1.3 Nitrato no solo**

A grande maioria dos solos brasileiros apresenta baixo ou médio teor de matéria orgânica, o que confere baixa capacidade de fornecimento de nitrogênio, e normalmente são submetidos à adubação nitrogenada. Essa condição, e a evolução da agricultura brasileira, têm exigido cada vez mais o uso dos fertilizantes minerais visando acréscimos na produtividade. Esses insumos, quando aplicados acima da capacidade-suporte do solo, podem liberar íons e compostos tóxicos ou não, que poderão poluir o solo e as águas subterrâneas, pois os íons disponibilizados na solução do solo podem ser

adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo (COSTA et al., 1999).

A movimentação do N no solo na forma de  $\text{NO}_3^-$  constitui um potencial de risco de contaminação de águas subterrâneas. As perdas de N por lixiviação estão diretamente relacionadas com a textura do solo, a taxa de aplicação deste nutriente, o volume de precipitação e o conteúdo de matéria orgânica. O fenômeno da adsorção do  $\text{NO}_3^-$  tem grande importância na dinâmica desse ânion e, portanto, na aplicação de resíduos orgânicos e adubos nitrogenados (ALCÂNTARA; CAMARGO, 2010). Essa adsorção depende da concentração de cargas elétricas positivas do solo para retenção do  $\text{NO}_3^-$ , que por ser um ânion, não é retido em solos com predominância de cargas negativas. A lixiviação do  $\text{NO}_3^-$  através do perfil do solo pode também causar perdas econômicas consideráveis devido ao movimento dos mesmos para camadas abaixo das zonas ativas do sistema radicular (MIRANDA, 2001).

#### **1.4 Condutividade elétrica aparente do solo**

Uma das dificuldades em investigar a variabilidade espacial de atributos do solo em uma área agrícola é a necessidade de grandes quantidades de amostras a serem coletadas.

O surgimento de ferramentas e metodologias capazes de auxiliar os usuários a realizarem a amostragem e definição de regiões de estudo de forma rápida, levando em consideração a variabilidade espacial, pode atender essa necessidade.

A visualização espacial de uma área é possível através do mapeamento de diferentes fatores. Nesse sentido as fotografias aéreas, as imagens de satélites, a videografia e a condutividade elétrica do solo tem sido testadas (MULLA; SCHEPERS, 1997).

A medida da condutividade elétrica (CE), tendo como meio condutor o próprio solo, pode ser medida com equipamentos relativamente simples e com grande eficiência operacional a um custo relativamente baixo comparado com outras técnicas (RABELLO et al., 2008). O solo é capaz de conduzir corrente elétrica, e esta é uma variável que se correlaciona com vários atributos; assim, essa é uma informação que tem sido testada para visualizar a variabilidade existente em algumas áreas referente à composição química, textura, matéria orgânica, teor de água, entre outros.

O conhecimento do teor de água no solo é importante, pois a eletricidade é conduzida tanto pelos colóides, quanto através dos poros retentores de água, os quais dependem da composição granulométrica do solo.

A CE do solo tem chamado a atenção, principalmente, por ser obtida através de métodos eficientes e rápidos como é o caso dos sensores de contato direto com o solo (CELINSKI et al., 2009).

Existem vários equipamentos para medição da CE do solo, dentre eles os dois principais são os que utilizam o princípio da indução eletromagnética e aqueles que usam o contato direto (RHOADES; CORWIN, 1984). Os instrumentos de medidas são sensores que fornecem um sinal de saída, baseados em circuitos elétricos e usados para determinar a habilidade de determinados meios em conduzir ou acumular a carga elétrica (CELINSKI et al., 2009).

Os sensores que penetram no solo medem a condutividade a uma profundidade que são função do espaçamento entre os sensores em contato com o solo (FRITZ et al., 1998) e suas características físicas e químicas do solo podem afetar o comportamento do circuito, e assim, os parâmetros elétricos medidos. Jabro et al. (2006) investigaram a variabilidade espacial da CE do solo por contato e verificaram que a CE tem potencial para ajudar os agricultores a definirem áreas de manejo.

Os mapas de condutividade do solo não excluem a análise de amostras em laboratório, porém fornecem uma orientação na execução de amostragens estratégicas através da identificação de zonas homogêneas (FAULIN, 2005). Dessa forma, o manejo agrícola baseado nas zonas com características similares é uma técnica que vem ganhando adeptos dentro do setor agrícola por ser uma alternativa razoável para a otimização na utilização de insumos, bem como da produtividade agrícola. A avaliação do desempenho em campo de alguns equipamentos tem verificado a correlação entre as leituras de CE com parâmetros do solo, mostrando a sensibilidade das medidas com a repetibilidade.

### **1.5 Relação entre clorofila e concentração de N na folha**

A avaliação do estado nutricional das plantas pode ser realizada por diversos métodos, devendo-se, no entanto, considerar a rapidez e a segurança dos resultados obtidos. O teor de N foliar pode ser utilizado para recomendação de adubação nitrogenada de algumas frutíferas, todavia, demanda tempo entre a coleta da amostra a

interpretação dos resultados, atrasando a tomada de decisão. Neste contexto, o método alternativo, ultimamente muito estudado para a avaliação da nutrição nitrogenada em plantas, é a medida indireta da clorofila, que avalia a intensidade da cor verde na folha (ARGENTA et al., 2002). No uso desse recurso, tem se destacado o clorofilômetro SPAD (Soil Plant Analysis Development) para determinação do índice relativo de clorofila (IRC).

O clorofilômetro SPAD (Minolta, 502) é um aparelho portátil que possibilita a obtenção do IRC na folha, baseando-se na intensidade da coloração verde das folhas, o qual se correlaciona ao teor de clorofila e ao de N na folha, destacando-se pela facilidade, rapidez e, principalmente, por ser um método não destrutivo (GODOY et al., 2008). Dessa forma, o clorofilômetro paralelamente à análise química do tecido foliar, pode ser utilizado para auxiliar na avaliação do estado nutricional das plantas.

As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na intensidade de cor verde e na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas (MINOLTA, 1989).

O teor de clorofila nas folhas é influenciado por diversos fatores, estando diretamente relacionado com o potencial de atividade fotossintética das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2002).

A determinação do IRC por meio do clorofilômetro é uma alternativa que vem sendo utilizada para avaliar o estado nutricional das plantas, sendo a medida altamente sensível às flutuações de nitrogênio, como evidenciado em estudos por Lima Filho et al. (1997); Reis et al., (2006); Godoy et al., (2008) em cafeeiro; Guimarães et al., (1999) com tomate; Godoy et al., (2007); Argenta et al., (2001; 2002) em milho; Gil et al., (2002) com batata; Silveira et al., (2003); Didonet et al., (2005) em feijoeiro; Godoy et al., (2003) em plantas de pimentão e Santos et al., (2007) em braquiária, entre outros.

Lima Filho et al. (1997) obtiveram correlações significativas entre as leituras do clorofilômetro e os teores de clorofila e com a concentração de N em folhas de cafeeiro cv. Catuaí Amarelo. E segundo Godoy et al. (2008), o índice relativo de clorofila aumentou de forma linear com as doses de N, no período entre o florescimento e a colheita de um cafeeiro fertirrigado.

Argenta et al., (2001) avaliou a relação entre a leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha do milho e

concluiu que a leitura realizada estima com boa precisão o teor de clorofila na folha de milho.

Em culturas perenes como fruteiras, Shaahan et al. (1999) inferiu que para mangueiras, goiabeiras, tangerineiras e videiras o clorofilômetro mostrou-se uma ferramenta simples e rápida para prever o estado nutricional de nitrogênio em condições de campo. Da mesma forma, Tecchio (2011) comparou os teores de nutrientes das amostras de folhas ao IRC e concluiu que, se bem calibrado, é possível utilizar clorofilômetro como método auxiliar na avaliação do estado nutricional dos vinhedos.

Nascimento (2012) com o objetivo de identificar zonas homogêneas quanto ao teor relativo de clorofila em diferentes intensidades amostrais e suas relações com características qualitativas da baga de videira cv. Thompson Seedless em Petrolina-PE, concluiu que o índice SPAD possibilitou a amostragem localizada de bagas para análise qualitativa antes da colheita dos frutos.

### **1.6 Adubação como fator produção**

O Vale do Submédio São Francisco tem apresentado um aumento da área de produção de uva para vinificação desde a década de 2000, e nessa região os solos caracterizam-se pelo baixo teor de MO. Ao mesmo tempo, a recomendação da adubação nitrogenada para a videira de vinho para os solos dessa região, com base em experimentação, ainda não é conhecida.

Os solos são submetidos à aplicação de N por causa da suposta baixa capacidade de fornecimento que não suprem a demanda da videira. No entanto, a adubação da videira exerce marcante influência na produtividade, sanidade e qualidade da uva, especialmente à que se destina à produção de vinho (PAGANI, 2008).

A adubação nitrogenada em videira de vinho deve ser realizada com prudência, pois o N afeta o seu crescimento vegetativo, a produção, a qualidade da uva e, conseqüentemente do vinho, quer por falta ou por excesso (BRUNETTO et al., 2006 a). Por isso, o conhecimento da marcha de absorção e reservas de nutrientes, especialmente o N, pela videira permite estabelecer a época, a quantidade e o parcelamento na aplicação desse nutriente na escala de tempo necessária durante o ciclo produtivo da cultura, sendo importante para o total desenvolvimento das plantas.

No entanto, alguns trabalhos têm mostrado que as maiores quantidades de N proveniente do fertilizante são encontradas nas partes anuais da planta,

folhas e cachos, sendo pequenas as quantidades de N aplicado acumuladas nas partes perenes. Brunetto et al. (2006 b), aplicando N no inchamento das gemas de viníferas Chardonnay e Riesling Renano, relataram que as partes anuais como as folhas e os ramos do ano são importantes drenos do N aplicado.

Na época de brotação da videira, a maior parte do N necessário ao crescimento provém das raízes (BRUNETTO et al., 2005), realçando a importância da adubação nitrogenada nesta fase. A videira apresenta características particulares de absorção, acumulação e utilização de nutrientes. Normalmente, absorvem e acumulam nutrientes para utilizá-los no ciclo seguinte, o que lhe confere um caráter bienal de produção (BRUNETTO et al., 2006 b). A deficiência nesses períodos reduz a produtividade, entretanto, o suprimento excessivo do nutriente provoca diminuição da qualidade dos frutos.

O suprimento excessivo da adubação nitrogenada é um dos principais problemas nos vinhedos irrigados para produção de vinhos de qualidade, pois pode causar aumento do vigor vegetativo, causando desequilíbrio entre área foliar e produção de frutos. E quando a irrigação é excessiva resulta em elevado vigor dos ramos, aumentando a competição por fotoassimilados entre frutos e ramos; alterando o microclima na região dos cachos, comprometendo a síntese de compostos fenólicos; reduzindo a fertilidade das gemas e dificultando os tratamentos fitossanitários (JACKSON; LOMBARD, 1993).

### **1.7 Objetivo específico**

Determinar os efeitos de doses de adubo orgânico e de adubo nitrogenado na produtividade e na qualidade de uvas da videira cv. Syrah.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local e condução do experimento

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro (latitude, 9° 8' 8,9" S e Longitude 40° 18' 33,6" W, altitude 373 m), pertencente a Embrapa Semiárido, no município de Petrolina – PE, região do Vale do Submédio São Francisco, cujo clima segundo Köppen pode ser classificado como tipo BSw<sub>h</sub>, que corresponde a uma região semiárida muito quente. A área foi cultivada com videiras cv. Syrah enxertadas sobre Paulsen 1103, plantadas em 30 de abril de 2009 no espaçamento de 1 x 3 m (densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup>), conduzidas no sistema de espaldeira, com 3 fios de arame e orientação Norte-Sul. O sistema de irrigação foi o de gotejamento, com emissores espaçados em 0,5 m e vazão de 2,5 L h<sup>-1</sup>, a 100 KPa. O cálculo da lâmina de irrigação foi com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), estimada pelo método de Penman - Monteith FAO, por meio de parâmetros medidos pela estação agrometeorológica automática instalada a 60 m da área do experimento e o coeficiente de cultura para cada fase fenológica da videira (BASSOI et al., 2007). Segundo Silva (2005), o solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico, textura média. Os conteúdos de areia, silte, argila, argila dispersa em água e densidade foram determinados de acordo com os métodos descritos em EMBRAPA (1997).

**Tabela 1.** Características físicas do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico textura média do Campo Experimental de Bebedouro, em Petrolina-PE.

Profundidade (m)	Granulometria (%)			Argila Dispersa em H <sub>2</sub> O (%)	Profundidade (m)	Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )	
	Areia	Silte	Argila			Solo	Partículas
0 – 0,20	81	13	6	3	0,20	1,62	2,61
0,20 – 0,40	74	12	14	7	0,40	1,69	2,59
0,40 – 0,60	75	9	16	8	0,60	1,52	2,65
0,60 – 0,80	67	15	18	9	0,80	1,54	2,71
0,80 – 1,00	72	2	19	9	1,00	1,53	2,61

Fonte: Silva, 2005.

O solo foi preparado para o plantio das mudas com a aplicação de calcário e adubação com o superfosfato simples na cova segundo interpretação da análise de solo. Durante a fase de formação das plantas (de 30 de abril de 2009 a 13 de abril de 2010), todas as unidades experimentais receberam a mesma adubação orgânica e mineral. Já na fase de produção, período correspondente aos ciclos avaliados, foram aplicados os tratamentos constituídos de 2 doses de adubo orgânico - AO (0 e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), e 5 doses de N (0, 10, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) com delineamento estatístico disposto em blocos casualizados com 5 repetições, sendo utilizados como fonte de N a uréia e como fonte de matéria orgânica o esterco de caprino (Figura 1). O esterco foi aplicado em dose única, previamente à poda de produção de cada ciclo, e a uréia foi aplicada via fertirrigações semanais, iniciadas uma semana antes da poda e com duração total de 6 semanas. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, onde o adubo orgânico constituiu as parcelas e as doses de N as subparcelas. A unidade experimental foi composta por 16 plantas, mas somente 8 plantas com número igual de ramos produtivos foram usadas para avaliação. A poda de produção adotada foi em esporão, deixando-se três gemas por esporão e seis esporões por planta.



Faixa amarela: sem adubação orgânica; faixa azul: com adubação orgânica – 30 m<sup>3</sup> esterco ha<sup>-1</sup>  
 Os 5 tratamentos são representados por cores diferentes (preto: 0, vermelho: 10, amarelo: 20, lilás: 40, verde: 80 kg ha<sup>-1</sup> de N.)

**Figura 1.** Croqui da área experimental

O primeiro ciclo de produção avaliado iniciou com a primeira poda de produção em 13 de abril de 2010. Os tratamentos consistiram em aplicação da uréia, via fertirrigação, para compor as diferentes doses de N em cada tratamento. A fertirrigação foi dividida em duas etapas, iniciando 15 dias antes da poda de produção até a fase fenológica de início da floração aos 24 dias após a poda de produção (dapp) com aplicação de 50% da dose recomendada. A segunda etapa teve início (62 dapp), correspondendo às fases fenológicas de cacho fechado e início da maturação, com aplicações semanais.

A colheita foi realizada em 9 de agosto de 2010, completando assim 118 dias de duração do ciclo. Após a colheita foram coletadas amostras de solo para análise química a 0,20 e 0,40 m de profundidades para avaliação do pH, C.E., carbono orgânico, cátions trocáveis, acidez potencial e P disponível. A metodologia empregada para análise de elementos em amostras de solo foi a descrita em Embrapa (1999).

Durante o segundo ciclo, com a poda de produção em 10 de novembro de 2010, determinou-se a data de ocorrência das fases fenológicas de acordo com a escala de Baillod e Baggioini (1993).

A fertirrigação foi iniciada em 25 de outubro de 2010, 15 dias antes da poda, quando a videira ainda estava em repouso por ser uma fase que pode haver absorção e acúmulo de reservas, e se estendeu até 26 de novembro (16 dapp) quando a videira estava nas fases fenológicas entre cachos separados e início da floração, com aplicação de 50% da dose. Os outros 50% da dose foram aplicados entre os dias 6 e 31 de dezembro de 2010 (26 e 51 dapp, respectivamente) correspondendo às fases fenológicas de floração até cacho fechado.

A colheita foi realizada em 28 de fevereiro de 2011 com duração total de 110 dias. Novamente foi feita uma amostragem do solo na linha entre as plantas para análise química em todos os tratamentos que receberam diferentes doses de N.

No terceiro ciclo de produção, que ocorreu entre 10 de maio a 9 de setembro de 2011, a primeira etapa da fertirrigação nitrogenada (50%) foi aplicada entre os dias 25 de abril e 17 de julho, que corresponde à fase fenológica entre queda de flores e bago de chumbo (38 dapp). A segunda etapa de aplicação, correspondendo a 50% da recomendação, ocorreu entre os dias 27 de junho e 5 de agosto (48 a 87 dapp) quando a planta se encontrava nas fases fenológicas de cacho fechado até a maturação. No final do ciclo que teve duração de 122 dias, foram coletadas amostras de solo para análise química e do nitrato.

## **2.2 Concentração de N nas folhas**

A concentração de N total nas folhas foi avaliada a partir do segundo ciclo de produção em amostras de folhas completas coletadas em dois períodos diferentes. Durante a fase de florescimento e amolecimento das bagas do segundo ciclo de produção, foram coletadas em cada tratamento 16 folhas inteiras e saudáveis, juntamente com o pecíolo, na posição oposta ao primeiro cacho a partir da base do ramo. Essas amostras foram condicionadas em sacos de papel e enviadas ao Laboratório de Solos, Água e Planta da Embrapa Semiárido para análise. Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, S e Na, 0.5 g de do material seco e triturado foi submetido à digestão nítrico-perclórica, sendo K e Na determinados posteriormente por fotometria de chama. O Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o S por turbidimetria do sulfato e P por espectrofotometria UV-VIS (EMBRAPA, 1997). Para determinação de N, amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e posterior quantificação pelo método de Kjeldahl (MIAZAWA et al., 2009).

No terceiro ciclo de produção as amostras de folhas completas foram coletadas em duas épocas diferentes: em pleno florescimento e na fase de mudança de cor das bagas (pintor ou veraison), seguindo o mesmo procedimento do ciclo anterior. A segunda época foi adotada por ser utilizada mundialmente para a videira de vinho.

### **2.3 Nitrato na solução do solo**

Durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), foram instalados extratores de cápsula porosa para extração da solução do solo a 0,40 m e a 0,80 m para determinação da concentração de  $\text{NO}_3^-$  e monitoramento da dinâmica de  $\text{NO}_3^-$  no perfil do solo.

Os extratores foram instalados em apenas um bloco, nos tratamentos da parcela que não recebeu adubo orgânico ( $\text{AO} = 0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), para isolar o efeito da adubação nitrogenada da adubação orgânica. A coleta foi realizada semanalmente após cada fertirrigação, nas profundidades de 0,40 m e 0,80 m em 5 tratamentos com 3 repetições e enviada ao laboratório para serem armazenadas sob refrigeração. Posteriormente, os teores de  $\text{NO}_3^-$  presentes na solução do solo foram determinados por meio de um espectrofotômetro ultravioleta, adotando-se a técnica descrita por Yang et al. (1998).

No momento em que coletava a solução do solo, era realizada a leitura nos tensiômetros instalados ao lado dos extratores nas profundidades de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m.

### **2.4 Nitrato em amostras de solo**

Ao final do terceiro ciclo de produção, foi determinada também a concentração de  $\text{NO}_3^-$  em amostras de solo coletadas nas profundidades de 0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m. A metodologia empregada foi com extração por solução de KCl pelo método de Kjeldahl descrito em Mendonça, (2005).

### **2.5 Condutividade elétrica aparente do solo**

De acordo com Rabello et al., (2008), o sistema de medida de CE do solo é baseado no sistema de medida de resistividade elétrica conhecido como o método de quatro pontos. Este método consiste de quatro hastes de material condutor de corrente

elétrica, denominados de eletrodos, dispostos em linha reta um em relação ao outro. Os dois eletrodos externos são usados para a injeção de corrente elétrica (I), medida em Ampères, e os dois internos para a medida da diferença de potencial, medida em volt (V). A resistividade é calculada em função do valor de corrente injetada, do valor medido de tensão e das distâncias entre os eletrodos, conforme a equação 1.

$$\rho = \frac{2\pi \frac{V}{I}}{\left[ \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} - \frac{1}{(s_1+s_2)} - \frac{1}{(s_2+s_3)} \right]} \quad (01)$$

A condutividade elétrica é definida como o inverso da resistividade, conforme equação 2.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (02)$$

O sistema utilizado consistiu de seis eletrodos, sendo os dois externos para a injeção de corrente, os dois centrais internos para medir a diferença de potencial, para o cálculo da CE na profundidade de 0,40 m, e os dois centrais externos para a medida da diferença de potencial para o cálculo da CE na profundidade de 0,80 m da superfície do solo (Figura 2). Como não foram feitas correlações entre a CE medida pelo sensor e a CE do solo, denominamos a CE obtida pelo sensor como condutividade elétrica aparente do solo (CEa, dS m<sup>-1</sup>).



**Figura 2.** Detalhes do sensor portátil e de sua utilização no campo.

As leituras foram feitas no sentido das linhas de plantas, espaçadas em 1 m. Como o comprimento do sensor é de cerca de 1 m, cada medida foi realizada a cada 2 m, nas profundidades de 0 a 0,40 m e 0 a 0,80 m, obtendo-se distâncias iguais entre os pontos amostrados.

O monitoramento da umidade em 11 pontos distribuídos na área experimental foi realizado por meio da técnica de reflectometria no domínio do tempo (TDR), nas profundidades 0 - 0,15, 0,15 - 0,30, 0,30 - 0,60, 0,60 - 0,90 e 0,90 - 1,20 m, com um equipamento “Moisture Point” modelo MP – 917, previamente calibrado (SILVA, 2005). A correlação das leituras de CEa em relação à  $\theta$  pôde ser analisada com a repetição de ambas as medidas em três datas diferentes (22 e 31 de março e 13 de abril de 2011), quando as plantas estavam em repouso vegetativo e sem receber irrigação.

Os dados de CEa foram submetidos à análise por meio da geoestatística com objetivo de quantificar o grau de dependência espacial, utilizando-se o software GS+ 7,0. O índice de dependência espacial dos atributos (IDE), que é dado por  $[C/(C_0 + C)] * 100$ , foi determinado e classificado, segundo Zimback, (2001), assumindo, assim, os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para  $IDE < 25\%$ , moderada para  $25\% < IDE < 75\%$  e forte para  $IDE > 75\%$ .

## **2.6 Relação entre clorofila e concentração de N na folha**

O estado nutricional das plantas geralmente está diretamente associado com a qualidade e quantidade de clorofila presente nas folhas. Sendo assim, foi utilizado um medidor portátil de clorofila denominado clorofilômetro, modelo SPAD - 502 (Soil and Plant Analysis Development) que realiza medida instantânea e não destrutiva da folha.

O aparelho possui dois LEDs (díodo emissor de luz) posicionados na ponta do medidor, que emitem luz na faixa de 600 a 700 nm (pico em 650 nm) e na faixa de 860 a 1060 nm (pico em 940 nm) em sequência quando os LEDs estão fechados prendendo a folha. A luz que passa pela janela de emissão e não é perdida nem absorvida, atravessa a folha e entra na janela de recepção (fotodiodo de silicone) sendo convertida em sinais elétricos, amplificados e transformados em sinais digitais, usados por um microprocessador para calcular os valores SPAD (GODOY, 2003). Essas leituras são correlacionadas com os teores de clorofila, que são imediatamente refletidos pelas concentrações de nitrogênio nas folhas.

As leituras foram feitas semanalmente em oito plantas por tratamento, em todos os blocos, escolhendo as folhas sadias e opostas ao cacho, realizando-se três leituras em cada folha e registrando a média obtida pelo aparelho, com os resultados expressos em unidade SPAD denominada pelo fabricante.

O período de avaliação foi de 15 de junho a 1 de agosto de 2011, correspondendo às fases fenológicas do florescimento a maturação.

## **2.7 Adubação como fator de produção**

Ao final de cada um dos três ciclos de produção, na maturação completa da uva, foi feita a colheita separando os frutos por tratamento, determinando o número e a massa total dos cachos das plantas úteis. A partir desses dados foi estimado o rendimento médio total da produção ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Esse material foi levado para o Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido onde foi determinada a massa de 100 bagas em balança analítica digital.

A produtividade, o número de cachos e a massa de 100 bagas de 3 ciclos consecutivos de produção (13 de abril a 9 de agosto de 2010; 10 de novembro de



2010 a 28 de fevereiro de 2011 e 10 de maio a 09 de setembro de 2011), foram avaliados conjuntamente.

## **2.8 Aspectos qualitativos das uvas**

No Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido, foi realizada a determinação da massa das bagas por meio de balança analítica. Em seguida, as bagas foram manualmente maceradas e peneiradas, para extração do mosto, cujo volume foi verificado em uma proveta, e posteriormente utilizado para realização das análises químicas, como teor de sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez total titulável (ATT). Para verificação dos SST foi usado um refratômetro manual digital, sendo a leitura expressa em °Brix. Uma alíquota de 5 mL do mosto foi diluído em 50 mL de água para a medição do pH com a imersão do eletrodo e medição realizada por meio de um peagâmetro previamente calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 a temperatura de 20 °C. A acidez total titulável expressa em g L<sup>-1</sup> e ácido tartárico, foi determinada conforme metodologia descrita por Pregnoatto e Pregnoatto (1985).

## **2.9 Análises Estatísticas**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas equações de regressão, testando se os modelos linear e quadrático pelo teste F, escolhendo-se aquele com significância menor que 5% ( $p < 0,05$ ). Na avaliação da produção e composição química das uvas, foi feita uma análise conjunta da adubação orgânica e das cinco doses de N nas três safras, em função da pouca duração dos ciclos, podendo o efeito dos tratamentos surtir o efeito no ciclo seguinte, pois a videira armazena reservas no período de repouso e na lenha de poda para o próximo ciclo.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Características químicas do solo**

Após três ciclos de produção, puderam-se avaliar as alterações nas características químicas do solo cultivado com videira de vinho irrigada no Campo Experimental de Bebedouro.

O solo da área experimental classificado como Argissolo, caracteriza-se por apresentar textura arenosa no horizonte superficial, baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e baixo teor de matéria orgânica. Na avaliação realizada antes do plantio (Tabela 2), apresentava em média  $10 \text{ g kg}^{-1}$  e  $5 \text{ cmolc dm}^{-3}$  de MO e CTC, respectivamente, na camada de 0,0 a 0,2 m, diminuindo com a profundidade. Estes teores são similares aos encontrados em áreas sem cultivos na mesma região por Faria (2007), considerados como sendo de médio a baixo. No estado de Pernambuco, estes teores situam-se, geralmente entre  $8$  e  $30 \text{ g kg}^{-1}$  de MO no solo no horizonte A, que é a camada mais superficial (SANTOS et al., 2008).

A soma de bases (SB) desse solo que corresponde à soma dos teores dos cátions (Ca, Mg, K e Na) apresentava valores considerados médios, o qual lhe confere valores altos de saturação por base (V%) caracterizando um solo de boa fertilidade. O pH estava próximo da neutralidade, não havendo problemas com acidez, e os valores da condutividade elétrica (CE, em  $\text{dS m}^{-1}$ ) também estavam em níveis considerados baixo. Dessa forma, não houve riscos de salinidade e sodicidade que pudessem afetar a cultura da videira por meio de redução da produtividade. No entanto, o resultado da análise de solo demonstra um alto teor de P, devido às adubações realizadas anteriormente na área experimental (Tabela 2).

**Tabela 2.** Atributos químicos de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m, antes do plantio das mudas de videira cv. Syrah enxertados sobre Paulsen 1103 P em 30 de abril de 2009, Petrolina-PE.

Prof.	M.O.	pH	C.E.	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	Sb	CTC	V
m	$\text{g kg}^{-1}$	-	$\text{dS m}^{-1}$	$\text{mg dm}^{-3}$	-----			$\text{cmolc dm}^{-3}$	-----			%	
0,0 - 0,2	10,45	6,74	0,45	88,80	0,37	2,54	0,98	0,03	0	0,98	3,93	4,91	80
0,2 - 0,4	4,88	6,22	0,27	74,40	0,32	1,98	0,78	0,03	0	1,08	3,11	4,19	74

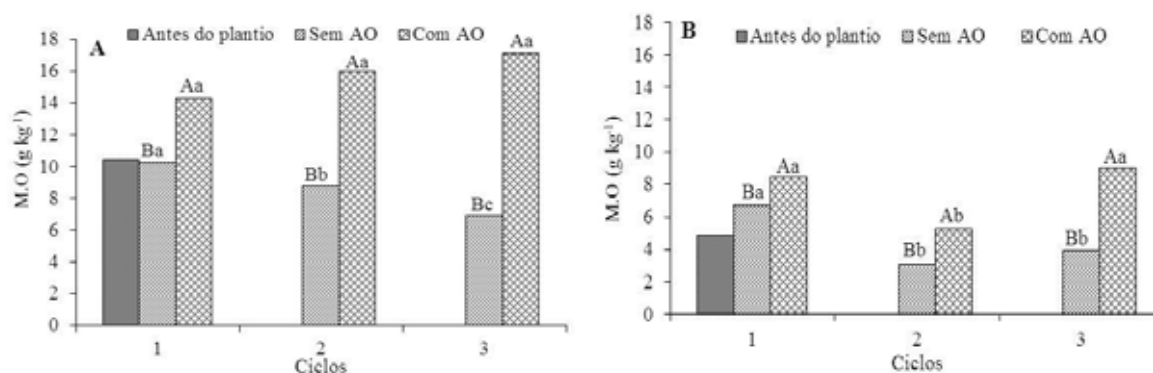
M. O.: matéria orgânica; C. E.: condutividade elétrica do extrato de saturação; P, K e Na extraível por Mehlich; Ca, Mg e Al extraível com KCl; H+Al extraível com acetato de cálcio; os valores de Ca e Mg referem-se às quantidades extraíveis e trocáveis no solo; Sb: soma de bases; V: saturação por bases; CTC: capacidade de troca de cátions.

Dependendo dos cultivos e seu manejo, estes podem manter, melhorar ou piorar as características do solo que refletem sua capacidade produtiva.

Praticamente todas as características do solo foram alteradas pela AO, inclusive o pH. A adição do esterco geralmente não modifica o pH do solo, mas quando há uma aplicação contínua do adubo orgânico poderá ocorrer aumento significativo do pH (MITCHELL; TU, 2006).

Quando se compara o solo antes do plantio com o solo após três ciclos cultivado com videira, observa-se que na camada de 0,0 – 0,2 m houve aumento nos teores de MO, porém não havendo diferença entre se, alcançando valores considerados médios a partir do segundo ciclo, resultado da aplicação do AO. Isso contribuiu para um aumento nos teores de nutricionais por meio da ciclagem de nutrientes no processo de mineralização desse material. Em contra partida, nas parcelas que não receberam AO, o teor de MO diminuiu significativamente (Figura 3A). Na profundidade de 0,2 - 0,4 m

(Figura 3B) os teores de MO são mais baixos, havendo uma redução maior ainda durante o segundo ciclo. Os valores são sempre superiores significativamente nas parcelas que receberam AO.

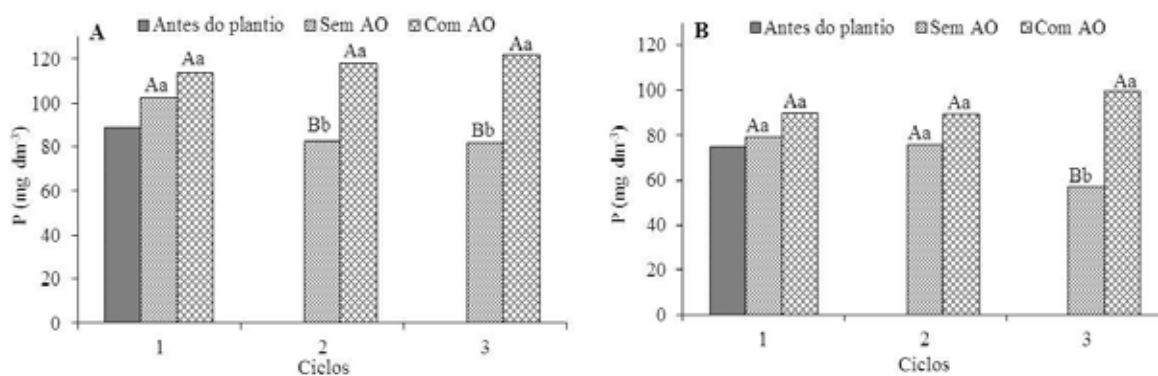


**Figura 3.** Teor de M.O. em um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da AO realizada em três ciclos de produção, em Petrolina - PE. Letras minúsculas comparam os ciclos e maiúsculas os tratamentos.

Quando se compara os teores de P no solo antes do plantio com os teores no solo após três ciclos cultivado com videira, observa-se que na camada 0,0 – 0,2 m houve tendência de aumento ao longo do período cultivado nos tratamentos que receberam AO, sem apresentar diferença significativa. Nos tratamentos sem AO o teor de P diminuiu significativamente a partir do segundo ciclo de produção (Figura 4 A). Da mesma forma, Galvão et al. (2008) constatou que o P disponível nas áreas adubadas com esterco no agreste da Paraíba aumentou 20 (0,0 – 0,2 m), 22 (0,2 – 0,4 m) e 25 vezes (0,4 – 0,6 m) em relação às não adubadas, devido ao teor médio a elevado de P no esterco utilizado na região.

Mesmo sendo considerado um nutriente pouco móvel no solo, o P ainda apresentou teores considerados muito altos na camada de 0,2 – 0,4 m de profundidade onde houve adição de AO sem apresentar diferença estatisticamente entre os ciclos, valores estes superiores aos das parcelas que não receberam AO que diminuiram a partir do segundo ciclo apresentando diferença significativa entre os tratamentos com e sem AO no terceiro ciclo (Figura 4 B). Mas como esses solos possuem textura arenosa nos horizontes superficiais, pode ter ocorrido transporte de nutrientes para a camada subsuperficial do solo, inclusive do P, comportamento este atribuído por Faria e Pereira (1993) como sendo o movimento descendente do P nos solos dessa região.

Galvão et al., (2008) também observaram aumentos significativos no teor de P total nas camadas de 0,2 – 0,4 e 0,4 – 0,6 m, em relação às áreas não adubadas, indicando deslocamento vertical de P, pois esse P solúvel em água fica susceptível à lixiviação em períodos de chuvas intensas. Na Figura 4 (B) pode-se observar que houve um acréscimo no teor de P na camada de 0,2 a 0,4 m durante o terceiro ciclo, sem apresentar diferença significativa, justamente por ter sido o período em que foi conduzido o segundo ciclo de produção o que mais choveu (276,4 mm) provocando essa lixiviação detectada no terceiro ciclo. A baixa capacidade de adsorção de P dos solos arenosos (RHEINHEIMER et al., 2003) pode contribuir para esse deslocamento vertical.

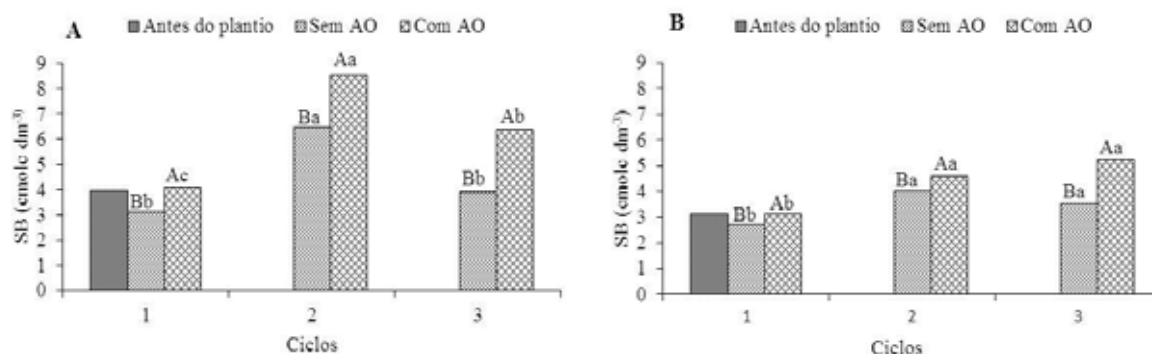


**Figura 4.** Teores de fósforo (P) em um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da AO realizada em três ciclos de produção, em Petrolina - PE. Letras minúsculas comparam os ciclos e maiúsculas os tratamentos.

Considerando que houve deslocamento vertical para um nutriente de baixa mobilidade como o P, pôde-se observar que quantidades significativas dos teores de Ca, Mg e K também aumentaram em profundidade, indicando transporte desses cátions por drenagem para a camada mais profunda bem maiores que as de P.

Observa-se que o valor da soma de bases na camada de 0,0 – 0,2 m (Figura 5 A) foi maior nas parcelas que receberam AO, em função do suprimento de Ca, Mg e K pelo esterco. Houve um aumento em relação aos teores encontrados antes do plantio atingindo um valor considerado alto durante o segundo ciclo em ambos os tratamentos, seguido por uma redução no terceiro ciclo. Essa redução no valor da SB na camada de 0,0 – 0,2 m pode estar relacionada a uma maior concentração de chuvas nesse período, final do segundo ciclo até o início do terceiro (276,4 e 72,2 mm respectivamente). Os valores de SB aumentaram na camada 0,2 – 0,4 m em função da lixiviação, reforçando

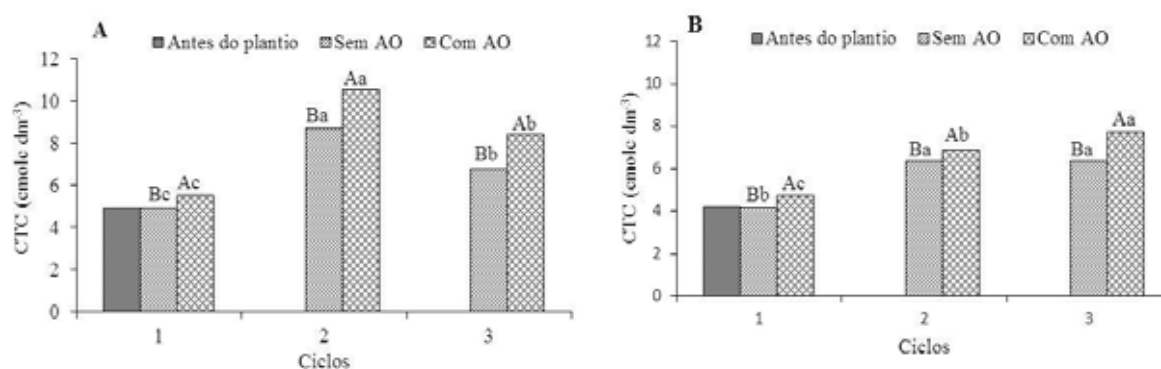
a hipótese anterior, de que houve deslocamento de nutrientes para a camada mais profunda, causando diferença significativa entre os ciclos e entre os tratamentos.



**Figura 5.** Soma de bases (SB) de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da AO realizada em três ciclos de produção, em Petrolina - PE. Letras minúsculas comparam os ciclos e maiúsculas os tratamentos.

Os valores da CTC mostraram o mesmo comportamento da SB, aumentando após o cultivo da videira e alcançando valores médios no segundo ciclo na camada de solo de 0,0 – 0,2 m, onde recebeu AO, e sempre superiores aos valores de referência observados antes do plantio (Figura 6 A).

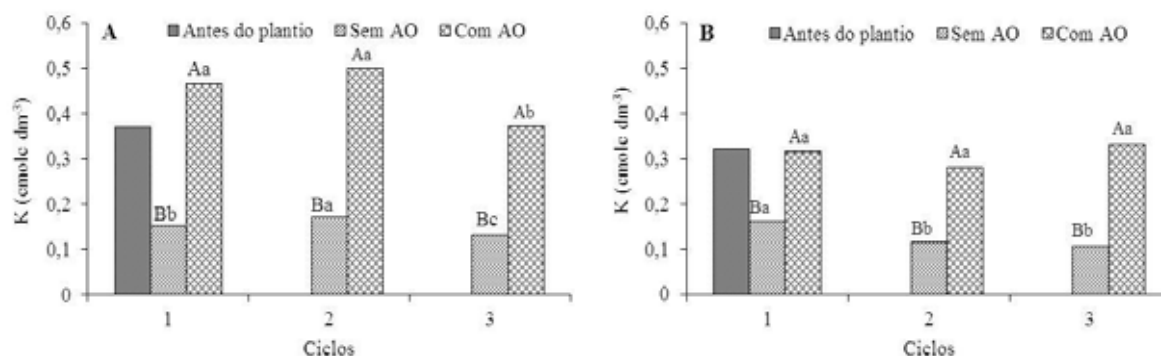
Na profundidade de 0,2 – 0,4 m (Figura 6 B) houve um crescimento linear no decorrer dos ciclos em relação aos valores anteriores, alcançando um valor médio. Esse aumento também foi decorrente da lixiviação da camada superficial em função do período de chuvas que ocorreu entre o segundo e terceiro ciclo.



**Figura 6.** Capacidade de troca de cátions (CTC) de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da AO realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE. Letras minúsculas comparam os ciclos e maiúsculas os tratamentos.

O teor de potássio no solo aumentou na camada de 0,0 – 0,2 m nos dois primeiros ciclos de produção nos tratamentos que receberam AO, porém, houve uma

diminuindo durante o terceiro ciclo (Figura 7 A), que pode estar relacionado ao período com maior incidência de chuvas carreando esse elemento para a camada mais profunda, já que é um elemento que se movimenta no solo lentamente, a curtas distâncias, e dependendo da textura do solo, poderá ser facilmente lixiviado. Nos tratamentos que não receberam AO, os teores de K foram significativamente inferiores em relação aos que receberam em todos os três ciclos avaliados nas duas profundidades amostradas.



**Figura 7.** Teores de potássio (K) em um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico nas camadas de 0,0 – 0,2 (A) e 0,2 - 0,4 m (B) em função da AO realizada durante três ciclos de produção, em Petrolina - PE. Letras minúsculas comparam os ciclos e maiúsculas os tratamentos.

A saturação por bases teve uma pequena queda em relação aos valores observados antes do plantio, mas estabilizaram em níveis considerados de médio a alto nas profundidades de 0,0 – 0,2 e 0,2 - 0,4 m respectivamente.

Os resultados das análises de amostras de solo mostram que a aplicação de AO foi capaz de alterar as características químicas do solo em quase todas as variáveis. Este resultado ratifica o efeito da MO na manutenção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo.

### 3.2 Concentração de N nas folhas

As análises foliares realizadas foram utilizadas para monitorar o estado nutricional das plantas durante o seu desenvolvimento. O resultado das análises do tecido vegetal coletadas na fase de pleno florescimento durante o segundo ciclo de produção, revelou que os teores de N estavam acima da faixa adequada. Segundo Silva et al., (2008) os teores adequados de N nas folhas da videira para essa fase fenológica é de 15 a 25 g kg<sup>-1</sup>.

Os teores de N nas folhas aumentaram de forma quadrática em função das doses de N aplicadas no solo, com valor máximo quando se aplicou 20 kg ha<sup>-1</sup>

de ureia nos tratamentos que não receberam AO. Nos tratamentos que receberam AO, os teores de N na folha tiveram a mesma ordem de grandeza, aumentando de forma quadrática em função das doses de adubo nitrogenado aplicadas no solo com máxima concentração de N na folha quando aplicou 40 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3).

**Tabela 3.** Concentração de N nas folhas (g kg<sup>-1</sup>), coletadas na fase de pleno florescimento durante o segundo ciclo de produção de videiras Syrah (Dezembro/2010) em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação.

AO (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					Equação	r <sup>2</sup>	CV %
	0	10	20	40	80			
0	32,5	35,3	37,8	37,8	37,4	$-0,6357x^2 + 5,0443x + 28,02$	0,98	1,6
30	35,2	35,5	35,9	37,6	37,5	$0,0357x^2 + 0,4557x + 34,58$	0,88	1,8

AO = Adubação orgânica a base de esterco; N = Nitrogênio aplicado via fertirrigação (uréia).

Nas amostras de folhas coletadas no período de amolecimento das bagas não houve efeito dos fatores em estudo sobre as características avaliadas (Tabela 4). Este resultado indica que esta época não é adequada para a avaliação do efeito dos tratamentos na planta ou que nesta época a concentração foliar dos nutrientes é mais estável, uma vez que a planta não está recebendo a aplicação de nenhum fertilizante tanto no solo quanto foliar.

**Tabela 4.** Concentração de N nas folhas (g kg<sup>-1</sup>), coletadas na fase de amolecimento das bagas (Fevereiro/2011), durante o segundo ciclo de produção de videiras Syrah em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação.

AO (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					Equação	r <sup>2</sup>	CV %
	0	10	20	40	80			
0	27	29,1	26,3	27,1	27	-	ns	-
30	28,6	28,9	27,4	28,2	28	-	ns	-

AO = Adubação orgânica a base de esterco; N = Nitrogênio aplicado via fertirrigação (uréia).

Durante o terceiro ciclo de produção, as amostras de folhas completas também foram coletadas em duas épocas diferentes: em pleno florescimento (Tabela 5) e na fase de mudança de cor (Tabela 6). A segunda época foi adotada por ser utilizada mundialmente para a videira de vinho. Porém, não houve diferença na concentração de N nas folhas entre os tratamentos.



**Tabela 5.** Concentração de N nas folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ), coletadas na fase de pleno florescimento durante o terceiro ciclo de produção de videiras Syrah (Junho/2011) em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação.

AO ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ )	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					Equação	$r^2$	CV %
	0	10	20	40	80			
0	53,6	50,8	54,7	50,8	52,2	-	ns	-
30	53,0	55,7	52,3	54,5	52,5	-	ns	-

AO = Adubação orgânica a base de esterco; N = Nitrogênio aplicado via fertirrigação (uréia).

Observa-se que na fase de mudança de cor, os teores de N nas folhas são menores em relação aqueles das análises realizadas na fase de florescimento.

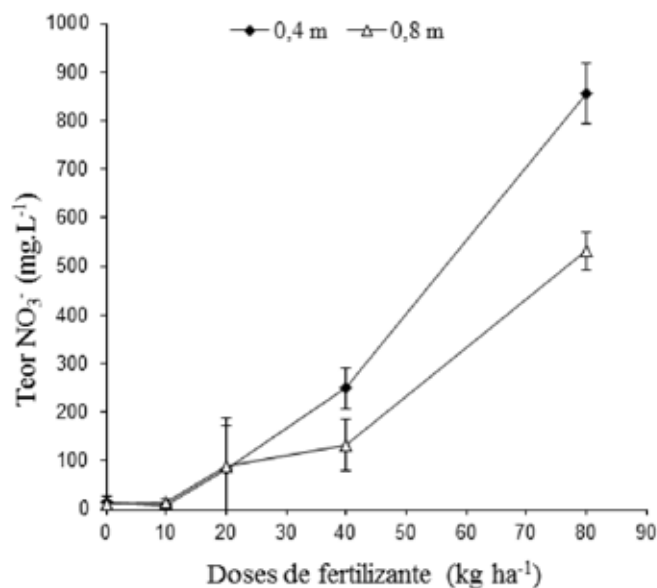
**Tabela 6.** Concentração de N nas folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ), coletadas na fase de mudança de cor, durante o terceiro ciclo de produção de videiras Syrah (Julho/2011) em função de doses de AO aplicadas no solo e doses de N aplicadas via fertirrigação.

AO ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ )	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					Equação	$r^2$	CV %
	0	10	20	40	80			
0	37,8	38,3	35,9	37,2	38,3	-	ns	-
30	37,6	37,5	38,5	38,6	38,7	-	ns	-

AO = Adubação orgânica a base de esterco; N = Nitrogênio aplicado via fertirrigação (uréia).

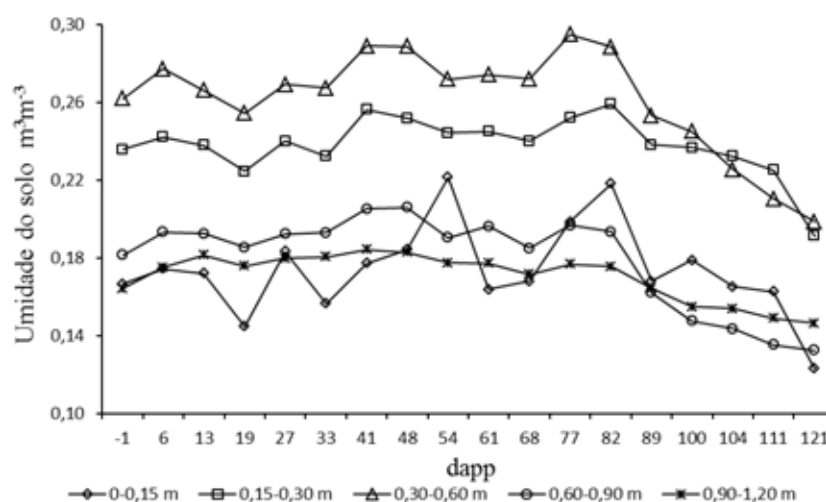
### 3.3 Nitrato na solução do solo

As concentrações de  $\text{NO}_3^-$  aumentaram em função da dose de N aplicada nos diferentes tratamentos, e a 0,4 m de profundidade, a concentração de nitrato encontrava-se mais alta do que a 0,8 m (Figura 8). Essa diferença na concentração deve-se a frente de umedecimento do solo (Figura 9), pois a lâmina de irrigação aplicada na videira com sistema radicular efetivo de 0,6 m profundidade (SILVA, 2005), concentrou um maior volume de solução na profundidade de 0,4 m, reduzindo a lixiviação do  $\text{NO}_3^-$  por fluxo de massa em decorrência da menor disponibilidade de água no solo nas camadas mais profundas. Da mesma forma, Costa et al. (1999) concluíram que o  $\text{NO}_3^-$  aplicado em colunas de solo não apresentou grande mobilidade em decorrência da diminuição da umidade do solo.



**Figura 8.** Concentração do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na solução do solo a 0,4 e 0,8 m de profundidade e em função de 5 doses de N (0, 10, 20, 40, 80  $\text{kg ha}^{-1}$ ) aplicadas via fertirrigação.

As leituras realizadas antes da irrigação mostra que o teor de água no solo é menor na camada de 0,0 – 0,15 m em função dessa camada ter uma maior contribuição no processo de evaporação além da absorção radicular (Figura 9). A partir daí, há um aumento na umidade do solo até 0,6 m que é a profundidade de manejo em que se encontra a zona radicular da videira com essa idade. Os aumentos e diminuições são devido às irrigações e evaporações respectivamente.



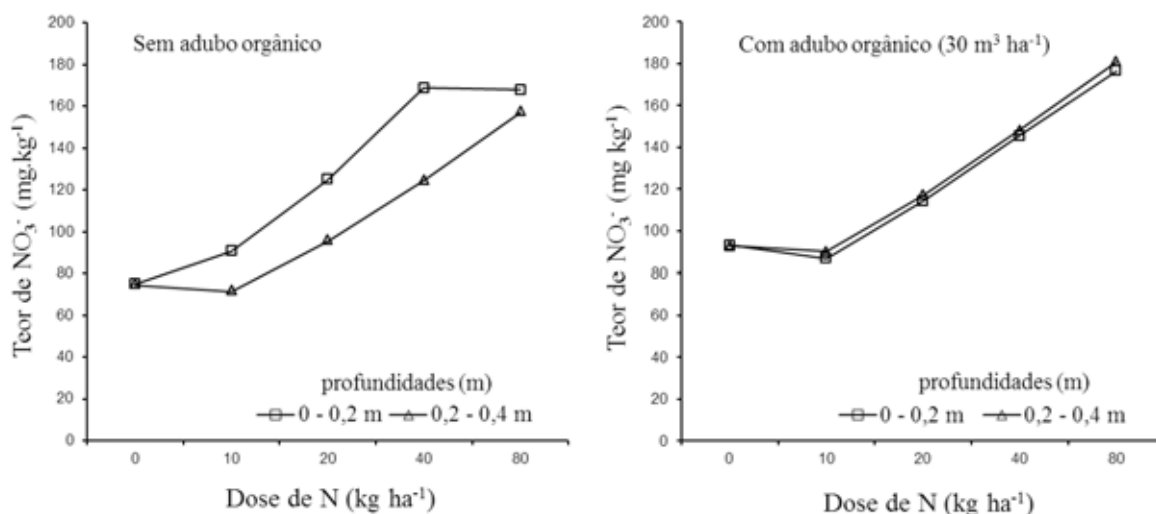
**Figura 9.** Umidade do solo medida pela sonda de TDR em diferentes profundidades.

As concentrações do íon nitrato observadas na solução do solo extraídas pelos extratores, estão de acordo com os valores encontrados por Franco (2009)

em solo arenoso na profundidade de 0,4 m, com 446,56 mg L<sup>-1</sup>, 664,03 mg L<sup>-1</sup> e 1159,20 mg L<sup>-1</sup> aplicados via gotejamento com vazões de 2, 4 e 8 L h<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 3.4 Nitrato em amostras de solo

Na Figura 10 são apresentados os teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> determinado em amostras de solo coletadas no final do terceiro ciclo (setembro de 2011) em parcelas que receberam AO juntamente com as doses de N e em parcelas sem aplicação do AO.



**Figura 10.** Concentração do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo fertirrigado com 5 doses de N (0, 10, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup>) com e sem aplicação de adubo orgânico (AO) em 2 profundidades de coleta (0,0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4m) em setembro de 2011, após o terceiro ciclo de produção.

Nas parcelas sem AO, o teor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo foi superior na camada de 0 - 0,2 m. Na camada inferior (0,2 - 0,4 m) as concentrações de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo foram menores, mas tiveram o mesmo comportamento crescente em função da aplicação da adubação nitrogenada.

O teor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nas parcelas que receberam AO teve valores semelhantes nas duas profundidades amostradas, com valores crescentes a partir da dose 10 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para todas as doses de N aplicadas nas parcelas com AO na profundidade de 0,2 - 0,4 m, o teor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foi superior aos valores encontrados nas parcelas sem AO.

Observando os resultados apresentados, ficou evidenciado que o uso da fertirrigação nitrogenada em taxas muito elevadas aumenta consideravelmente o teor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução do solo em relação à testemunha, devido à intensa lixiviação de nitrato, em função da textura do solo (Tabela 1). Nessas condições o parcelamento e a

otimização do N - fertilizante é fundamental na redução desta perda de N, que resulta em prejuízo econômico e risco ambiental.

### 3.5 Condutividade elétrica aparente do solo

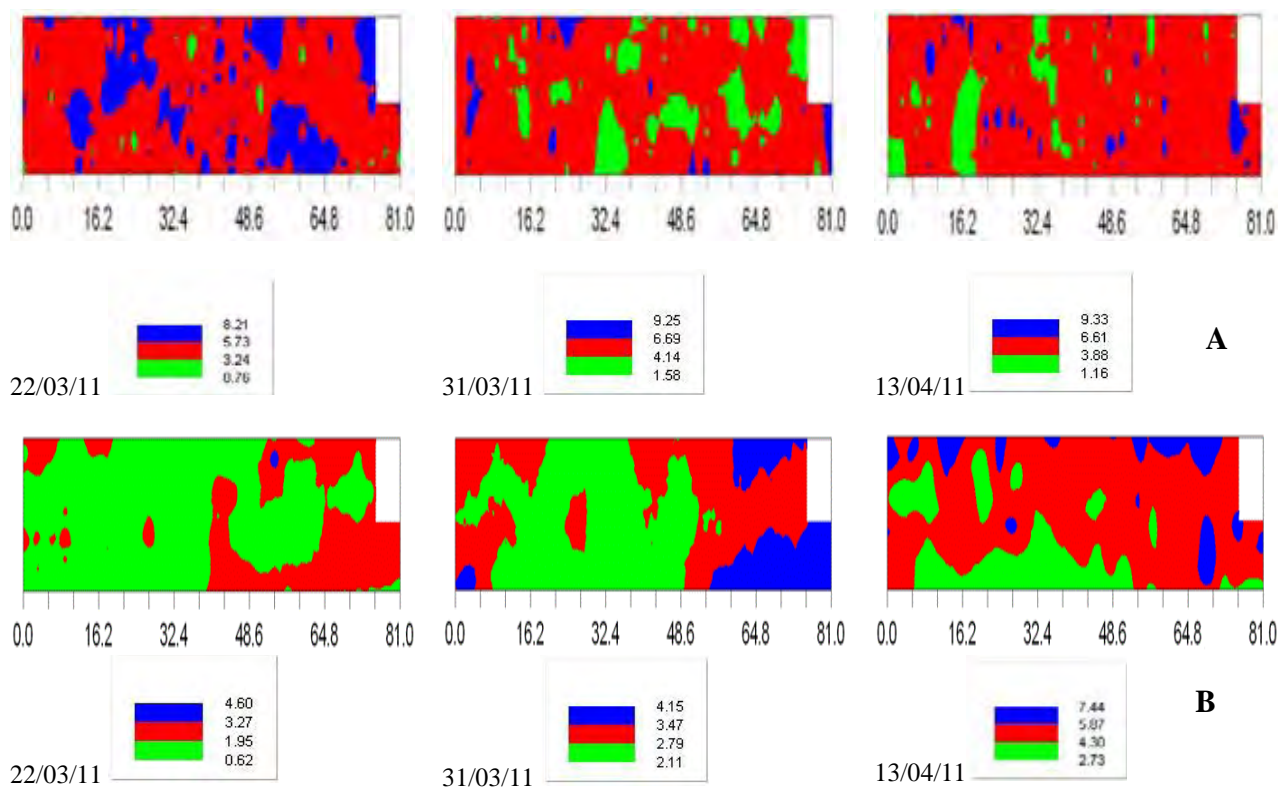
Os valores de CEa apresentaram variação no tempo (Figura 11) em função da variação da umidade do solo ( $\theta$ ). Durante a realização das medidas da CEa na área nos dias 22/03, 31/03 e 13/04/2011, a umidade variou apresentando valores de 0,098; 0,128 e 0,180  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  na camada de solo de 0 – 0,3 m e 0,124; 0,133 e 0,188  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  na camada de 0 - 0,9 m respectivamente. Os valores médios de  $\theta$  foram obtidos a partir de medidas feitas em cada segmento da sonda de TDR. Esta variação na umidade entre a primeira e a segunda medida e entre a segunda e terceira medida, aconteceu devido à ocorrência de precipitações pluviométricas (15,4 e 57,4 mm) nesses períodos, registradas pela estação agrometeorológica do campo experimental, situada ao lado da área de estudo.

Com base na observação da distribuição espacial da CEa em diferentes datas de avaliação para a camada de 0 a 0,80 m, foi possível observar uma maior homogeneização quando comparada com a distribuição da camada de 0 a 0,40 m. Ainda, os valores de CEa a 0 - 0,4 m foram próximos na segunda e terceira amostragens, sem grande variação nos valores, ao passo que a CEa a 0 - 0,80 m apresentou maior variação entre a primeira e segunda amostragem.

A análise dos mapas referente às leituras mostra que os valores de CEa apresentaram uma variação no tempo à medida que os valores de  $\theta$  tornaram-se maiores, o que é esperado, já que a quantidade de água é um dos fatores determinantes na capacidade do solo de conduzir corrente elétrica.

Para a profundidade de 0,40 m, em todas as datas de avaliação, foi verificado efeito pepita representando assim a não interferência do ambiente nos resultados obtidos para as características avaliadas. Nesse caso foi empregado para espacialização das medidas de CEa o método de interpolação IDW (inverse distance weighting), para expressar os resultados encontrados. Para as profundidade de 0,80 m foi possível verificar dependência espacial em todas as datas avaliadas, sendo o maior alcance da dependência espacial verificado no dia 31 de março de 2011. De maneira geral a dependência espacial verificada para a profundidade de 0,80 m é classificada como moderada ( $25\% < IDE < 75\%$ ), conforme os intervalos propostos por Zimback (2001).

Para os propósitos desta etapa inicial de investigação sobre o sensor portátil, foi possível observar que os valores de CEa variaram com a repetibilidade das leituras. Esta variação pode ser atribuída à variação de  $\theta$ , pois não houve variação nos demais atributos do solo durante o período de amostragem.



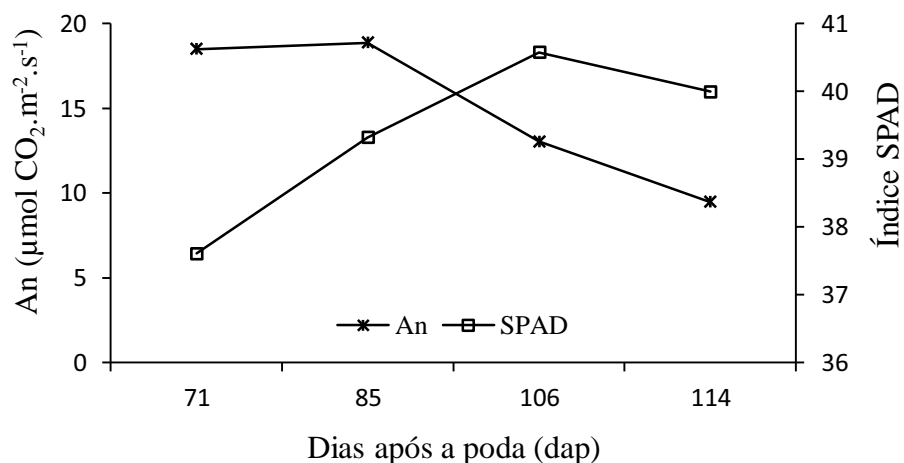
**Figura 11.** Distribuição da CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) em diferentes épocas de medida nas camadas de 0 a 0,40 m (A) e 0 a 0,80 m (B).

### 3.6 Relação entre clorofila e concentração de N na folha

Durante o terceiro ciclo de produção, as leituras com o equipamento SPAD possibilitou a obtenção do índice relativo da clorofila (IRC), baseando-se na intensidade da coloração verde das folhas, o qual se correlaciona com o teor de clorofila e de N.

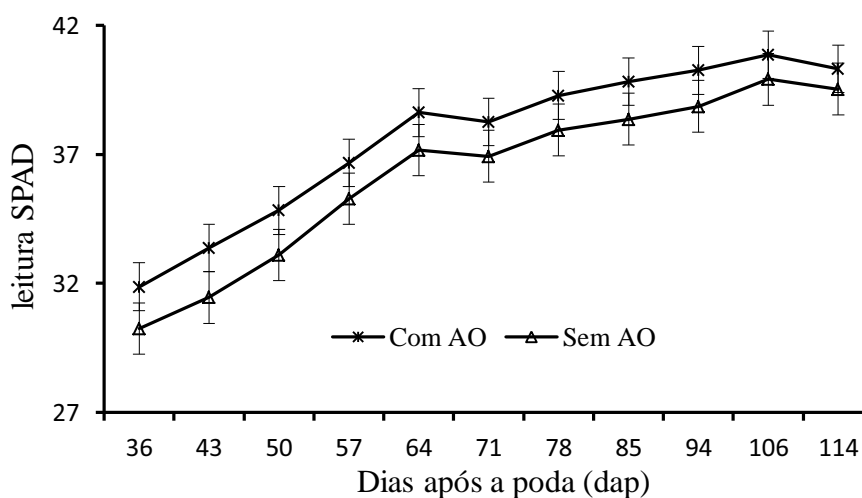
A elevação das doses de N não afetou significativamente o índice SPAD. No entanto, avaliando os valores do índice SPAD com os teores de clorofila (An) medidos pelo IRGA em folhas de videira em diferentes datas durante o ciclo, observou-se que o índice SPAD correlacionou significativamente com os teores de clorofila. Esses valores foram considerados como correlação moderada e negativa, pois à medida que avança a idade da planta, há um menor rendimento fotossintético causado pela idade da

folha, diminuindo assim o teor de clorofila a partir do 85 dap. No entanto, a coloração da folha tornou-se mais intensa com a idade, aumentando o valor do índice SPAD, chegando a um valor máximo aos 106 dias após a poda.



**Figura 12.** Fotossíntese líquida (An) e valores do índice SPAD em folhas de videira na fase de frutificação.

Pode-se observar o efeito da AO nos valores do índice SPAD para todas as datas em que foram realizadas as leituras (Figura 13). Nas parcelas que receberam AO, o índice SPAD foi superior significativamente a aquelas sem AO e crescente até o 106 dap, tendo uma ligeira queda aos 71 dap.



**Figura 13.** Índice SPAD em folhas de videira Syrah ao longo do ciclo com duas doses de AO (0 e  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ).

### 3.7 Adubação como fator de produção

Os resultados de produção da videira Syrah foram avaliados em conjunto, levando em consideração a AO, as doses de N e os três ciclos de produção. A aplicação de 0, 10, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N isolado e com 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico não promoveu aumento na produção de uva em nenhum dos três ciclos avaliados (Tabela 5). Observa-se na Tabela 2 que o teor de matéria orgânica no solo da área experimental estava abaixo de 10 g kg<sup>-1</sup>, mesmo assim não houve resposta da videira a aplicação da adubação nitrogenada. Dessa forma, partindo do mesmo pressuposto que Brunetto (2004), onde as quantidades de N disponibilizadas no solo pela decomposição da MO, mesmo em baixa quantidade, foram suficientes para a produção e para o desenvolvimento das videiras.

**Tabela 7** – Produção em kg ha<sup>-1</sup> de videiras cv. Syrah submetidas à aplicação de 0, 10, 20,40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N ciclo<sup>-1</sup> e 0 e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de AO em três ciclos consecutivos (13/04/2010 a 9/08/2010; 10/11/2010 a 28/02/2011; 10/05/2011 a 09/09/2011), no município de Petrolina - PE.

Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N ciclo <sup>-1</sup> )					Equação	r <sup>2</sup>	CV %
0	10	20	40	80			
5742,8	5179,5	6040,8	5411,9	5397,5	ns		22
Ciclos							
1	2	3	CV %				
5714,7 a	5403,3 a	5545,5 a	19,8				
Adubo orgânico (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )							
0	5847,9 A					CV %	
30	5261,6 A					34	

Médias seguidas das mesmas letras minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

No entanto, é muito comum na literatura referir-se a um aumento na disponibilidade de N do solo quando adubado com nitrogênio. Geralmente observa-se que plantas recebendo fertilizante nitrogenado absorvem mais do N nativo do solo que aquelas não fertilizadas. Esse aumento do N derivado do solo é acompanhado da adição de N - fertilizante, sendo definido como efeito “priming”. Esse efeito “priming” tem sido definido como a estimulação da decomposição da matéria orgânica do solo pela adição de

N inorgânico (fertilizante) ou de matéria orgânica, que é atribuída ao incremento da atividade dos microrganismos, em função da disponibilidade de substrato energético.

Fontaine et al. (2003) discutem um modelo conceitual baseado na competição por nutrientes e energia entre microrganismos especializados em decompor a MO fresca e microrganismos generalistas, que se alimentam principalmente da MO polimerizada do solo (MOS). Dessa forma podemos observar que, quando aplicado 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> do AO com a dose 0 kg N - fertilizante, a produtividade foi menor (Tabela 6). Partindo então da hipótese que os microrganismos consumiram inicialmente o N do solo para decompor o AO resultando numa imobilização temporária do N do solo, e posteriormente disponibilizará esse nutriente pela sua ciclagem.

Observa-se que juntamente com o AO, a aplicação a partir de 20 kg ha<sup>-1</sup> do N - fertilizante causou aumento na produtividade, isso pode ter sido resultado do aumento da atividade microbiana do solo acelerando a decomposição da matéria orgânica, que é favorecida em pH próximo da neutralidade, com conseqüente aumento da mineralização do N da MO, aumentando a absorção desse elemento.

**Tabela 8** – Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) da videira cv. Syrah em função da interação entre as doses de N e as doses de AO, Petrolina - PE.

Adubação Orgânica	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)				
	0	10	20	40	80
0 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	7059,7 aA	5811,6 aB	6429,5 aA	5246,7 aB	4692,7 bB
30 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	4426,3 bB	4547,6 bB	5652,2 aA	5577,2 aA	6102,7 aA

Médias seguidas das mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

A aplicação de doses crescentes de N com e sem AO não influenciou no número de cachos por planta e por hectare (Tabela 7).



**Tabela 9** – Número de cachos por hectare em videiras cv. Syrah submetidas à aplicação de 0, 10, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup> de N ciclo<sup>-1</sup> e 0 e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de AO em três ciclos consecutivos no município de Petrolina - PE.

Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N ciclo <sup>-1</sup> )					Equação	r <sup>2</sup>	CV %
0	10	20	40	80			
37343,9	35190,9	39190,5	36732,4	35621,4	ns	-	17,8
Ciclos							
1	2	3	CV %				
37862,9 a	36004,7 a	36579,7 a	18,8				
Adubo orgânico (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )							
0	38223,9 A					CV %	
30	35407,7 A					21,7	

Médias seguidas das mesmas letras minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

A falta de resposta da videira à adubação é frequentemente relatada na literatura. Brunetto et al. (2007) avaliando o efeito da aplicação de N em viníferas Cabernet Sauvignon, concluíram que a adubação nitrogenada não afetou a produção de uva e os componentes de rendimento. Pacheco et al. (2004) estudando o efeito da aplicação de N, P e K, sendo o N em quatro doses (0, 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup>) em vinhedo da cv. Loureiro com 11,5 g kg<sup>-1</sup> de MO, não encontraram resposta em relação à produtividade de uvas. Da mesma forma, Delgado et al. (2004) avaliando a aplicação de 0, 50 e 200 g de N combinada com 0, 60 e 120 de K<sub>2</sub>O por planta de videira, cultivada em solo com 1,7 g kg<sup>-1</sup> de MO, também não verificaram resposta na produção de uva.

Diante do exposto, é importante ressaltar que as reservas internas nos órgãos perenes das plantas contribuem como uma importante fonte de nutrientes para suprir a demanda da planta. Sendo assim, as quantidades de N disponibilizadas no solo juntamente com as reservas internas nitrogenadas remobilizáveis podem ter sido suficientes para suprir a necessidade fisiológica da planta, como foi mencionado por Brunetto et al. (2006), onde observou que a maior quantidade de N acumulado nas videiras derivou-se de formas diferentes daquelas do N fornecido.

### 3.8 Aspectos qualitativos das uvas

A aplicação de doses de N em videiras da cultivar Syrah proporcionou aumento de forma linear na massa de cem bagas e aumento quadrático dos valores de volume do mosto. Os sólidos solúveis totais (SST), que em escala de °Brix representa 90% dos açúcares encontrados no mosto, não sofreram variações significativas em função dos tratamentos. No entanto, os valores encontrados são considerados satisfatórios, pois segundo Ribéreau-Gayonet et al. (2004), para a produção de vinho de qualidade, é necessário que a uva atinja no mínimo 18 °Brix de SST. Durante as três safras, os valores médios encontrados foram superiores a 20 °Brix, similares aos 21,75 °Brix encontrados por Amorim et al. (2005) em videiras Syrah em Minas Gerais, e por Gonçalves (2011) e Correia (2012) em experimento com lâminas de irrigação na cv. Syrah em Petrolina – PE. Estes valores foram superiores as médias encontradas por Favero (2007) nas safras de verão, pois o máximo alcançado para a mesma cultivar no Sul de Minas Gerais foi de 20,66 °Brix no inverno de 2006, em função da maior permanência dos frutos na planta, pois o ciclo de inverno foi 24 dias mais longo que o de verão, e 16,5 °Brix, observado durante quatro safras de verão por Souza et al. (2002).

Os valores da acidez total, que é responsável pela estabilidade do vinho, diminuíram com as maiores doses, não diferindo estatisticamente das demais, igualmente observado por Keller et al. (1999) e Brunetto et al., (2009). O aumento da acidez total do mosto contribui para a perda da qualidade na industrialização do vinho. O pH também não diferiu estatisticamente entre os tratamentos com média de 3,5. Segundo Amorim et al. (2005), a superioridade do valor de pH pode ocorrer pela maior absorção de minerais favorecida pela maior quantidade de água aplicada. No caso da uva para vinho, o valor de pH recomendável para o mosto é no máximo 3,30.

**Tabela 10** – Características enológicas das uvas cv. Syrah submetidas à adubação nitrogenada em três ciclos consecutivos no município de Petrolina - PE.

Variável	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	40	80		
Massa de 100 bagas (g)	167,2	166,6	172,0	173,9	177,0	167,3+0,13x	0,84**
Volume do mosto (mL)	62,05	62,55	63,00	72,11	73,94	62,05+0,18x-0,02x <sup>2</sup>	0,90*
Acidez total titulável (g L <sup>-1</sup> )	7,85	7,92	8,35	7,57	6,94	-	Ns
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	20,82	20,87	21,96	21,25	21,03	-	Ns
pH	3,54	3,51	3,47	3,56	3,57	-	Ns

<sup>ns</sup> = não significativo; \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5%.

A massa de cem bagas foi maior nos tratamentos que receberam 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de AO. A disponibilidade de nitrogênio pode ter influenciado a relação polpa/casca, por isso maior volume de mosto nas parcelas que receberam o adubo. Ocorre então uma influência sobre a qualidade da baga à vinificação. Nota-se que o pH do mosto é alto e também aumentou com o incremento da matéria orgânica aplicada na linha de plantio na forma de esterco. O valor de acidez total titulável não é elevada, sendo mais baixo nos tratamentos que receberam AO, o que pode estar relacionada com alta absorção de N e K.

**Tabela 11** – Características enológicas de uvas cv. Syrah em função do adubo orgânico aplicado em três ciclos consecutivos no município de Petrolina – PE.

Variáveis	AO (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Médias
Massa de 100 bagas (g)	0	162,08 b
	30	180,62 a
Volume do mosto (mL)	0	59,11 b
	30	74,35 a
Acidez total titulável (g L <sup>-1</sup> )	0	8,32 a
	30	7,14 b
SST (°Brix)	0	20,93 a
	30	21,44 a
pH	0	3,49 b
	30	3,57 a

Médias seguidas das mesmas letras minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4 CONCLUSÕES

1. As quantidades de nutrientes adicionadas pela adubação orgânica resultaram em acumulações significativas no solo e nas folhas de todos os elementos, mantendo o solo com concentrações consideradas adequadas.

2. A adubação orgânica contribuiu para o aumento do  $\text{NO}_3^-$  no solo.

3. O teor de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo aumentou em função das doses de N aplicadas. O maior aumento ocorreu a 0,4 m, pois o umedecimento do solo pela irrigação ocorreu até 0,6 m de profundidade.

4. O índice relativo de clorofila foi superior em todas as parcelas que receberam AO.

5. A condutividade elétrica aparente do solo apresentou diferença entre as três datas de amostragem, em função da variação da umidade do solo.

6. A adubação nitrogenada, nas doses 0, 10, 20, 40 e 80  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, combinada com as doses 0 e 30  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  de adubo orgânico, não influenciaram no número de cachos por planta nem no peso por hectare.

7. A aplicação de doses crescentes de N em videiras da cv. Syrah proporcionou aumento de forma linear na massa de cem bagas, e aumento de forma quadrática o volume do mosto.

8. Os valores da massa de cem bagas, volume de mosto e pH foram superiores no tratamentos que receberam adubação orgânica, porém esta não influenciou no valor dos sólidos solúveis totais. A acidez total do mosto foi menor para as plantas que receberam adubação orgânica.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTRA, M. A. K. de; CAMARGO, O. A. Manipulação de cargas e movimento de nitrato em horizontes B de um Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 204 – 212, 2010.
- AMORIM, D. A.; FAVERO, A. C.; REGINA, M. A. Produção extemporânea da videira, cv. Syrah, nas condições do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 327 – 331, ago. 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 2, p.158 - 167, 2001.
- ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 519 - 527, 2002.
- BASSOI, L. H.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. L. T.; SOUZA, C. R.; SILVA, J. A. M.; RAMOS, M. M. Preliminary results of a longterm experiment about RDI and PRD irrigation strategies in wine grape in São Francisco Valley, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 754, p. 275 - 282, 2007.
- BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. Lesstadesrepères de lavigne. **RevueSuisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture**, Nyon, v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.
- BATAGLIA, O. C. In RAIJ, B. van, et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Ver. Atual. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100). 1997.

BRUNETTO, G. **Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado em plantas de videira**. 2004. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria.

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; GATIBONI, L. C.; URQUIAGA, S. Absorção e redistribuição do nitrogênio em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110 - 114, 2005.

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W.; SANTOS, D. R. dos. Recuperação e distribuição do nitrogênio fornecido a videiras jovens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1299 - 1304, 2006a.

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. DE; BRUNNING, F.; MALLMANN, F. J. K. Destino do nitrogênio em videiras 'chardonnay' e 'riesling renano' quando aplicado no inchamento das gemas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 497 - 500, 2006b.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; LOURENZI, C. R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: Produtividade e características químicas do mosto da uva. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 37, p.389 - 393, 2007.

BRUNETTO, G. **Nitrogênio em videira: recuperação, acumulação e alterações na produtividade e na composição da uva**. 2008. 168 p. Tese, (Doutorado em Ciência do solo) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

BRUNETTO, G. et al. Produção e composição química da uva de videiras Cabernet Sauvignon submetidas à adubação nitrogenada. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 39, n. 7, p. 2035 - 2041, 2009.

CELINSKI, V. G.; ZIMBACK, C. R. L.; CELINSKI, T. M. Avaliação de um sensor de resistência elétrica e sua correlação com atributos do solo. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 1, n. 1, 2009.

CONRADIE, W. J.; TERBLANCHE, J. H. **Leaf analysis of deciduous fruit trees and grape vines summer rainfall area**. Department of Agricultural Technical Services, Pretoria.1980. 2 p. (Tablegrapes: Summer Rainfall, G. 4).

COSTA, S. N. da; MARTINEZ, M. A.; MATOS, A. T. de; RAMOS, V. B. N. Mobilidade de nitrato em colunas de solo sob condições de escoamento não permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 190 - 194, 1999.

CORREIA, J. S. **Irrigação deficitária em videira de vinho cv. Syrah durante o período chuvoso no semiárido**. 2012. 77 p. Dissertação, (Mestrado em Irrigação) – Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA/UNESP, 2012.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; CAVALCANTE, A. C. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco**: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 60 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 211).

DELGADO, R.; MARTÍN, P.; ÁLAMO, M.; GONZÁLEZ, M. R. Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilization rates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, online, 84, p. 623 – 630, 2004.

DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 103 - 111, 2005.

EMBRAPA. Serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2º edição, Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

EMBRAPA. Adubação e manejo do solo para a cultura da videira. Última modificação 10 de jun. 2008. Disponível em:  
<http://http://www.cnpv.embrapa.br/publica/sprod/UvasSemSementes/adubacao.htm>. Acesso em: 25 de ago. 2012.

FARIA, C. M. B.; CABRAL, F. J. G.; FERRAZ, M. L.; CHOUDHURY, E. N.; MARTINS, C. E. **Avaliação da fertilidade do solo do Projeto de Irrigação de Bebedouro em Petrolina**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 21 p. (Embrapa-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 12).

FARIA, C. M. B. de; PEREIRA, J. R. Movimento de fósforo no solo e seu modo de aplicação no tomateiro rasteiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.28, n. 12, p. 1363 - 1370, 1993.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Atributos químicos de um argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, p. 299 - 307, 2007.

FAULIN, G. C. **Variabilidade espacial do teor de água e sua influência na condutividade elétrica do solo**. 2005. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, 2005.

FAVERO, A. C. **Viabilidade de produção de videira ‘Syrah’ em ciclos de verão e inverno no Sul de Minas Gerais**. 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

FONTAINE, F.; MARIOTTI, A.; ABBADIE, L. The priming effect of organic matter: A question of microbial competition? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, p. 837 - 843, 2003.

FRANCO, E. M. **Monitoramento da dinâmica da água e solutos em um perfil de solo, sob sistema de fertirrigação por gotejamento, utilizando sonda de capacitância e extratores de solução**. 2009. 85 p. Dissertação, (Mestrado em Irrigação) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, 2009.



- FRITZ, R. M. et al. **Field comparison of two soil electrical conductivity measurement systems**. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4, St, Paul, 1998. Proceedings St, Paul: ASA; CSSA; SSSA, 1998. P 1211 – 1217.
- GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 99 – 105, 2008.
- GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 20, n. 4, p.611- 615, 2002.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 27, p. 1049 - 1056, 2003.
- GODOY, L. J. G.; SOUTO, L. S.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 38 - 44, 2007.
- GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; JÚNIOR, J. B. L. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 52, p. 217 - 226, 2008.
- GONÇALVES, S. O. **Influência de manejo de irrigação sobre aspectos da ecofisiologia e produção da videira cv. Syrah**. 2011. 66 p. Dissertação, (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP, 2011.
- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVARES, V. V. H.; MONNERAT, P. D. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com forma de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivada em dois tipos de solos. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 209 - 216, 1999.
- HUANG, P. M. Soil Chemistry and Ecosystem Health. SSSA Special Publication. n. 52. Madison: **Soil Science Society of America**, 1998. 386p.
- JABRO, J. D.; EVANS, R. G.; KIM, Y.; STEVENS, W. B.; IVERSEN, W. M. Characterization of spatial variability of soil electrical conductivity and cone index using coulter and penetrometer-type sensors. **Soil Science**, v. 171, n. 8, p. 627 - 637, 2006.
- JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, p. 409 - 430, 1993.
- KELLER, M. et al. Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v.5, p.45 - 55, 1999.

KENWORTHY, A. L. Plant analysis and interpretation of analysis for horticulture crops. In: SOIL SCIENCE OF AMERICA, Madison, **Soil testing and plant analysis**. Madison, 1967, p. 59 - 70. (SSSA special publication series, 2).

LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P. Avaliação preliminar de um medidor portátil de clorofilacomo ferramenta para o manejo da adubação nitrogenada do cafeeiro. **Brazilian Archives of Biology Technology**, v. 40, p. 642 - 650, 1997.

LINSENMEIER, A. W. et al. Must composition and nitrogen uptake in a long-term trial as affected by timing of nitrogen fertilization in a cool-climate Rieslingvineyard. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 59, n. 3, p. 255 - 264, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MENDONÇA, E. de S.; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo: Métodos de análises**. Viçosa – MG, ed. UFV, 2005, 107 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Worblaufen-Bern: international Postash Institute, 1987. 687p.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

MIRANDA, J. H. **Modelo para simulação da dinâmica de nitrato em colunas verticais de solo não saturado**.2001. 95 p. Tese, (Doutorado) – ESALQ/USP, 2001.

MITCHELL, C. C.; TU, S. Nutrient accumulation and movement from poultry litter. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, p. 2146 - 2153, 2006.

MIAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOCA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, Análise química de tecido vegetal. In, SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

MULLA, D. J.; SCHEPERS, J. S. Key processes and properties for site-specific soil and crop management. IN: PIERCE, F. J.; SADER, E. J. **The state of site-specific managements for agriculture**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1997, p. 1-18.

NASCIMENTO, P. S. **Manejo da viticultura irrigada no semiárido com base em zonas homogêneas do solo e da planta**. 2012. 127 p. Tese, (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP, 2012.

PACHECO, C.; VIEIRA, S.; SANTOS, F.; MOTA, T.; GARRIDO, J.; CALOURO, F. Resposta da vitis vinifera L. cv. Loureiro à aplicação de azoto, fósforo e potássio. Onze anos de experimentação. In: **Nutrição Mineral: Causas e Consequências da disponibilidade da fertilização** – Actas X Simpósio Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas, Lisboa, 21-24 de Set. p.169-176, 2004.

PAGANI, T. B. **Rendimento e qualidade de uva e teores de nutrientes em solo e tecido vegetal em vinhedo cultivado na serra catarinense sob adubação com N, K, cama de suíno e serragem**. 2008. 75p. Dissertação, (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1.

RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y.; NETO, A. T.; LUCHIARI JUNIOR, A.; MOLIN, J. P. Medida de condutividade elétrica do solo adaptada a uma plantadeira. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária. 2008. 4 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. **Circular Técnica**, 46).

REIS, A. R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.1, p.163 - 171, 2006.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; CONTE, E.; KAMINSKI, J.; GATIBONI, L. C. Dissorção de fósforo avaliada por extrações sucessivas em amostras de solo provenientes dos sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, v. 33, p. 1053 - 1059, 2003.

RHOADES, J. D.; CORWIN, D. L. Measurement of inverted electrical conductivity profiles using electromagnetic induction. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, p. 288 - 291, 1984.

RIBÉRAU-GAYON, J. et al.,. **Traité d'enologie: 1. Microbiologie du vin: vinifications**. 5. ed. Paris: Dunod, 2004. 661 p.

SANTOS, J. C. P. dos; ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; CAVALCANTI, A. C. Solos de Pernambuco: Caracterização e ocorrência. In, CAVALCANTE, F. J. de A. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2º aproximação**. 2ed, Recife, 2008, 212 p.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SANTOS, J. A.; JESUS, F. M.; FERRAL, A. D.; PIRES, A.J.V. Concentrações de nitrogênio em folhas de dois cultivares de braquiária através de leitura com clorofilômetro. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Garça, v. 8, n. 9, 2007.

SANTOS, J. C. P.; CAVALCANTE, F. J. de A. Fertilidade do solo. In CAVALCANTE, F. J. de A. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2º aproximação**. 2 ed, Recife, 2008, 212 p.

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

SHAULIS, N; KIMBALL, K. The association of nutrient composition of Concord grape petioles with deficiency symptoms, growth and yield. **Proceedings American Society Horticultural Science**. V. 68, p. 141 - 156, 1956.

SILVA, J. A. M. **Irrigação lateralmente alternada e com déficit hídrico na videira cv. Petite Syrah**. 2005. 99 p. Dissertação, (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

SILVA, D. J.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L. Avaliação da fertilidade do solo. In CAVALCANTE, F. J. de A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2º aproximação**. 2ed, Recife, 2008, 212 p.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1083 - 1087, 2003.

SOUZA, C. M. et al. Indicação de cultivares de videiras para o Sul de Minas Gerais. In: REGINA, M. A. (Coord.). **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG, 2002. p. 277 - 286.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plantphysiology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

TECCHIO, M. A.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; MOURA, M. F. Produtividade e teores de nutrientes da videira Niagara Rosada em vinhedos nos municípios de Louveira e Jundiá. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 48 - 58, 2007.

TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; PAIOLI-PIRES, E. J.; 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**. online, v. 33, n. 2, p. 649 - 659, 2011.

TERRA, M. M. **Nutrição, calagem e adubação**. In: POMMER, C. V. Uva: Tecnologia de produção, pós colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. cap. 7, p. 405 - 476.

TONIIN, T. A.; MUNIZ, A. S.; SCAPIM, C. A.; SILVA, M. R. G.; ALBRECHT, L. P.; CONRADO, T. V. Avaliação do estado nutricional das cultivares de uva Itália e rubi no município de Marialva, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 63 - 69, 2009.

YANG, J. E.; SKOGLEY, E. O.; SCHAFF, B. E.; KIM, J. J. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin and soil extracts. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, p. 1108 - 1115, 1998.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

## **CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E EXPRESSÃO VEGETATIVA DA VIDEIRA CV. SYRAH EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NITROGENADA**

Marlon Gomes da Rocha<sup>1</sup>, Davi José Silva<sup>2</sup>, Ana Rita Leandro dos Santos<sup>3</sup> & Luís Henrique Basso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Irrigação e Drenagem/FCA-UNESP. Fone (74) 9105 - 4385. Email: agrolon@gmail.com

<sup>2</sup>Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE. Fone (87) 38663653. Email: davi.jose@embrapa.br, luis.basso@embrapa.br

<sup>3</sup>IF Sertão Pernambucano, BR 407, km 8, Petrolina-PE, E.mail:ana.leandro@ifsertao-pe.edu.br

### **1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1 Fenologia**

A fenologia estuda as respostas das plantas (crescimento vegetativo, florescimento, frutificação, crescimento e maturação dos frutos) aos fatores de clima, principalmente radiação solar, temperatura e evapotranspiração (BOLIANI, 1994). Assim, o clima e seus elementos fazem parte de uma série de fatores que influenciam o desenvolvimento e, conseqüentemente, o ciclo da videira (NAGATA et al., 2000), que apresenta uma sucessão entre períodos vegetativo e reprodutivo alternados com um período de repouso.

O entendimento da fenologia de uma planta é importante na determinação da habilidade de uma região para produzir uma cultura dentro de suas restritas condições climática (COOMBE, 1987). A caracterização fenológica e a quantificação das unidades térmicas necessárias para a videira variam conforme o genótipo e os dados climáticos de cada região produtora (LEÃO; SILVA, 2003) ou em uma mesma região devido às variações estacionais do clima ao longo do ano.

A videira exige muita radiação solar por ser uma planta heliófila, ou seja, é uma planta de sol. Além do efeito direto sobre a fotossíntese, essa radiação é importante para a cultura, especialmente no período compreendido entre a floração e a maturação, em razão desse elemento climático interferir no acúmulo de açúcares contido nos frutos e, conseqüentemente, na sua qualidade (SMART, 1987). No Brasil, especialmente na região Nordeste, essa condição é plenamente atendida possibilitando a colheita em qualquer época do ano, no Vale do Submédio São Francisco.

A exigência das videiras, quanto à radiação solar, pode ser expressa pelo número de horas de brilho solar (insolação) durante o seu ciclo, que varia de 1200 a 1400 horas, sendo maior no subperíodo reprodutivo. Exigências essas plenamente atendidas na região produtora da Bahia e Pernambuco, onde essa variação é da ordem de 1222 a 1486 h, respectivamente no verão e inverno (SENTELHAS, 1998).

Os estudos envolvendo a relação entre o comprimento do ciclo e a temperatura do ar mostra que em regiões onde a temperatura é mais elevada, o ciclo da cultura é menor, em razão de seu crescimento acelerado. Nas regiões semiáridas, devido à disponibilidade de radiação solar e ao uso da irrigação, há possibilidade de obtenção de duas safras por ano, e a duração do ciclo também varia em função da época do ano.

A temperatura do ar também interfere na qualidade dos frutos da videira, pois a cor das bagas depende da ocorrência de grande amplitude térmica no período da maturação (TERRA et al., 1993). Entre as regiões produtoras do Brasil, a amplitude térmica varia de 10,1 °C no Nordeste a 13,7 °C no Sudeste. É pequena a diferença entre as temperaturas máxima e mínima diárias nas regiões tropicais, o que mostra uma tendência de menor coloração da casca das uvas tintas, em contrapartida apresenta tendência de maior acúmulo de açúcares nas bagas (SENTELHAS, 1998).

A temperatura do ar tem uma ação direta no desenvolvimento e crescimento da planta, assim como no seu metabolismo geral, proporcionando alterações na diferenciação floral e no desenvolvimento dos órgãos florais (HIDALGO, 2002). A

temperatura do ar pode também ser um dos fatores na modulação da fotossíntese, por ser um processo enzimático, pois o ótimo de temperatura para a realização da fotossíntese geralmente é entre 25 e 35° C. A fotossíntese, entre 10° C e próximo a 0° C, é quase nula, e a partir dos 40° C a fotossíntese também é reduzida pelo fechamento dos estômatos (MULLINS et al., 1992).

Baseado no conhecimento da relação existente entre clima e o desenvolvimento da videira, Hidalgo (2002) verificou que, para completar determinada fase fenológica ou seu ciclo, a videira necessitava de certa quantidade de energia, representada pelo somatório de temperaturas acima de um valor base.

Um dos primeiros índices usados para a videira foi o de “graus-dia” ou soma das temperaturas efetivas (acima de 10 °C) verificadas durante o período de vegetação ativa da videira (WINKLER, 1965), que é variável de cultivar para cultivar.

Em clima tropical semiárido, verifica-se na videira um comportamento fenológico distinto daquele que ocorre nas regiões de clima subtropical e temperado, estando condicionada ao controle da irrigação e à época de poda (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 1982).

O ciclo vegetativo da videira em regiões de clima temperado é o período entre a brotação e a queda das folhas, enquanto o mesmo ciclo em regiões tropicais se diferencia pela não existência de queda das folhas ou um período de dormência propriamente dito, apresentando apenas redução nas atividades metabólicas em função da redução na disponibilidade hídrica às plantas, após a colheita dos frutos (SANTOS, 2012).

Um dos principais problemas nos vinhedos irrigados para produção de vinhos de qualidade é o aumento do vigor vegetativo, causando desequilíbrio entre área foliar e produção de frutos, e quando a irrigação é excessiva resulta em elevado vigor dos ramos, aumentando a competição por fotoassimilados entre frutos e ramos; alterando o microclima na região dos cachos, comprometendo a síntese de compostos fenólicos; reduzindo a fertilidade das gemas e dificultando os tratamentos fitossanitários (JACKSON e LOMBARD, 1993).

As exigências térmicas e a avaliação do tempo de duração entre diferentes fases fenológicas da cultura permitem a caracterização do ciclo. O registro da ocorrência das fases fenológicas pode ser feito através da identificação dos eventos descritos pela escala de Baggiolini, conforme a metodologia adaptada de Lieth (1974), dividido o ciclo em 16 estádios fenológicos.

## 1.2 Trocas gasosas

A influência do estado nutricional da planta sobre a fotossíntese e a respiração ocorre de muitas maneiras. Em solos sem uma séria deficiência mineral, o suprimento de nutrientes para a fotossíntese é menos decisivo do que as condições climáticas. No entanto, quase sempre maiores taxas fotossintéticas são alcançadas por meio da adubação. Adicionalmente, a nutrição mineral afeta as trocas gasosas por meio dos efeitos sobre a morfogênese, e influencia direta e indiretamente o metabolismo do carbono devido a sua influência no crescimento. Sob deficiência de N desenvolvem-se pequenas folhas com o movimento estomático prejudicado. Por outro lado, uma oferta excessiva de N causa aumento na respiração e, portanto, um menor rendimento fotossintético (LARCHER, 2000).

Os efeitos bioquímicos sobre a fotossíntese e a respiração acontecem porque os elementos minerais são componentes integrantes de enzimas e pigmentos ou, ainda, ativadores diretos do processo fotossintético, como é o caso do N que é componente essencial das proteínas e clorofilas. Com uma deficiência acentuada de clorofila, a planta não é capaz de aproveitar a radiação mais intensa, comportando-se como uma planta de sombra (LARCHER, 2000).

Por outro lado, quanto maior for a intensidade luminosa, maior será a fotossíntese líquida até chegar ao ponto de saturação, correspondente a 99% da fotossíntese líquida máxima, onde ocorre a fotoinibição, caindo a taxa fotossintética (GIL, 2000). Nas folhas jovens de videira em expansão ocorre um crescimento na atividade fotossintética, atingindo o máximo quando elas atingirem o tamanho máximo. O aumento na atividade fotossintética durante a sua expansão é devido ao maior nível de clorofila por unidade de área foliar, à elevação na atividade de enzimas carboxilase e a diminuição da resistência estomática (POMMER; PASSOS, 1990).

O estado da água nos diversos órgãos das plantas é uma propriedade dinâmica afetada pelo balanço entre a perda do vapor d'água pelas folhas para a atmosfera e a absorção de água pelas raízes. As taxas de transpiração, de fotossíntese e de crescimento são afetadas pelas alterações no estado hídrico das plantas. Um dos meios para caracterizar o estado hídrico nas plantas é a avaliação do potencial da água no solo e na planta (ANGELOCCI, 2002).



Os estômatos permitem a regulação da resistência ao fluxo de gases, podendo reduzir o fluxo de água para a atmosfera sob condições de deficiência hídrica, e durante esse período a condutividade estomatal é ajustada para manter em equilíbrio o balanço de água na planta (ROCHA, 2009).

O fechamento dos estômatos causa efeitos adversos, além de reduzir a entrada de CO<sub>2</sub>, reduz o fluxo de água com nutrientes através da planta e aumenta a temperatura do dossel. A temperatura foliar tem relação direta com a transpiração e o potencial hídrico da planta, sendo esses influenciados pela quantidade de água no solo. O aumento da temperatura de um dossel vegetativo é causado pela redução da transpiração (ROCHA, 2009).

### **1.3 Expressão vegetativa**

#### **1.3.1 Número de camadas de folhas**

A produção e a qualidade enológica da uva são os produtos da tríplice interação planta-clima-solo (SMART, 1985). De modo geral, o manejo e a adubação nitrogenada na cultura da videira podem influenciar nas condições microclimáticas aumentando o vigor da parte aérea, causando desequilíbrio na relação crescimento vegetativo-produtivo e redução no potencial enológico da uva.

O equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção, em conjunto com as condições meteorológicas, definem as condições microclimáticas de temperatura, radiação solar e umidade do ar que incidem na região dos cachos de um vinhedo (SMART; ROBINSON, 1991). Essas condições de microclima estão entre os “pontos-chaves” da vitivinicultura de qualidade, pois, ao longo do ciclo influenciam na composição da uva e, conseqüentemente, a qualidade potencial do vinho de um determinado local (SANTOS, 2006).

Nos vinhedos com menor sombreamento, uma maior temperatura é proporcionada na região dos cachos, com ativação do metabolismo, maturação mais uniforme da uva, menor umidade, maior ventilação e maior eficiência nos tratamentos fitossanitários. Além disso, a maior exposição da fruta à radiação solar também proporciona benefícios diretos, em termos de qualidade enológica, pois as folhas em excesso, formando mais que duas camadas e sombreadas, tendem a competir com os

cachos pelos fotoassimilados que estão sendo produzidos nas camadas de folhas expostas à radiação solar (SANTOS, 2006).

A exposição solar dos frutos em desenvolvimento (ainda verdes) possibilita com que estes realizem fotossíntese e possam reciclar até 43% do carbono liberado pela própria respiração (OLLAT et al., 2000). Desta forma, a maior exposição à radiação incidente, principalmente nas horas do dia com temperaturas mais amenas, proporciona maior disponibilidade de carbono e ativa processos metabólicos na fruta, resultando na elevação dos níveis de sólidos solúveis totais (°Brix), flavonóides, antocianinas (responsáveis pela cor, em uvas tintas) e monoterpênicos (responsáveis pelo aroma, em uvas brancas), além de reduzir as metoxipirazinas, que dão aroma herbáceo e indesejável no vinho (HUNTER et al., 1991; JACKSON; LOMBARD, 1993; PRICE et al., 1995; HASHIZUME; SAMUTA, 1999; BERGQVIST et al., 2001).

### **1.3.2 Área foliar**

A estimativa da área foliar das plantas é de interesse em diferentes setores da pesquisa sendo comumente utilizada em estudos agrônômicos e fisiológicos, e é de fundamental importância que as técnicas de estimativa sejam simples, rápidas e, principalmente, não destrutivas. Estas variáveis são usualmente empregadas no estudo do comportamento vegetativo de espécies frutíferas e na resposta das plantas às técnicas de manejo, quantificação de variações no crescimento e desenvolvimento das plantas devido a diferenças genéticas ou ambientais.

Além disso, o conhecimento da área foliar da planta permite a estimativa da perda de água, uma vez que as folhas são os principais órgãos que participam no processo transpiratório, responsável pela troca gasosa com o ambiente (PEREIRA et al., 1997).

Para a viticultura, a área foliar é de grande importância, em particular, nos estudos de ecofisiologia, que objetivam a otimização dos sistemas de condução, das formas e intensidades de irrigação e da análise da atividade fotossintética do dossel vegetal (REGINA et al. 2000), além de práticas culturais como poda, adubação, espaçamento e aplicação de defensivos, entre outros.

Para estimativa de área foliar, atualmente são utilizados vários métodos, os quais na sua maioria proporcionam estimativas com alto grau de precisão.

A superfície foliar pode ser obtida com o uso de métodos destrutivos e não destrutivos. Embora os métodos destrutivos sejam simples e precisos, apresentam o inconveniente de demandar muito tempo além de provocar a remoção e destruição das folhas das plantas (LOPES et al., 2004). Em função disso, existem metodologias não destrutivas onde os resultados são expressos com o uso de equipamentos portáteis, no entanto, esses medidores eletrônicos geralmente têm restrições de uso devido ao alto custo.

Vários estudos sobre a correlação da área foliar com a largura e o comprimento do limbo realizadas em folhas e sarmentos têm gerado equações com excelentes precisões na estimativa. Para o gênero *Vitis*, Carbonneau (1976) discutindo os princípios e métodos de medida da área foliar obteve estimativas com 5% de erro, utilizando-se medições da soma do comprimento das duas maiores nervuras laterais. Baseando nos resultados de Pedro Junior (1986), nota-se que a estimativa da área foliar da videira ‘Niagara Rosada’ pode ser feita através de simples determinações da largura das folhas, técnica que além de ser rápida, apresenta a característica de ser não destrutiva.

Estas relações são expressas em geral por equações de regressão que são utilizadas na estimativa da área foliar de algumas culturas, como a de Regina et al. (2000) para a cultura da videira cv. Syrah, que também foi utilizada por Favero (2007) nas avaliações da superfície primária da mesma cultivar.

#### **1.4 Objetivo específico**

Avaliar a influência da aplicação de doses de adubo orgânico e de doses de adubo nitrogenado no desenvolvimento vegetativo de videiras cv. Syrah.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e época do experimento**

O experimento de foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro (latitude, 9° 8' 8,9" S e Longitude 40° 18' 33,6" W, altitude 373 m), pertencente a Embrapa Semiárido, no município de Petrolina – PE, região do Vale do Submédio São Francisco. A área foi cultivada com videiras cv. Syrah enxertadas sobre Paulsen 1103, plantadas em 30 de abril de 2009 no espaçamento de 1 x 3 m (densidade de 3333 plantas ha<sup>-1</sup>), conduzidas no sistema de espaldeira, com 3 fios de arame e orientação Norte-Sul. O sistema de irrigação foi o de gotejamento, com emissores espaçados em 0,5 m e vazão de 2,5 L h<sup>-1</sup>, a 100 kPa. O cálculo da lâmina de irrigação foi com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), estimada pelo método de Penman-Monteith FAO, por meio de parâmetros medidos pela estação agrometeorológica automática instalada a 60 m da área do experimento e o coeficiente de cultura para cada fase fenológica da videira (BASSOI et al., 2007). O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico Latossólico, textura média (SILVA, 2005).

O solo foi preparado para o plantio das mudas com a aplicação de calcário e adubação de plantio com adubo orgânico (AO) e superfosfato simples. Durante a fase de formação das plantas (de 30 de abril de 2009 a 13 de abril de 2010), todas as unidades experimentais receberam a mesma adubação orgânica e mineral. Já na fase de produção, período correspondente aos ciclos avaliados, foram aplicados os tratamentos constituídos de 2 doses de adubo orgânico (0 e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e 5 doses de N (0, 10, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>), disposto em blocos casualizados com 5 repetições, sendo utilizados como fonte de N a uréia e como fonte de adubo orgânico o esterco de caprino e o bagaço de cana. O esterco foi aplicado em dose única, previamente à poda de produção de cada ciclo, e a uréia foi aplicada via fertirrigações semanais, iniciadas uma semana antes da poda e com duração total de 6 semanas. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, onde o adubo orgânico constituiu as parcelas e as doses de N as subparcelas. A unidade experimental foi composta por 16 plantas, mas somente 8 plantas com número igual de ramos produtivos foram usadas para avaliação. A poda de produção adotada foi em esporão, deixando-se três gemas por esporão e seis esporões por planta.

O primeiro ciclo de produção avaliado iniciou com a primeira poda de produção em 13 de abril de 2010. Os tratamentos consistiram em aplicação de AO no solo e da uréia, via fertirrigação, para compor as diferentes doses de N em cada tratamento. A fertirrigação foi dividida em duas etapas, iniciando 15 dias antes da poda de produção até a fase fenológica de início da floração aos 24 dias após a poda de produção (dapp) com aplicação de 50% da dose recomendada. A segunda etapa teve início (62 dapp), correspondendo às fases fenológicas de cacho fechado e início da maturação, com aplicações semanais.

A colheita foi realizada em 9 de agosto de 2010, completando assim 118 dias de duração do ciclo. Após a colheita foram coletadas amostras de solo para análise química de 0,0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m de profundidades para avaliação da fertilidade do solo.

Durante o segundo ciclo, com a poda de produção em 10 de novembro de 2010, determinou-se a data de ocorrência das fases fenológicas de acordo com a escala de Baillod e Baggiolini (1993).

A fertirrigação foi iniciada em 25 de outubro de 2010, 15 dias antes da poda, quando a videira ainda estava em repouso por ser uma fase que pode haver absorção e acúmulo de reservas, e se estendeu até 26 de novembro (16 dapp) quando a

videira estava nas fases fenológicas entre cachos separados e início da floração, com aplicação de 50% da dose. Os outros 50% da dose foram aplicados entre os dias 6 e 31 de dezembro de 2010 (26 e 51 dapp, respectivamente) correspondendo às fases fenológicas de floração até cacho fechado.

A colheita foi realizada em 28 de fevereiro de 2011 com duração do ciclo de 110 dias. Novamente foi feita uma amostragem do solo para análise química em todos os tratamentos e avaliar o teor do nitrato no solo nas profundidades de 0,0 – 0,2 m e 0,2 – 0,4 m.

No terceiro ciclo de produção, que ocorreu entre 10 de maio a 9 de setembro de 2011, a primeira etapa da fertirrigação nitrogenada (50%) foi aplicada entre os dias 25 de abril e 17 de julho, que corresponde à fase fenológica entre queda de flores e bago de chumbo (38 dapp). A segunda etapa de aplicação, correspondendo a 50% da recomendação, ocorreu entre os dias 27 de junho e 5 de agosto (48 a 87 dapp) quando a planta se encontrava nas fases fenológicas de cacho fechado até a maturação. O ciclo teve duração total de 122 dias.

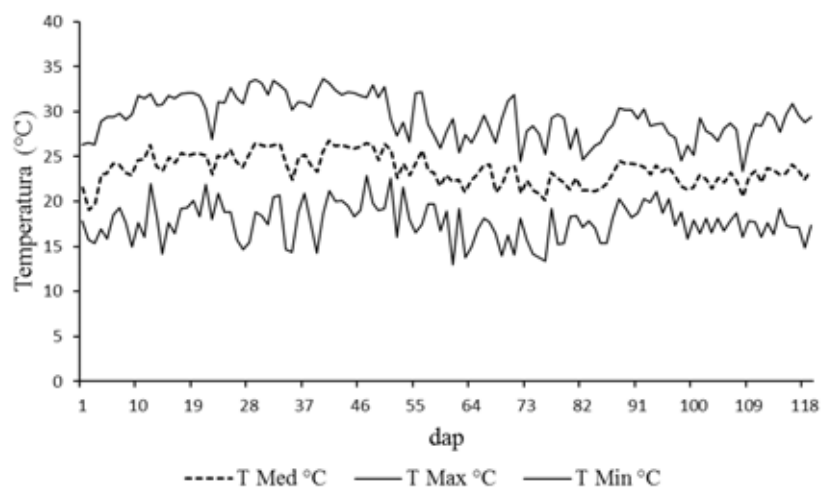
## **2.2 Classificação climática e condições meteorológicas durante o experimento**

A classificação climática da região conforme Köppen é do tipo BSw<sub>h</sub>, semiárido quente e seco, com temperatura média anual do ar superior a 18 °C, precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm com maior concentração nos meses de verão.

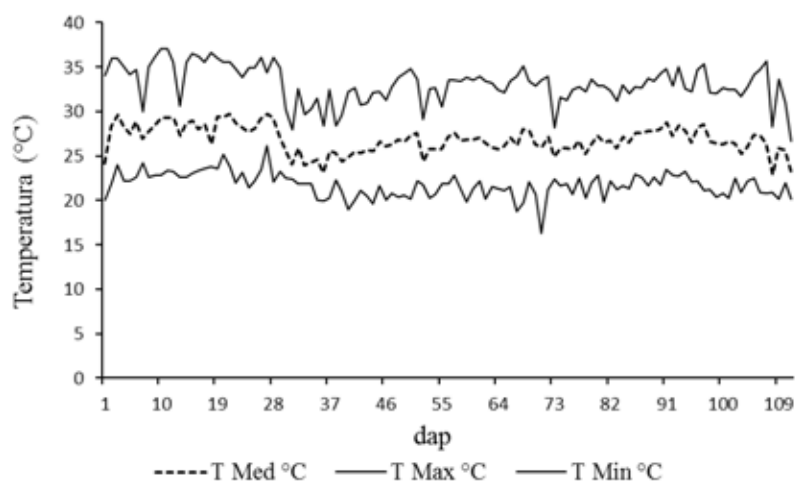
O registro das condições meteorológicas durante o experimento ao longo dos três ciclos de produção (13 de abril a 9 de agosto de 2010, 10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011, 10 de maio a 9 de setembro de 2011) foi realizado pela estação meteorológica localizada ao lado do experimento, no Campo Experimental de Bebedouro pertencente a Embrapa Semiárido. Os dados climáticos medidos foram temperatura do ar, umidade relativa do ar, insolação e precipitação pluvial.

A variação da temperatura diária do ar é mostrada nas Figuras 1, 2 e 3 representando o primeiro, segundo e terceiro ciclos respectivamente, atingindo a máxima de 37 °C durante o segundo ciclo que ocorreu no verão, enquanto seu valor mínimo foi 13,41 °C durante o primeiro ciclo que ocorreu no inverno. A temperatura média diária superou os 20 °C em todos os períodos de experimento. Estas variações

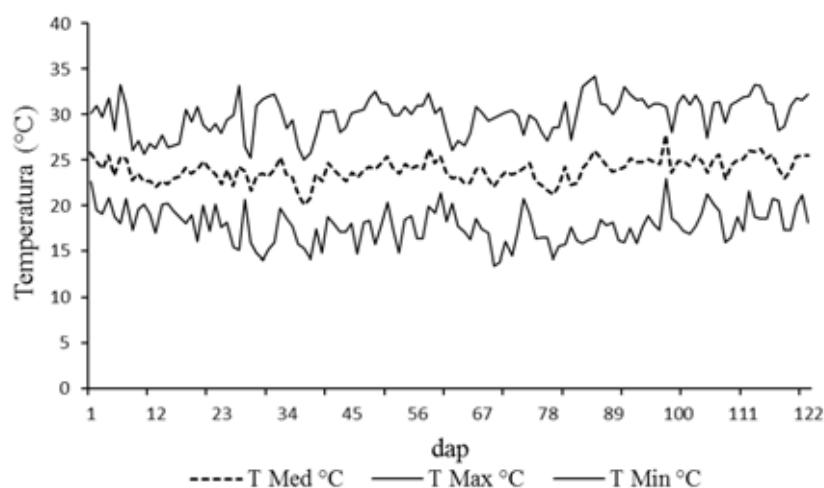
podem influenciar a abertura estomática, as taxas de transpiração potencial das plantas e, consequentemente, a absorção de água.



**Figura 1.** Temperaturas do ar mínima (T. Min.), média (T. Med.) e máxima (T. Máx.) diárias durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).

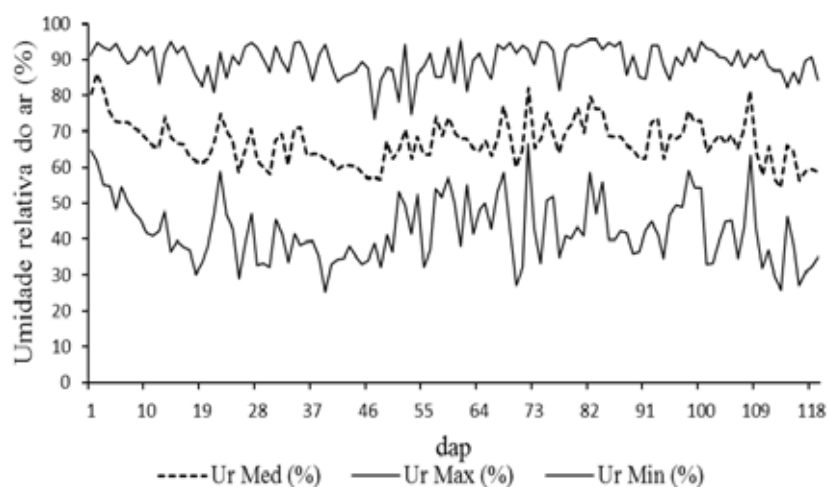


**Figura 2.** Temperaturas do ar mínima (T. Min.), média (T. Med.) e máxima (T. Máx.) diárias durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).



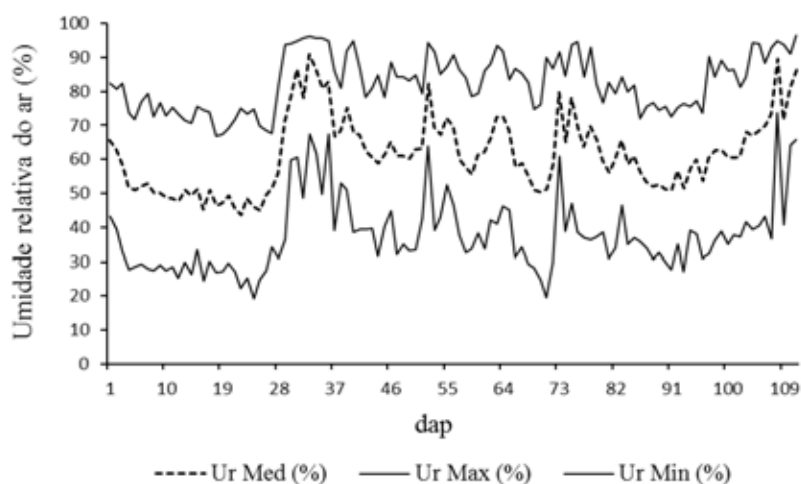
**Figura 3.** Temperaturas do ar mínima (T. Min.), média (T. Med.) e máxima (T. Máx.) diárias durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 09 de setembro de 2011).

Os valores percentuais de umidade relacionados aos três ciclos de produção estão apresentados nas figuras 4, 5 e 6.

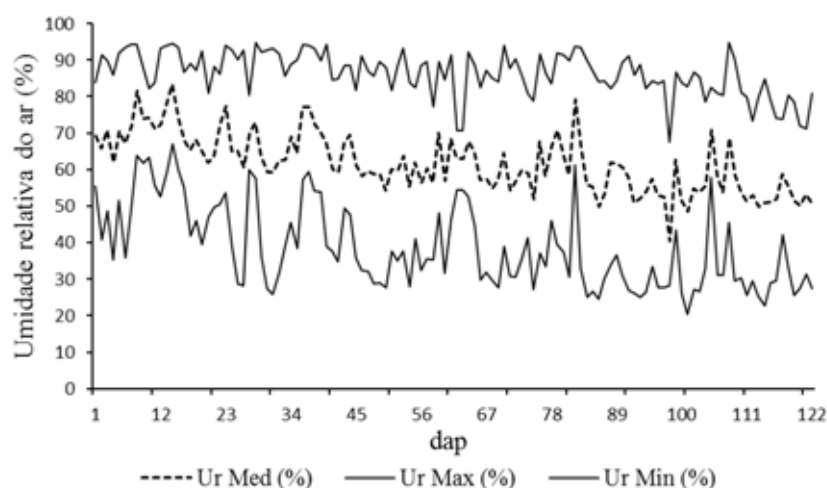


**Figura 4.** Umidade relativa do ar mínima (Ur. Min.), média (Ur. Med.) e máxima (Ur. Máx.) diárias durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).



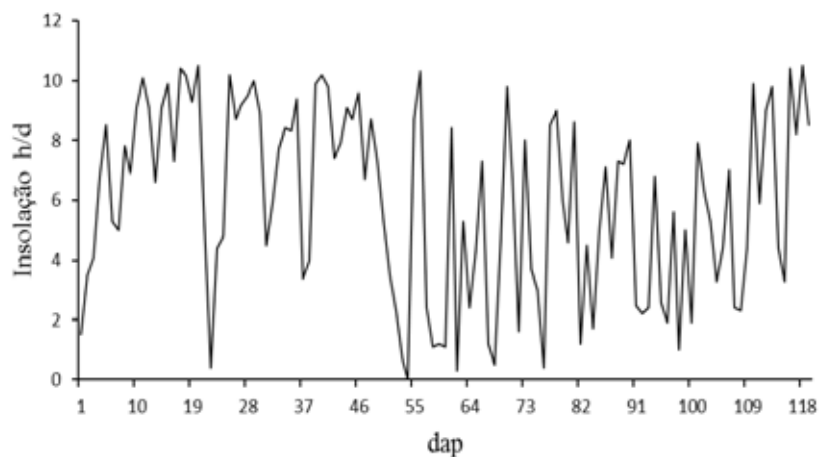


**Figura 5.** Umidade relativa do ar mínima (Ur. Min.), média (Ur. Med.) e máxima (Ur. Máx.) do ar diárias durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).

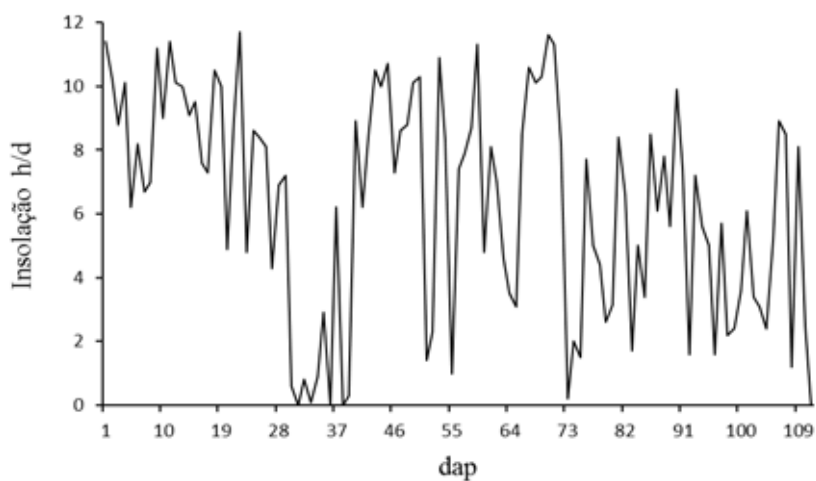


**Figura 6.** Umidade relativa do ar mínima (Ur. Min.), média (Ur. Med.) e máxima (Ur. Máx.) diárias durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).

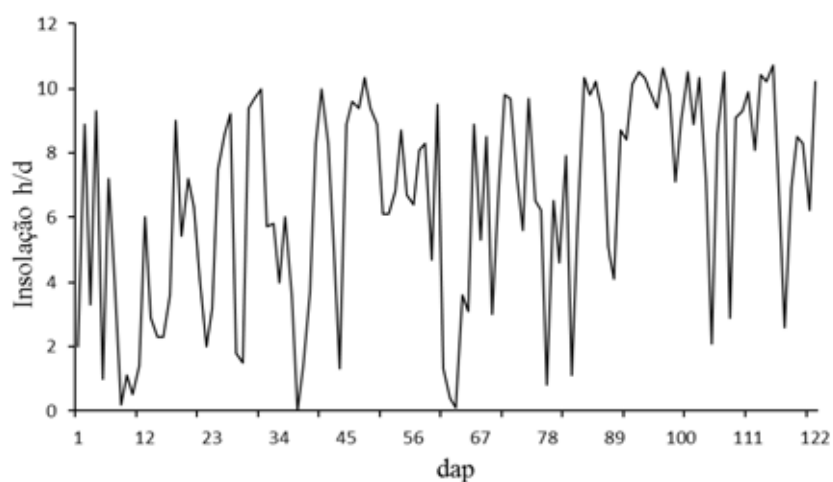
A radiação solar influencia indiretamente na produção e qualidade da uva por meio da temperatura do ar e do solo e efeito direto na fotossíntese, acúmulo de açúcares, florescimento e maturação. Por isso a videira expressa exigência em horas efetivas de brilho solar (insolação). As Figuras 7, 8 e 9 apresentam as variações horárias da insolação nos três ciclos de produção.



**Figura 7.** Insolação diária durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).

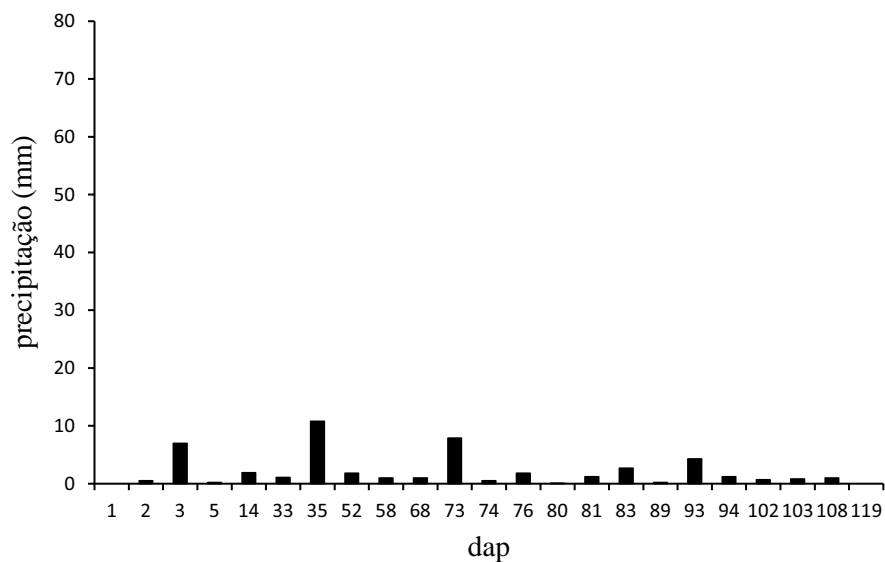


**Figura 8.** Insolação diária durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).

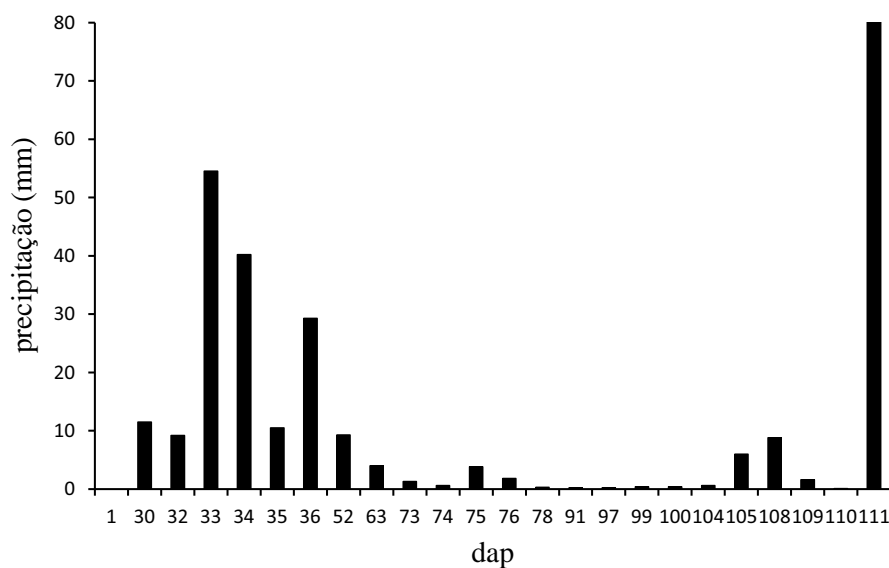


**Figura 9.** Insolação diária durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).

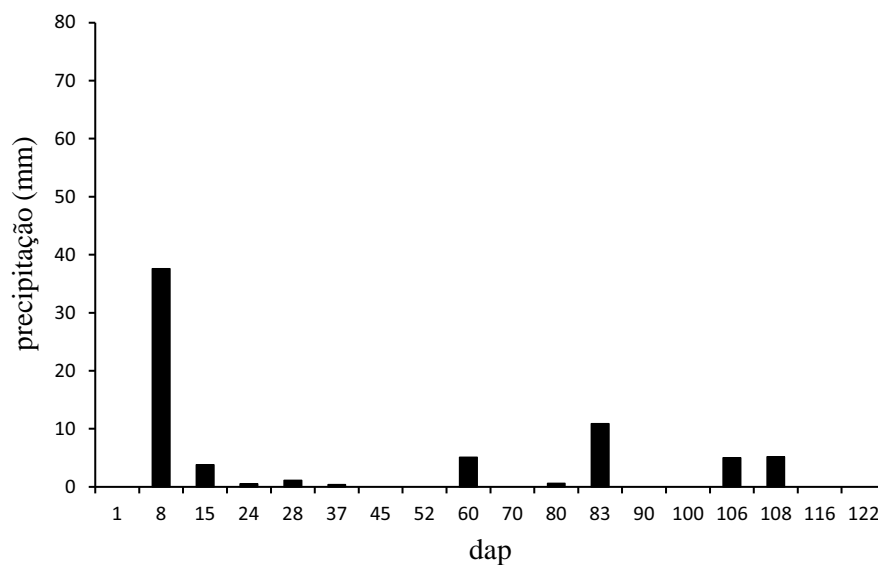
A precipitação pluviométrica acumulada foi de 47,7; 276,4 e 70,2 para o primeiro, segundo e terceiro ciclos respectivamente (Figuras 10, 11 e 12, respectivamente).



**Figura 10.** Precipitação pluviométrica registrada durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).



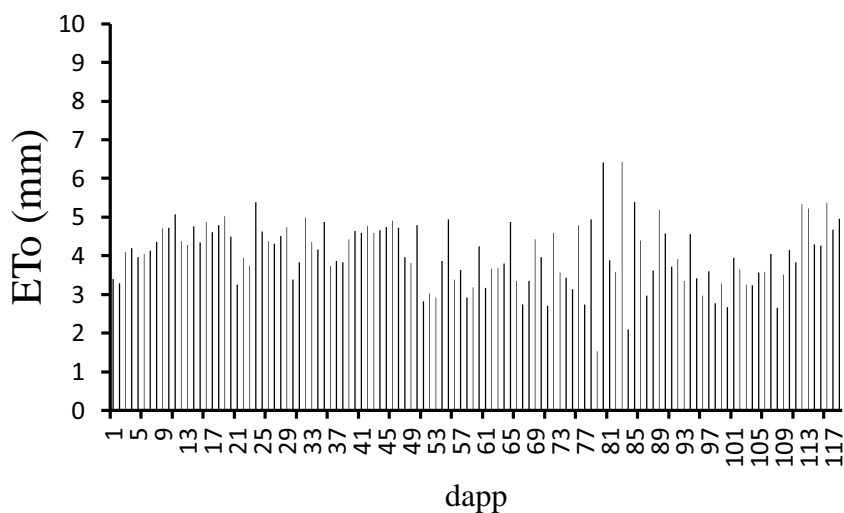
**Figura 11.** Precipitação pluviométrica registrada durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).



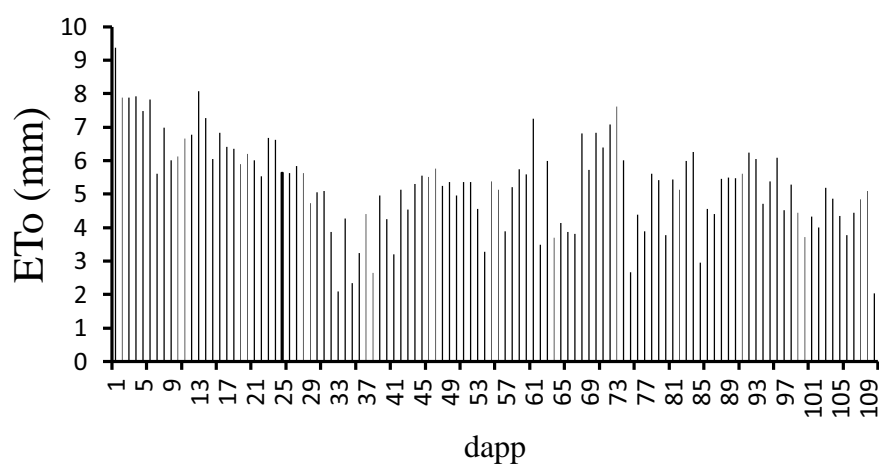
**Figura 12.** Precipitação pluviométrica registrada durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).

### 2.3 Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>, mm)

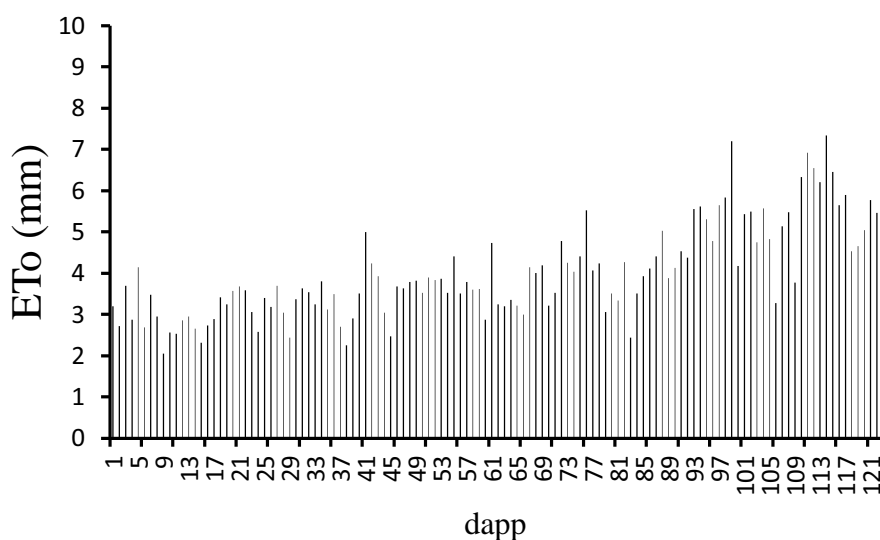
A ET<sub>o</sub> total foi de 478,0 mm, 584,0 mm e 487,9 mm para o primeiro, segundo e terceiro ciclo respectivamente.



**Figura 13.** Evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).



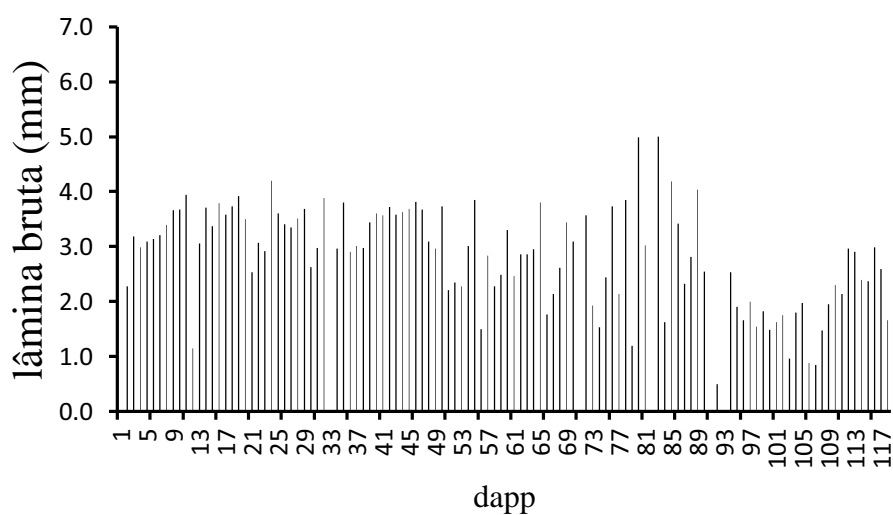
**Figura 14.** Evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).



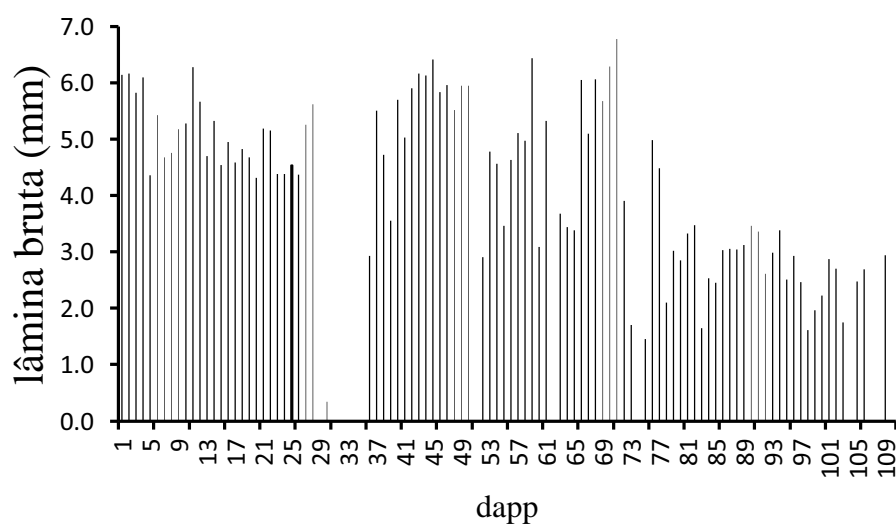
**Figura 15.** Evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).

#### 2.4 Lâmina bruta de irrigação aplicada (mm)

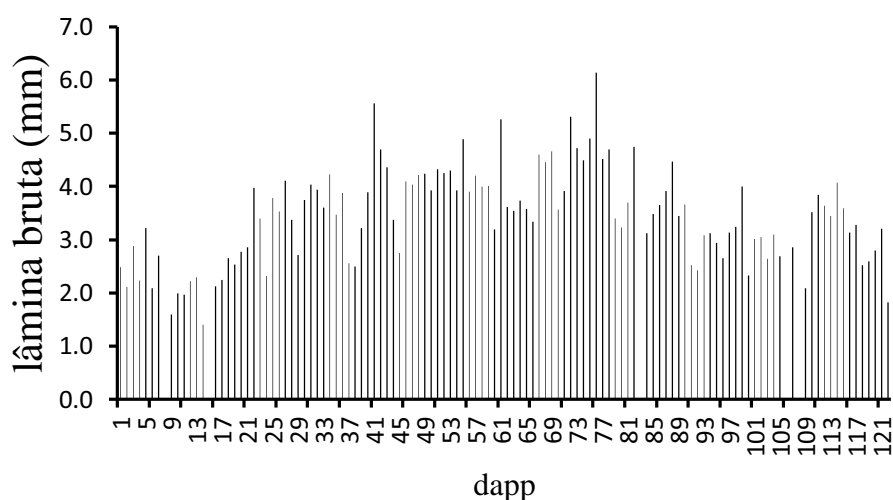
Foi adotado o manejo de irrigação via clima, com a lâmina bruta aplicada em função da evapotranspiração de referência. A lâmina total aplicada foi de 317,6 mm, 411,1 mm e 403,0 mm no primeiro, segundo e terceiro ciclo respectivamente.



**Figura 16.** Lâmina bruta de irrigação aplicada durante o primeiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (13 de abril a 9 de agosto de 2010).



**Figura 17.** Lâmina bruta de irrigação aplicada durante o segundo ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011).



**Figura 18.** Lâmina bruta de irrigação aplicada durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011).

## 2.5 Fenologia

A avaliação do comportamento fenológico foi feita por meio da identificação das datas de ocorrência de suas fases, e pela delimitação da sua duração, em dias, durante o segundo e terceiro ciclos de produção da videira, nos períodos entre 10 de novembro de 2010 e 28 de fevereiro de 2011, e entre 11 de maio a 28 de setembro de 2011, respectivamente. O registro das fases fenológicas foi feito através da identificação dos eventos fenológicos descritos pela escala de Baggiolini, conforme a metodologia adaptada de Lieth (1974): A - gema de inverno; B - gema de algodão; C - ponta verde; D - saída das folhas; E - 2 a 3 folhas livres; F - cachos visíveis; G - cachos separados (pré-floração); H - flores separadas; I - floração; J - alimpa; K - baga de ervilha; L - cacho fechado; M - início de maturação (alteração da cor da baga); N - cacho maduro.

A ocorrência dos estádios fenológicos foi caracterizada por meio de observações visuais realizadas semanalmente nas gemas e ramos reprodutivos, até atingirem o estágio considerado pela referida escala a partir da data da poda até a fase fenológica de floração. As observações foram realizadas em uma planta por tratamento, com cinco repetições.

## 2.6 Índice biometeorológico Graus-dia

A caracterização das exigências climáticas da videira cv. Syrah foram realizadas utilizando os dados meteorológicos da Estação Meteorológica do Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido. O cálculo de Graus-dia foi realizado segundo as equações a seguir propostas por Villa Nova et al. (1972).

$$GD = (Tm - Tb) + \frac{(TM - Tm)}{2} - C \quad Tm > Tb); \quad (01)$$

$$GD = \frac{(TM - Tb)^2}{2 \times (TM - Tm)} - C \quad (Tm < Tb); \quad (02)$$

$$C = \frac{(TM - TB)^2}{2 \times (TM - Tm)} \quad (TM > 30^\circ\text{C}); \quad (03)$$

Onde:

TM é a temperatura máxima diária (°C);

Tm é a temperatura mínima diária (°C);

Tb é a temperatura base inferior (10 °C);

TB é a temperatura base superior diária (30 °C) e

C a correção da temperatura base superior.

## 2.7 Trocas gasosas

As avaliações das trocas gasosas para o entendimento das respostas manifestadas pelas plantas diante da influência da adubação nitrogenada sobre os fatores internos e externos que afetam à produção e qualidade dos frutos foram determinadas com um analisador de gás por radiação infravermelha (IRGA), modelo Li-COR® 6400, realizando as seguintes avaliações: taxa de fotossíntese foliar ( $An$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $gs$ ,  $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), eficiência intrínseca do uso da água ( $EUA_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$ ), concentração intracelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ , ppm), transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e temperatura da folha ( $T$ , °C). Em cada unidade experimental foram realizadas quatro medidas em intervalos quinzenais, considerando as diferentes fases de crescimento, em três folhas adultas completamente expandidas e saudáveis, situadas na porção mediana do



sarmento e crescidas a pleno sol, sempre do lado ensolarado (posição leste das plantas) sob densidade de fluxo fotônico fotossinteticamente ativo saturante ( $> 1000 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

Trabalhou-se sempre no mesmo momento do fotoperíodo, ou seja, sempre entre as nove e onze horas da manhã, de forma a manter as mesmas intensidades de insolação nos diferentes dias de avaliação e sob as mesmas condições de umidade.

Os dados foram analisados por meio de análise de regressão para comparar o efeito dos tratamentos com cinco doses de N e duas doses de AO no segundo e terceiro ciclo de produção. Durante o segundo ciclo, as leituras das trocas gasosas foram realizadas nos dias 27 de janeiro e 8 e 21 de fevereiro de 2011 que corresponde aos 78, 90 e 103 dapp respectivamente. Durante o terceiro ciclo, as leituras foram realizadas nos dias 21 de julho e 2, 19 e 29 de agosto de 2011, sendo respectivamente, 72, 84, 101 e 111 dapp. Os dados foram avaliados em função dos tratamentos com doses de N para cada data.

## **2.8 Expressão vegetativa**

### **2.8.1 Número de camadas de folhas**

A metodologia utilizada foi preconizada por Smart que a utilizou pela primeira vez nos anos 79/80 em Angle Vale na Austrália, (SMART e ROBINSON, 1991), a qual consiste em atravessar a copa da planta com uma vareta de madeira na zona de frutificação. Essa atividade visou quantificar os cachos expostos e internos à copa das plantas da videira cv. Syrah, utilizando uma régua de madeira de 2 m, graduada a cada 0,2 m e apoiada em hastes presas ao arame da espaldeira no momento de realizar a leitura, pois a quantidade e a disposição das folhas são fatores que condicionam a interceptação luminosa no dossel vegetativo.

As leituras foram efetuadas na região dos cachos, em plantas previamente marcadas, inserindo uma vareta de madeira a cada 0,2 m, de acordo com a graduação da régua, no interior da folhagem e registrando em que órgão da planta a ponta da haste tocava, folha ou cacho.

Registaram-se sequencialmente o número de folhas tocadas pela vareta como (F) e cachos tocados (C), assim como as zonas que não apresentam qualquer densidade vegetal, são registadas como buraco (B). Este tipo de registo permitiu calcular:

a) número de camadas de folhas (NCF), obtido pela relação entre número total de folhas e número de inserções;

- b) percentagem de folhas interiores (% Fint), obtida pela relação entre número total de folhas interiores e nº total de folhas tocadas, e multiplicado por 100;
- c) percentagem de cachos exteriores (% Cext), obtido pela relação entre número total de cachos exteriores e número total de cachos, e multiplicado por 100;
- d) percentagem de buracos na cobertura vegetal (% buracos), obtido pela relação entre número total de buracos e número total de inserções, multiplicado por 100.

### 2.8.2 Área foliar

Para estudar os efeitos dos tratamentos sobre a superfície fotossintetizante das plantas, determinou-se a área foliar através de um método não destrutivo por meio de uma equação de regressão descrita por Regina et al. (2000). Para o cálculo da área foliar das plantas no campo, foram escolhidas dez plantas por bloco com cinco repetições durante o estágio fenológico de maturação, após o desponte dos ramos. Os dados foram submetidos à análise de variância para testar o efeito dos tratamentos, e quando estes foram significativos, realizou a análise de regressão.

As medidas para o cálculo da área foliar foram feitas, inicialmente no campo, com auxílio de uma régua medindo as nervuras laterais da folha (direita e esquerda) para encontrar o valor de L2 que é a soma do comprimento das nervuras das folhas seguindo a metodologia proposta por Carbonneau (1976). Os valores de L2 foram substituídos pelo x da equação de regressão:  $y = 41,5501 - 5,0167x + 0,5269x^2$  determinada por Regina et al. (2000) para estimar a superfície foliar primária da cultivar Syrah. Juntamente às medidas das nervuras, foram contados o número de folhas por ramo e também o número de ramos por planta. A superfície foliar da planta foi estimada através da seguinte fórmula:

$$SFP = CNL2 \times NFR \times NRP$$

Onde,

SFP é a superfície foliar primária (m<sup>2</sup>);

CNL2 o comprimento médio das nervuras L2 (m);

NFR é o número de folhas por ramos;

NRP o número de ramos por planta.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Fenologia**

Nos segundo e terceiro ciclos de produção da videira cv. Syrah, com épocas de podas diferentes, houve semelhança na duração das fases fenológicas (Tabela 2). O início da brotação aconteceu uma semana após a poda e o registro da ocorrência das demais fases fenológicas foram feitas semanalmente até o início da maturação, observando a partir daí, que no terceiro ciclo o período de maturação foi mais lento, causado pela diminuição da temperatura do ar, aumentando assim o número de dias entre a poda e a colheita, que foi de 110 dias no segundo ciclo que ocorreu entre novembro de 2010 e fevereiro de 2011, e de 122 dias no terceiro ciclo que ocorreu entre maio e

setembro de 2011, com uma duração de 41 e 52 dias entre a mudança de cor das bagas e a colheita para o segundo e terceiro ciclos, respectivamente. Da mesma forma, Favero (2007) trabalhando com a mesma cultivar em Três Corações, no Sul de Minas Gerais, verificou que, para o período de agosto de 2004 a janeiro de 2005, que caracterizou o ciclo de verão de 2005 e de agosto de 2005 a janeiro de 2006 caracterizando o verão de 2006, os ciclos duraram em média 159 e 157 dias, respectivamente, correspondendo em um prazo de 51 dias do final da mudança de cor das bagas até a colheita para ambas as safras. Por outro lado, nos ciclos de inverno iniciado em 19 de janeiro de 2005 e 18 de janeiro de 2006, a duração foi de 183 e 180 dias, correspondendo a 82 e 86 dias de maturação, respectivamente.

O tempo de maturação observado em Petrolina - PE está conforme apresentado por Guerra (2002). Segundo o autor, o período de maturação das uvas é de 40 a 50 dias, variando conforme a cultivar. Já o comprimento dos ciclos são inferiores aos registrados por Souza et al. (2002) com duração de 154 dias para a cultivar Syrah cultivada no verão no município de Caldas-MG, e Amorim et al. (2005) em Três Corações que observaram no ciclo de inverno uma duração de 164 dias para a mesma cultivar, por se tratar de um clima subtropical com temperaturas amenas.

No entanto, o aumento da duração do ciclo no período de inverno pode ser traduzido como uma vantagem, em relação ao ciclo de verão, já que a permanência dos cachos na planta por um período maior durante a maturação pode proporcionar uma melhora nas características químicas dos frutos (FAVERO, 2007).

Os graus-dia acumulados no período poda - colheita e subperíodos estudados que corresponde às fases fenológicas de brotação, crescimento dos ramos, cachos separados, floração, alimpa, bago de ervilha, cacho fechado e pintor estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 1** – Duração das fases fenológicas, em dias após a poda de produção (dapp) e exigência térmica em graus-dia (GD) durante dois ciclos de produção da videira cv. Syrah, em Petrolina - PE.

Estádio	Data	dapp	GD
2º ciclo (poda em 10 de novembro de 2010)			
Poda	10/11/10	0	0
Brotação	17/11/10	7	147,35
Crescimento dos ramos	23/11/10	13	114,60
Cachos separados	30/11/10	20	134,15
Floração	07/12/10	27	135,35
Alimpa	14/12/10	34	123,50
Bago de ervilha	21/12/10	41	112,95
Bago de Ervilha/Início Cacho Fechado	28/12/10	48	126,50
Cacho Fechado	04/01/11	55	121,25
Início do Pintor	18/01/11	69	248,80
Colheita	28/02/11	110	733,70
Total: poda a colheita			1998,15
3º ciclo (poda em 10 de maio de 2011)			
Poda	10/05/11	0	0
Brotação	17/05/11	7	126,55
Crescimento dos ramos	24/05/11	14	104,55
Cachos separados	31/05/11	21	107,85
Floração	08/06/11	29	117,10
Alimpa	15/06/11	36	103,85
Bago de ervilha	21/06/11	42	85,60
Bago de Ervilha/Início Cacho Fechado	28/06/11	49	105,45
Cacho Fechado	05/07/11	56	107,45
Início do Pintor	19/07/11	70	206,60
Colheita	09/09/11	122	787,15
Total: poda a colheita			1852,15

Conforme pode-se observar na Tabela 3, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos com doses de adubação nitrogenada para as variáveis analisadas durante o segundo ciclo de produção. Para o estágio de brotação, observou-se aos sete dias após a poda que todos os tratamentos tiveram um alto percentual de brotação.

**Tabela 2** – Efeito da adubação nitrogenada sobre as fases fenológicas da videira cv. Syrah no segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina - PE.

	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
% de Brotação <sup>ns</sup>	93,05	93,13	94,77	92,12	92,09	5,47
% Cresc. Ramos <sup>ns</sup>	70,93	64,87	73,84	69,64	72,42	14,94
% Cachos separados <sup>ns</sup>	31,69	42,81	38,30	41,56	27,11	33,70
% Floração <sup>ns</sup>	52,58	55,78	49,96	42,58	52,84	24,48

<sup>ns</sup> = não significativo.

Observa-se que no terceiro ciclo de produção os tratamentos com doses de N não influenciaram nas fases fenológicas da videira Syrah.

**Tabela 3** – Efeito da adubação nitrogenada sobre as fases fenológicas da videira cv. Syrah no terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), Petrolina - PE.

	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
% de Brotação <sup>ns</sup>	93,05	93,14	94,77	92,12	92,09	5,47
% Cresc. Ramos <sup>ns</sup>	70,93	64,87	73,84	69,64	72,42	14,94
% Cachos separados <sup>ns</sup>	21,18	35,06	21,37	28,11	14,67	77,90
% Floração <sup>ns</sup>	52,58	55,78	49,96	42,58	52,84	24,48

<sup>ns</sup> = não significativo.

### 3.2 Trocas gasosas

A fotossíntese (An) não diferiu estatisticamente entre os tratamentos no segundo ciclo de produção. No entanto, a taxa fotossintética em função da idade fisiológica da folha caracterizou-se por apresentar valores médios máximos na primeira data de leitura com as folhas mais jovens e expandidas, declinando posteriormente com a idade.

**Tabela 4** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a fotossíntese (An,  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina – PE.

Dapp	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
78 <sup>ns</sup>	11,97	15,60	10,82	11,21	13,30	38,94
90 <sup>ns</sup>	8,71	8,22	9,63	10,74	10,88	41,07
103 <sup>ns</sup>	10,59	7,95	7,61	9,13	10,97	32,43

<sup>ns</sup> = não significativo.

Uma alta variabilidade dos valores de condutância estomática (gs) foi observada sob as condições locais em diferentes datas de leituras, em que as folhas se tornavam mais maduras. De modo geral, a condutância diminui com a idade da folha e isto pode estar associado com variações no balanço hormonal, mudança na permeabilidade das membranas, da extensão da parede celular, assim como no funcionamento estomático e perdas da água via cuticular (SYVERTSEN; LLOYD, 1994). Angelocci et al. (2004) descreveram valores mais baixos em condutância à difusão de vapor d'água e transpiração foliar das folhas mais velhas quando avaliadas em limeira ácida. Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos em nenhuma das avaliações realizadas no segundo ciclo de produção. A sensibilidade dos estômatos para abertura e fechamento altera-se durante o curso do dia e de acordo com a atividade, desenvolvimento e adaptação do vegetal. Como as leituras foram realizadas sempre no mesmo horário, é comum que as plantas tenham tido comportamento idêntico nas diferentes datas, desde que as condições atmosféricas sejam iguais.

**Tabela 5** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a condutância estomática (gs, mol H<sub>2</sub>O. m<sup>-2</sup>. s<sup>-1</sup>) em videira de vinho cv. Syrah em três datas após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina – PE.

Dapp	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
78 <sup>ns</sup>	0,38	0,44	0,38	0,38	0,42	21,62
90 <sup>ns</sup>	0,36	0,43	0,43	0,37	0,37	22,39
103 <sup>ns</sup>	0,33	0,27	0,29	0,31	0,34	26,05

<sup>ns</sup> = não significativo.

Quanto à relação fotossíntese/transpiração, que representa a eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) instantânea e expressa quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha, não detectou-se diferença estatística entre os fatores observados nas avaliações realizadas.

**Tabela 6** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a eficiência intrínseca do uso da água (EUA<sub>i</sub>,  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina – PE.

Dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
78 <sup>ns</sup>	30,94	36,02	28,86	29,33	32,29	35,33
90 <sup>ns</sup>	25,93	20,29	22,50	31,55	29,12	45,53
103 <sup>ns</sup>	32,58	25,35	26,79	30,42	32,29	30,90

<sup>ns</sup> = não significativo.

A concentração intracelular de  $\text{CO}_2$  (Ci) apresentou variação significativa entre os tratamentos somente aos 78 dapp, quando a aplicação da adubação nitrogenada diminuiu linearmente a Ci com aumento da dose de N. Aos 90 e 103 dapp, os valores da Ci não diferenciaram entre si com a aplicação do adubo nitrogenada.

**Tabela 7** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração intracelular de  $\text{CO}_2$  (Ci, ppm) em videira de vinho cv. Syrah em três datas após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina – PE.

dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					Equação	$r^2$
	0	10	20	40	80		
78	362,19	345,98	330,00	332,31	318,73	6,11	$y = -10,06x + 368,06$ 0,9*
90 <sup>ns</sup>	349,66	339,31	362,84	370,60	344,05	6,86	-
103 <sup>ns</sup>	346,70	323,25	338,72	364,75	337,15	8,38	-

<sup>ns</sup> = não significativo; \*Significativo a 5% de probabilidade.

A taxa de transpiração foliar (E) é um fenômeno físico das culturas, porém, é um indicador de sua atividade fisiológica e o aumento desta atividade pode estar relacionado com maior produtividade. A taxa de transpiração apresentou efeito significativo entre os tratamentos aos 78 e 103 dapp com maiores valores de E nos tratamento que receberam maior dose de adubação nitrogenada, aumentando linearmente como mostra a Tabela 9.



**Tabela 8** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em três datas após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção (10 de novembro de 2010 a 28 de fevereiro de 2011), Petrolina – PE.

dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)						Equação	$r^2$
	0	10	20	40	80	CV(%)		
78	5,12	5,56	5,45	5,85	6,47	16,95	$y = 0,2986x + 4,794$	0,86 <sup>+</sup>
90	7,49	7,25	6,70	6,58	7,97	16,28	-	Ns
103	5,34	5,34	7,61	5,78	6,93	20,34	$y = 0,3627x + 5,113$	0,31 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup> = não significativo; <sup>\*\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade; <sup>+</sup>Significativo a 10%.

A adubação orgânica não influenciou nos parâmetros fisiológicos avaliados nas trocas gasosas.

**Tabela 9** - Parâmetros fisiológicos em videira cv. Syrah, com duas doses de adubo orgânico (AO), em três datas após a poda de produção (dapp) durante o segundo ciclo de produção, Petrolina – PE.

Variáveis	AO ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ )	Dapp		
		78	90	103
An ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0	12,71 a	10,13 a	9,45 a
	30	12,45 a	9,15 a	9,05 a
gs ( $\text{molH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0	0,40 a	0,39 a	0,30 a
	30	0,39 a	0,40 a	0,32 a
EUAi ( $\mu\text{molCO}_2 \text{molH}_2\text{O}^{-1}$ )	0	31,80 a	28,06 a	30,31 a
	30	31,17 a	23,69 a	28,67 a
Ci (ppm)	0	338,03 a	350,87 a	344,11 a
	30	337,74 a	355,71 a	340,11 a
E ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	0	5,67 a	7,03 a	5,84 a
	30	5,71 a	7,37 a	6,56 a

An – fotossíntese; gs - condutância estomática; EUAi - eficiência intrínseca do uso da água; Ci - concentração intracelular de  $\text{CO}_2$ ; E - transpiração. Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si para cada variável pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao observar os dados das trocas gasosas durante o terceiro ciclo de produção, verificou-se que a adubação orgânica e nitrogenada não influenciaram as variáveis analisadas em 21 de julho e 2, 19 e 29 de agosto de 2011, sendo respectivamente, 72, 84, 101 e 111 dapp. Exceções ocorreram para a condutância estomática, aos 72 dapp, quando o seu valor foi maior no tratamento com dose  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, e para a

transpiração, que apresentou diferença significativa aos 84 dapp (Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15). Segundo Marengo e Lopes (2005), dentre os fatores que mais afetam a fotossíntese estão a intensidade luminosa, a temperatura, a concentração de CO<sub>2</sub>, o teor de nitrogênio da folha e a umidade do solo. Considerando que os tratamentos foram submetidos às mesmas condições ambientais e umidade do solo, o que poderia vir a influenciar na fotossíntese era a disponibilidade de N, mas após repetir as leituras em quatro datas no decorrer do ciclo, observou-se que as doses de N não afetaram a fotossíntese, nem as outras variáveis na maioria das avaliações.

**Tabela 10** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a fotossíntese (An,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro), em Petrolina – PE.

Dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
72 <sup>ns</sup>	19,16	19,25	18,53	17,66	17,89	9,39
84 <sup>ns</sup>	18,59	19,50	19,21	19,09	17,96	9,33
101 <sup>ns</sup>	13,76	13,24	13,50	12,88	11,86	16,64
111 <sup>ns</sup>	8,50	9,98	10,05	9,27	9,60	16,75

<sup>ns</sup> = não significativo;

**Tabela 11** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a condutância estomática (gs,  $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro 2011), em Petrolina – PE.

dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)						Equação	$r^2$
	0	10	20	40	80	CV(%)		
72	0,38	0,41	0,34	0,32	0,34	14,77	$y = -0,015x + 0,405$	0,51 <sup>+</sup>
84	0,37	0,41	0,41	0,41	0,35	16,89	-	Ns
101	0,34	0,34	0,34	0,31	0,27	27,42	-	Ns
111	0,27	0,29	0,28	0,27	0,28	19,76	-	Ns

<sup>ns</sup> = não significativo; <sup>+</sup>Significativo a 10%.

**Tabela 12** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a eficiência intrínseca do uso da água (EUA<sub>i</sub>,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ molH}_2\text{O}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.

Dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
72 <sup>ns</sup>	51,02	47,56	55,07	56,46	52,30	12,02
84 <sup>ns</sup>	51,09	47,09	47,35	46,00	52,60	10,74
101 <sup>ns</sup>	41,59	40,95	41,19	41,51	46,10	16,77
111 <sup>ns</sup>	31,87	34,39	35,76	34,65	34,36	11,96

<sup>ns</sup> = não significativo.

**Tabela 13** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a concentração intracelular de  $\text{CO}_2$  (C<sub>i</sub>, ppm) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.

Dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)					CV (%)
	0	10	20	40	80	
72 <sup>ns</sup>	235,93	240,91	229,18	230,76	237,24	4,35
84 <sup>ns</sup>	232,23	235,56	235,19	238,68	231,47	3,02
101 <sup>ns</sup>	261,31	263,33	263,25	263,59	258,33	3,41
111 <sup>ns</sup>	291,42	283,63	281,71	285,11	285,36	2,81

<sup>ns</sup> = não significativo.

**Tabela 14** - Efeito da adubação nitrogenada sobre a transpiração (E,  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em videira de vinho cv. Syrah em quatro datas após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção (10 e maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.

dapp	Tratamentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ de N)						Equação	r <sup>2</sup>
	0	10	20	40	80	CV(%)		
72 <sup>ns</sup>	6,32	6,43	6,41	5,75	5,91	9,19	-	Ns
84	7,39	8,08	8,21	8,15	7,22	7,71	$y = -0,24x^2 + 1,44x + 6,18$	0,97**
101 <sup>ns</sup>	6,76	6,94	6,83	6,53	5,96	15,67	-	Ns
111 <sup>ns</sup>	5,06	5,75	5,42	5,35	5,38	10,99	-	Ns

<sup>ns</sup> = não significativo; \*\*Significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 16, pode-se observar os resultados da adubação orgânica sobre as trocas gasosas. Após submetidas a análise de variância verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos aplicados.

**Tabela 15** - Parâmetros fisiológicos em videira de vinho cv. Syrah, com duas doses de adubo orgânico (AO), em quatro dias após a poda de produção (dapp) durante o terceiro ciclo de produção, em Petrolina – PE.

Variáveis	AO (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Dapp			
		72	84	101	111
A n (μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	0	18,27 a	18,72 a	12,94 a	9,27 a
	30	18,72 a	19,01 a	13,15 a	9,69 a
gs (molH <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	0	0,36 a	0,39 a	0,32 a	0,27 a
	30	0,36 a	0,40 a	0,33 a	0,28 a
EUAI (μmolCO <sub>2</sub> molH <sub>2</sub> O <sup>-1</sup> )	0	51,32 a	48,13 a	41,61 a	33,67 a
	30	53,64 a	49,52 a	42,92 a	34,74 a
Ci (ppm)	0	232,73 a	233,15 a	261,24 a	283,97 a
	30	236,87 a	236,10 a	262,69 a	286,93 a
E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	0	6,12 a	7,80 a	6,48 a	5,30 a
	30	6,21 a	7,82 a	6,72 a	5,48 a

An – fotossíntese; gs - condutância estomática; EUAI - eficiência intrínseca do uso da água; Ci - concentração intracelular de CO<sub>2</sub>; E - transpiração. Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.3 Expressão vegetativa

#### 3.3.1 Número de camadas de folhas

Pela Tabela 17, observa-se que todas as variáveis apresentaram comportamento semelhante quando submetidas à adubação orgânica e nitrogenada, não apresentando diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos em nenhuma das três avaliações. Os resultados dos parâmetros que caracterizam a densidade do dossel foliar, estimada pelo método do “point quadrat” (Smart e Robinson, 1991), determinados no período maturação da uva.

Quanto ao número de camadas de folhas (NCF), obtidos ao nível dos cachos permitiu verificar ao longo dos períodos de avaliação que os valores registrados (média de 2) foram da mesma ordem de grandeza dos obtidos por Pereira (2000) com a cv. Touriga Nacional e um pouco inferiores aos registros de Queiroz (2002) em cultivares tintas nobres do Douro, a Touriga Nacional e a Tinta Roriz.

A percentagem de cachos exteriores (% C ext) apresentou diferença significativa entre as datas de observações com maior índice aos 84 dapp. Com o avanço

da maturação verifica-se uma redução na % C ext, essas diferenças são indicadores de uma maior fonte de sombra na zona de frutificação.

Para uma produção de qualidade, deverá existir um equilíbrio microclimático entre folha e fruto. Os valores apresentados para todas as fontes de variação estão conforme os apresentados por Silva (2009), trabalhando com a cultivar Aragonez enxertada com SO4.

**Tabela 16** - Índices caracterizadores da estrutura de cobertura, medidos ao nível dos cachos - número de camadas de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores (% Fint.) e percentagem de cachos exteriores (% Cext.) em função de cinco doses de N. Medições realizadas em três datas de avaliação após a poda de produção (dapp), e na fase de maturação da videira cv. Syrah durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina - PE.

		Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					
	Dapp	0	10	20	40	80	CV (%)
NCF <sup>ns</sup>		2,00	2,02	2,28	1,96	2,04	19,74
% F int <sup>ns</sup>	71	19,00	21,63	24,00	20,75	18,41	44,16
% C ext <sup>ns</sup>		39,69	40,72	41,01	54,83	28,35	54,36
NCF <sup>ns</sup>		1,93	1,97	2,07	2,01	2,05	17,57
% F int <sup>ns</sup>	84	24,81	20,17	24,32	24,05	22,86	28,24
% C ext <sup>ns</sup>		67,21	59,93	57,86	56,09	56,87	37,32
NCF <sup>ns</sup>		1,89	2,15	1,99	1,99	2,10	19,29
% F int <sup>ns</sup>	92	20,05	18,99	19,88	21,68	21,71	38,49
% C ext <sup>ns</sup>		46,16	26,80	46,94	44,95	35,19	48,71

<sup>ns</sup> = não significativo.

**Tabela 17** - Índices caracterizadores da estrutura de cobertura, medidos ao nível dos cachos - número de camadas de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores (% Fint.) e percentagem de cachos exteriores (% C ext.). Medições realizadas em função de duas doses de adubo orgânico na fase de maturação da videira cv. Syrah durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina - PE.

		Adubo orgânico (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
		0	30	CV (%)
NCF		2,00 a	2,06 a	13,82
% F int		20,46 a	22,43 a	44,93
% C ext		47,27 a	46,41 a	92,56

Médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à percentagem de buracos, os valores registrados, semelhantes em todas as modalidades, foram muito baixos, sendo sempre inferiores a 7%.

**Tabela 18** - Porosidade (% buracos) estimados pelo método “point quadrat” (Smart e Robinson), durante o terceiro ciclo de produção da videira cv. Syrah (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina - PE.

	dapp	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)				
		0	10	20	40	80
% de Buracos	71	3,33	4,17	1,70	3,33	5,80
	84	3,33	0,83	0,00	1,70	3,33
	92	6,67	0,83	5,00	4,17	4,17

Dados não analisados estatisticamente.

### 3.3.2 Área foliar

A superfície foliar das plantas não foi influenciada pelas doses de N e nem pelo AO, por isso não houve diferença significativa entre os tratamentos. Mas, observou-se um aumento na área foliar em função das datas de avaliação, apresentando valores superiores aos 113 dapp conforme a idade da planta, o que indica um ligeiro vigor que pode ser prejudicial por ser uma fonte de sombra aos cachos (Tabela 20).

**Tabela 19** – Área foliar (AF) da videira cv. Syrah conduzida no sistema de espaldeira em função da adubação nitrogenada avaliada em quatro datas após a poda de produção (dapp), durante a fase de maturação dos frutos durante o terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.

	Dapp	Tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> de N)					CV (%)
		0	10	20	40	80	
AF (m <sup>2</sup> )	70 <sup>ns</sup>	4,34	4,43	3,90	4,39	4,20	15,93
	86 <sup>ns</sup>	5,35	4,58	5,09	5,54	4,97	15,03
	100 <sup>ns</sup>	5,64	5,45	5,24	5,28	5,23	21,86
	113 <sup>ns</sup>	5,09	6,19	5,50	6,59	5,44	24,33

<sup>ns</sup> = não significativo.

**Tabela 20** – Área foliar (AF) da videira cv. Syrah conduzida no sistema de espaldeira em função de duas doses de adubação orgânica durante a fase de maturação dos frutos no terceiro ciclo de produção (10 de maio a 9 de setembro de 2011), em Petrolina – PE.

Adubo orgânico (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )			
AF (m <sup>2</sup> )	0	30	CV (%)
	5,19 a	5,06 a	21,13

Médias seguidas das mesmas letras na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### **4 CONCLUSÕES**

1. A adubação nitrogenada não afetou a duração das fases fenológicas nem as exigências térmicas da videira cv. Syrah.

2. A concentração intracelular de CO<sub>2</sub> diminuiu aos 78 dias após a poda de produção, e a transpiração aumentou aos 78 e 103 dias após a poda de produção com o aumento das doses de nitrogênio.

3. O número de camadas de folhas e a área foliar não foram afetados pela adubação orgânica e adubação nitrogenada.

4. As doses de N em conjunto com a aplicação de adubo orgânico não influenciaram significativamente os componentes do rendimento, porém, influenciaram aspectos da uva ligados ao potencial para vinificação.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. C. S.; ALBUQUERQUE, J. A. S. **Comportamento de dez cultivares de videira na região do Submédio São Francisco**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 20 p.

ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: O autor, 2002, 272 p.

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A.; COELHO FILHO, M. A.; MARIN, F. R. Measurements of net radiation absorbed by isolated acid lime tress (*Citrus latifolia* Tanaka). **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Dundee, v. 79, p. 699 – 703, 2004.

AMORIM, D. A.; FAVERO, A. C.; REGINA, M. A. Produção extemporânea da videira, cv. Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 327 – 331, ago. 2005.

BASSOI, L. H.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. L. T.; SOUZA, C. R.; SILVA, J. A. M.; RAMOS, M. M. Preliminary results of a longterm experiment about RDI and PRD irrigation strategies in wine grape in São Francisco Valley, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 754, p. 275 - 282, 2007.



BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis v. 52, n. 1, p. 1 - 7, 2001.

BOLIANI, A. C. **Avaliação fenológica da videira (*Vitis vinífera*) cv. 'Itália' e 'Rubi' na região Oeste do Estado de São Paulo**. 1994. 188 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - SP.

CARBONNEAU, A. **Analyse de lacris sance des feuil lesdusarment de vine: Estimation de la surfasse foliar e par enchantil lonnage**. *Connaissance Vigne Vin*, Bordeaux, v. 10, n. 2, p. 141 – 159, 1976.

COOMBE, B. G. Influence of temperature on composition and quality of grapes. **Acta Horticulturae**. Wageningen, n. 206, p. 23 – 35, 1987.

FAVERO, A. C. **Variabilidade de produção da videira 'Syrah' em ciclos de verão e inverno no sul de Minas Gerais**. 2007. 124 p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos. In: **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG – FECD, 2002, p. 179 – 192.

GIL, G. **Fruticultura: la producción de fruta**. Santiago: Ediciones Universidade Católica de Chile, 2000. 582 p.

HASHIZUME, K.; SAMUTA, T. Grape maturity and light exposure affect berry methoxy pyrazine concentration. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 50, n. 2, p. 194 - 198, 1999.

HIDALGO, L. **Tratado de Viticultura General**. Madrid: Mundi, 1993. 983 p.

HIDALGO, L. **Tratado de Viticultura General**. Barcelona, Edição: Mundi-Prensa, 2002, 3ª edição, 1235p.

HUNTER, J. J.; DE VILLIERS, O. T.; WATTS, J. E. The effect of partial defoliation on quality characteristics of *Vitisvinifera* L.cv. Cabernet Sauvignon grapes. II. Skincolor, skin sugar, and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 42, n. 1, p. 13 - 18, 1991.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: C.H.B.A., 2000. 531 p.

LEÃO, P. C. S.de; SILVA, E. E. G. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 379 - 382, 2003.

- LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modeling**: ecological studies 8. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p. 3 - 19.
- LOPES, C. M.; ANDRADE, I.; PEDROSO, V.; MARTINS, S. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.19, n. 2, p.61 - 75, 2004.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, MG. 2005. 451p.
- MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. New York, Cambridge University Press, 1992, 239 p.
- NAGATA, K. R.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; VILLA NOVA, N. A. Temperatura-base e soma térmica (graus dias) para videiras 'Brasil' e 'Benitaka'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 329 – 333, 2000.
- OLLAT, N.; GAUDILLERE, J. P.; BRAVDO, B. A. Carbon balance in developing grape vine berries. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 526, p. 345-350, 2000.
- PEDRO JÚNIOR, M. J.; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS, F. P. Determinação da área foliar em videira cultivar Niagara Rosada. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 199 – 204, 1986.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fealq, 1997. 183 p.
- PEREIRA, J. M. M. **Caracterização fisiológica e agronômica de diferentes estratégias culturais para minimizar o stress estival em *vitis vinífera* L. na região demarcada do douro**. 2000. 255 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- POMMER, C. V.; PASSOS, I. R. S. **Fisiologia da videira: como produz açúcar uma videira?** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1990, 51 p. (IAC. Documento Técnico, 20).
- PRICE, S. F.; BREEN, P. J.; VALLADAO, M.; WATSON, B. T. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 46, n. 2, p. 187 - 194, 1995.
- QUEIROZ, J. B. L. **Condução e relações rendimento qualidade de castas nobres do douro**. 2002. 225 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade do Porto, Porto.
- REGINA, M. de A.; PEREIRA, G. E.; CANÇADO, G. M. A.; RODRIGUES, D. J. Cálculo da área foliar em videira por método não destrutivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 310 - 313, 2000.
- ROCHA, M. G. da. **Partição da extração da água do solo por plantas entre camadas com propriedades hidráulicas distintas**. 2009. 55 p. Dissertação (mestrado em

agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba – SP.

SANTOS, H. P. dos. **Aspectos ecofisiológicos na condução da videira e sua influência na produtividade do vinhedo e na qualidade dos vinhos**. Bento Gonçalves: 2006. 9 p. (Comunicado Técnico, 71).

SANTOS, C. M. G. **Fisiologia e metabolismo da videira cv. Syrah no Submédio do Vale do São Francisco sob três estratégias de irrigação**. 2012. 145 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 9 - 14, 1998.

SILVA, M. J. N. C. G. S. **Controlo do rendimento na casta Aragonez**. 2009. 60 p. Dissertação (mestrado em Viticultura e Enologia) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade do Porto, Lisboa.

SMART, R. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 3, p. 230 - 239, 1985.

SMART, R. E. Influence of light on composition and quality of grapes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 206, p. 37 - 48, 1987.

SMART, R. E.; ROBINSON, M. **Sunlight into the wine**. A Handbook for winegrape canopy management. Adelaide: Winetitles, 1991, 88 pp.

SOUZA, C. M.; REGINA, M. A.; PEREIRA, G. E.; FREITAS, G. F. Idicação de cultivares de videira para o sul de Minas Gerais. In: REGINA, M. A. (Coord.). **Viticultura e enologia** – atualizando conceitos. Caldas: EPAMIG – FECD, 2002. p. 277 – 286.

SYVERTSEN, J. P.; LLOYD, J. J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994, v. 2, p. 65 – 101.

TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; NOGUEIRA, N. A. M. (CORD.). **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Cati, 1993. 51 p. (CATI. Documentos Técnico, 97).

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, São Paulo, n. 30, p. 1 - 8, 1972.

WINKLER, A. J. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1965, 633 p.

## CONCLUSÕES

A videira cv. Syrah enxertada sobre Paulsen 1103, nos três primeiros ciclos de produção, não apresentou variação na produtividade quando submetida às doses de adubo orgânica e adubo nitrogenado, em Petrolina – PE. No entanto, a concentração de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo aumentou em função da dose de N aplicado via fertirrigação, numa profundidade abaixo da zona radicular da cultura, podendo haver contaminação do lençol freático, além de perdas econômicas.

As doses de N causaram variação nas características enológicas das bagas, proporcionando aumento de forma linear e quadrática na massa de cem bagas e volume do mosto, respectivamente. A acidez total titulável, os sólidos solúveis totais e o pH não foram influenciados pelas doses de N.

Os valores de massa de cem bagas, volume de mosto e pH foram superiores nos tratamentos que receberam adubação orgânica, enquanto que a acidez total do mosto foi menor nesses tratamentos. Os valores dos sólidos solúveis não foram influenciados pela adubação orgânica.

A adubação orgânica e nitrogenada não afetaram a expressão vegetativa, e pouco interferiram nas trocas gasosas da videira cv. Syrah irrigada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2011. p. 505-520, 2011.

BRUNETTO, G. **Nitrogênio em videira: recuperação, acumulação e alterações na produtividade e na composição da uva**. 2008. 168 p. Tese, (Doutorado em Ciência do solo) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; CAVALCANTE, A. C. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco**: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 60 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 211).

CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; MELO, R. F.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. S. L.; ALVAREZ, I. A. Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In, SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. **Semiárido Brasileiro**: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido. 1ed, 2010, 402 p.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Atributos químicos de um Argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, p. 299 - 307, 2007.