

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS**

**NITROGÊNIO TOTAL EM PECÍOLO DE VIDEIRAS E
NITROGÊNIO AMONÍACAL, ASSIMILÁVEL E
TOTAL EM UVAS E MOSTOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Graciela Taís Richter

**Santa Maria, RS, Brasil.
2008**

**NITROGÊNIO TOTAL EM PECÍOLO DE VIDEIRAS E
NITROGÊNIO AMONÍACAL, ASSIMILÁVEL E TOTAL EM
UVAS E MOSTOS**

por

Graciela Taís Richter

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Orientador: Carlos Eugenio Daudt

Santa Maria, RS, Brasil.

2008

Richter, Graciela Taís, 1981-

R 535n

Nitrogênio total em pecíolo de videiras e nitrogênio amoniacal, assimilável e total em uvas e mostos / por Graciela Taís Richter ; orientador Carlos Eugenio Daudt. – Santa Maria, 2008.

101 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2008.

1. Videira 2. Nitrogênio 3. Amônia 4. Pecíolo 5. Floração
6. *Vèraison* 7. Fermentação I. Daudt, Carlos Eugenio, orient.
II. Título

CDU: 634.8:663.2

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**NITROGÊNIO TOTAL EM PECÍOLO DE VIDEIRAS E NITROGÊNIO
AMONÍACAL, ASSIMILÁVEL E TOTAL EM UVAS E MOSTOS**

elaborada por
Graciela Taís Richter

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Comissão Examinadora

Carlos Eugenio Daudt, PhD.
(Presidente/Orientador)

Luisa Helena Hecktheuer, Dra. (UFSM)

José Henrique Souza da Silva, PhD. (UFSM)

Santa Maria, 18 de março de 2008.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade.

Ao Prof. Carlos Eugenio Daudt pela orientação e amizade, pelo conhecimento adquirido ao longo deste trabalho e pela aprendizagem no mundo do vinho.

À professora Neidi Penna, pela amizade e auxílio na orientação deste trabalho e ao professor José Henrique, pelo auxílio na análise estatística.

À engenheira agrônoma Aline Fogaça, pelo companheirismo, amizade e acompanhamento ao longo de todo trabalho e também pelo auxílio na análise estatística.

Aos professores e colegas do Nidal e aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos pela ajuda e orientação.

À Vinícola Velho Amâncio, por ceder os vinhedos e as uvas para a realização do trabalho.

Aos meus pais, Arcildo e Tânia, por serem exemplo de luta e honestidade, pelo apoio e compreensão.

Aos meus irmãos, em especial à Nutsi pela amizade, convívio diário e compreensão nas horas difíceis.

Ao Rafael, meu “Coração”, pelo amor, carinho, amizade, compreensão e incentivo durante a realização do curso, sempre apoiando nas horas de dificuldade e dúvida.

Aos meus amigos... Impossível citar a todos, mas, obrigado, Aracélli, Juliana e Karla que foram e sempre serão companheiras de todas as horas, da conversa fora, do chimarrão e claro, da festa do final de semana. Aos demais colegas da faculdade, não menos especiais, Gisele, Letícia, Thiago, Daniel e Frantiescoli, pela amizade. Ana Claudia pelo carinho, pelas conversas, pelo sorriso amigo. Juliane e Cátia, que me fizeram crescer muito como pessoa nestes anos todos que moramos juntas, aprendendo a viver com as igualdades e diferenças de cada um.

À Tere e o Vovô Nelson pelo apoio, amizade e pelos conselhos.

Aos colegas do mestrado pela convivência e amizade.

À Deus, por colocar todas estas pessoas em minha vida.

A todos, o meu muito obrigado.

*“Embora ninguém possa voltar atrás
e fazer um novo começo;
qualquer um pode começar
agora e fazer um novo fim”*

Chico Xavier

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Universidade Federal de Santa Maria

NITROGÊNIO TOTAL EM PECÍOLO DE VIDEIRAS E NITROGÊNIO AMONÍACAL, ASSIMILÁVEL E TOTAL EM UVAS E MOSTOS

AUTORA: GRACIELA TAÍS RICHTER

ORIENTADOR: CARLOS EUGENIO DAUDT

CO-ORIENTADORA: NEIDI GARCIA PENNA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de Março de 2008.

A produção de uvas de qualidade para fabricação de vinhos depende diretamente do solo onde a videira é cultivada e de onde esta absorve água e nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Teores muito elevados levam a um crescimento vegetativo acentuado, enquanto que em solos pobres e com baixa fertilidade há desenvolvimento de entrenós curtos e folhas pequenas. A fim de solucionar este problema foi proposto o presente trabalho, com a finalidade de sugerir padrões de nitrogênio para diferentes condições de cultivo do parreiral, através da determinação de diferentes frações de nitrogênio durante o ciclo vegetativo: floração, 30 dias após a floração, “vèraison”, colheita e fermentação, em três variedades viníferas: Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir. Nitrogênio total foi analisado através do método micro-Kjedahl. Amônia e nitrogênio assimilável foram determinados através de destilação por arraste de vapor e titulação com formaldeído, respectivamente. Para a variedade Cabernet Sauvignon, os valores de nitrogênio total foram: na floração 1,3 g %; 30 dias após a floração 0,58 %; no “vèraison” 264,2 mg/L e na colheita 303,7 mg/L. Os valores de nitrogênio amoniacal foram 126,3 mg/L no “vèraison” e 46,6 mg/L na colheita, enquanto que a quantidade de nitrogênio assimilável foi de 101,0 mg/L e 131,1 mg/L, para o mesmo período. Para a variedade Merlot, a quantidade de nitrogênio total foi de 1,24 g % na floração; 0,64 g % 30 DAF; 209,4 mg/L no “vèraison” e 327,8 mg/L na colheita. Para o nitrogênio amoniacal foram encontrados 86,3 e 25,5 mg/L para “vèraison” e colheita, respectivamente, enquanto que a quantidade de nitrogênio assimilável foi de 67,0 e 86,0 mg/L, para o mesmo período. Já para a variedade Pinot noir, as quantidades de nitrogênio total foram: 1,65 e 0,57 g % na floração e 30 DAF, respectivamente; 95,3 mg/L no “vèraison” e 140,9 mg/L na colheita. Para o nitrogênio amoniacal, os valores foram de 36,0 e 18,1 mg/L no “vèraison” e na colheita, nesta ordem, enquanto que, para o nitrogênio assimilável a quantidade foi de 56,0 e 63,3 mg/L para o mesmo período de coleta. O comportamento das três variedades foi semelhante durante as diferentes fases do ciclo vegetativo e na fermentação, entretanto, as menores quantidades de nitrogênio total no momento da colheita, para a variedade Pinot noir nos levam a sugerir uma adubação nitrogenada no período entre 30 DAF e o “vèraison”.

Palavras-chave: nitrogênio, amônia, pecíolo, floração, “vèraison”, fermentação.

ABSTRACT

Masters Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

TOTAL NITROGEN IN GRAPAVINE PETIOLE AND AMMONIACAL, ASSIMILABLE AND TOTAL NITROGEN IN GRAPES AND WINE

AUTHORESS: GRACIELA TAÍS RICHTER

ADVISER: CARLOS EUGENIO DAUDT

CO-ADVISER: NEIDI GARCIA PENNA

Date and Place of Defense: Santa Maria, March 18, 2008.

The production of grapes depends on the soil where the grape grown where it absorbs water and nutrients necessary for their development. High levels lead to a sharp growth, while in poor soils with low fertility and there is development of short internodes and leaves small. Searching a solution to this problem is proposed this work, with the aim of suggesting standards of nitrogen for different conditions of cultivation of the garden, through the determination of different fractions of nitrogen during growth: flowering, 30 days after flowering, "vèraison", harvest and fermentation, in three varieties viníferas: Cabernet Sauvignon, Merlot and Pinot noir. Total Nitrogen was analyzed through micro-Kjedahl method. Ammonia and assimilable nitrogen were determined distillation and titration with formaldehyde, respectively. For a variety Cabernet Sauvignon, the values of total nitrogen were: in flowering 1,3 g %, 30 days after the flowering 0,58 %; in "vèraison" 264,2 mg/L and harvest 303,7 mg/L. The values of ammoniacal nitrogen were 126,3 mg/L in "vèraison" and 46,6 mg/L in harvest, while assimilable nitrogen was of 101,0 mg/L and 131,0 mg/L, for the same period. For Merlot variety, total nitrogen was 1,24 g % in flowering; 0,64 g % 30 DAF; 209,4 mg/L in "vèraison" and 327,8 mg/L in harvest. Ammoniacal nitrogen was 86,3 and 25,5 mg/L for "vèraison" and harvest, respectively, while assimilable nitrogen was of 67,0 and 86,0 mg/L, for the same period. For Pinot noir, total nitrogen was 1,65 and 0,57 g % in flowering and 30 DAF, respectively; 95,3 mg/L in "vèraison" and 140,9 mg/L in the harvest. For the ammoniacal nitrogen, the figures were 36,0 and 18,1 mg/L in the "vèraison" and the harvest, in that order, whereas, for the amount assimilable nitrogen was of 56,0 and 63,3 mg/L for the same period. Three varieties were similar during vegetative cycle and fermentation, however, the smaller quantities of total nitrogen at harvest, for Pinot noir lead us to suggest a nitrogen fertilization in the period between 30 and DAF "vèraison".

Keywords: nitrogen, ammonia, petiole, flowering, "vèraison", fermentation.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Representação esquemática da rota de assimilação do nitrogênio nas raízes e folhas de plantas. (NO_3^- : nitrato; NO_2^- : nitrito; NH_4^+ : amônio; GLN: glutamina; GLU: glutamato; RN: redutase do nitrato; RNi: redutase do nitrito; GS: sintetase da glutamina; GOGAT: sintetase do glutamato; T: transportador)..... 24
- FIGURA 2 - Amostragem de pecíolo oposto ao cacho, durante a época de floração e 30 dias após a floração..... 43

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 – Nitrogênio total (em g %) em pecíolos de videira para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: floração (coleta I) e 30 dias após a floração (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 54
- GRÁFICO 2 – Nitrogênio total (em mg/L) em uvas utilizadas para a elaboração de vinhos finos, para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: “vèraison” (coleta I) e colheita (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS 57
- GRÁFICO 3 – Nitrogênio amoniacal (em mg/L) em uvas utilizadas para a elaboração de vinhos finos, para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: “vèraison” (coleta I) e colheita (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 60
- GRÁFICO 4 – Nitrogênio assimilável (em mg/L) em uvas utilizadas para elaboração de vinhos finos, para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: “vèraison” (coleta I) e colheita (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 62
- GRÁFICO 5 – Nitrogênio total (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) e seu comportamento durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 67
- GRÁFICO 6 – Nitrogênio amoniacal (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) e seu comportamento durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 70

GRÁFICO 7 – Nitrogênio assimilável (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) e seu comportamento durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 74

GRÁFICO 8 – Nitrogênio total (mg/L) e seu comportamento para a variedade Cabernet Sauvignon, na fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações CS 1, CS 2, e CS 3) e fermentadas com leveduras nativas (CS 4) durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 76

GRÁFICO 9 – Nitrogênio total (mg/L) e seu comportamento para a variedade Merlot, na fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações M 1, M 2 e M 3) e fermentadas com leveduras nativas (M 4) durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Leveduras utilizadas nas microvinificações para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir.....	44
TABELA 2 – Valores de precipitação (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C), amplitude e soma de calor, registrados no vinhedo durante duas safras (2005/06: ano 1 e 2006/07: ano 2).....	48
TABELA 3 – Datas de floração, “vèraison” e colheita e valores de graus Brix, acidez titulável ($\text{gH}_2\text{Ta.L}^{-1}$) e pH das variedades <i>Vitis vinifera</i> Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, da safra 2006/2007, observadas no momento da colheita.....	49
TABELA 4 – Média dos valores de nitrogênio total (em g %) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: na floração (coleta I) e 30 dias após a floração (coleta II), encontradas em pecíolos de videira, amostrados durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.....	51
TABELA 5 - Padrões de nitrogênio (g.kg^{-1}) para videiras, determinados pela análise de pecíolos, na época de floração.....	51
TABELA 6 - Padrões de nitrogênio (em %) para variedades viníferas, determinados pela análise de pecíolos, na época da floração e do “vèraison”.....	52
TABELA 7 – Média dos valores de nitrogênio total (em mg/L) em uvas, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), utilizadas para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.....	55

TABELA 8 - Índice de conversão do nitrogênio total (em g %) entre diferentes épocas de coleta (floração, 30 dias após a floração [DAF], “vèraison” e colheita), para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) encontradas em pecíolos de videira e uvas, amostrados durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS..... 58

TABELA 9 – Média dos valores de nitrogênio amoniacal (em mg/L) em uvas, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), utilizadas para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS..... 59

TABELA 10 – Média dos valores de nitrogênio assimilável (em mg/L) em uvas, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), utilizadas para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS..... 61

TABELA 11 – Média dos valores de nitrogênio total (mg/L), para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, na safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 64

TABELA 12 – Média dos valores de nitrogênio amoniacal (mg/L), para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 68

TABELA 13 – Média dos valores de nitrogênio assimilável (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 71

TABELA 14 – Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon, na fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações CS 1, CS 2 e CS 3) e fermentadas com leveduras nativas (CS 4) e para a variedade Merlot, em fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações M 1, M 2 e M 3) e com leveduras nativas (M 4), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cv. – cultivar

CS – Cabernet Sauvignon

M – Merlot

PN – Pinot noir

DAF – Dias após a floração

N – Nitrogênio

RN – Redutase do nitrato

RNi – Redutase do nitrito

GS – Sintetase da glutamina

GOGAT – Sintetase do glutamato

GLN – Glutamina

GLU – Glutamato

NH_4^+ – Íon amônio

NO_3^- – Nitrato

NO_2^- – Nitrito

H_2O_2 – Água oxigenada

H_2SO_4 – Ácido sulfúrico

NaOH – Hidróxido de sódio

Na_2SO_4 – Sulfato de sódio

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – Sulfato de cobre pentaidratado

H_3BO_3 – Ácido bórico

MgO – Óxido de magnésio

$\text{gH}_2\text{T.L}^{-1}$ – Gramas de ácido tartárico por litro

g (kg) N/ha/dia – gramas (ou quilogramas) de nitrogênio/hectare/dia

NIDAL – Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais

CCR – Centro de Ciências Rurais

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	86
ANEXO 2 – Nitrogênio amoniacal (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	87
ANEXO 3 - Consumo de nitrogênio assimilável (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	88
ANEXO 4 - Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Merlot durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	89
ANEXO 5 - Consumo de nitrogênio amoniacal (mg/L) para a variedade Merlot durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	90
ANEXO 6 - Consumo de nitrogênio assimilável (mg/L) para a variedade Merlot durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	91
ANEXO 7 - Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Pinot noir durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	92

ANEXO 8 - Consumo de nitrogênio amoniacal (mg/L) para a variedade Pinot noir durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	93
ANEXO 9 - Consumo de nitrogênio assimilável (mg/L) para a variedade Pinot noir durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.....	94
ANEXO 10 - Modelo matemático para a fração de nitrogênio total para a variedade Cabernet Sauvignon.....	95
ANEXO 11 - Modelo matemático para a fração de nitrogênio total para a variedade Merlot.....	95
ANEXO 12 - Modelo matemático para a fração de nitrogênio total para a variedade Pinot noir.....	96
ANEXO 13 - Valores de nitrogênio total (em mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), encontradas no suco de videira utilizado para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.....	96
ANEXO 14 - Valores de nitrogênio amoniacal (em mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), encontradas no suco de videira utilizado para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.....	97
ANEXO 15 - Valores de nitrogênio assimilável (em mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), encontradas no suco de videira utilizado para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.....	97

ANEXO 16 - Média dos valores de nitrogênio amoniacal (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 98

ANEXO 17 - Média dos valores de nitrogênio assimilável (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, na safra 2006-2007, em Itaara, RS..... 98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2. 1 Nitrogênio na videira.....	22
2.2 Nitrogênio no mosto e no vinho.....	25
2.2.1 Nitrogênio total no mosto e no vinho.....	25
2.2.2 Nitrogênio amoniacal e nitrogênio assimilável em uvas, mostos e vinhos.....	28
2. 3 Fisiologia da videira.....	30
2. 4 Análise peciolar em videiras.....	32
2. 5 Fertilização.....	34
2. 6 Ciclo vegetativo da videira.....	37
2.7 Variedades de uvas.....	39
2.7.1 Cabernet Sauvignon.....	39
2.7.2 Merlot.....	40
2.7.3 Pinot noir.....	41
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1 Registro dos dados climáticos.....	42
3.2 Coleta de amostras.....	42
3.3 Microvinificações.....	44
3.4 Análises físico-químicas.....	45
3.5 Análises químicas.....	45
3.5.1 Análise de nitrogênio total nos pecíolos.....	45
3.5.2 Análise de nitrogênio total no mosto e no vinho.....	46
3.5.3 Análise de nitrogênio assimilável no suco de uva durante o “vèraison”, no mosto e no vinho.....	46
3.5.4 Análise de nitrogênio amoniacal no suco de uva durante o “vèraison”, no mosto e no vinho.....	47
3.6 Análise estatística.....	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 Análise dos dados climáticos.....	48
4.2 Análise peciolar.....	50

4.3 Análise de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrogênio assimilável no suco no “vèraison” e na colheita.....	54
4.4 Nitrogênio total no mosto e no vinho das variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir.....	63
4.5 Nitrogênio amoniacal no mosto e no vinho para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir.....	67
4.6 Nitrogênio assimilável no mosto e no vinho para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir.....	71
4.7 Comparação entre a fermentação com e sem adição de levedura pura para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.....	74
5 CONCLUSÕES.....	78
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
7 ANEXOS.....	86

1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura brasileira é jovem quando comparada com a maioria dos países vitivinícolas. Apresenta características bastante particulares e tem tido constante crescimento, tanto no aumento das áreas cultivadas quanto no estabelecimento de novos pólos vitivinícolas e na evolução tecnológica do sistema de produção de uvas e de elaboração de vinhos. Segundo dados da UVIBRA – União Brasileira de Viticultura (2007), em 2005 a produção de uvas viníferas foi de aproximadamente 71 milhões de kg. Em 2006 houve uma diminuição nesta quantidade, sendo que foram produzidos em torno de 56 milhões de quilogramas de uvas viníferas. Em 2007, a produção nacional de uvas viníferas aumentou novamente, chegando a 72 milhões de kg, cerca de 22 % a mais em relação a quantidade produzida em 2006. Em relação aos vinhos finos, o Brasil produziu, em 2005, em torno de 45 milhões de litros, diminuindo para 32 milhões em 2006. Em 2007, houve um aumento nesta quantidade para cerca de 43 milhões de litros, aproximadamente 26 % em relação ao ano anterior.

O Rio Grande do Sul é o maior produtor brasileiro de uvas viníferas e vinhos finos, sendo que 95 % dos vinhos brasileiros são produzidos neste estado, principalmente na região da Serra Gaúcha. A cada ano são implantados novos parreirais e outras regiões vem se destacando, como a Metade sul do estado, a região da Campanha e a região central do estado, na Depressão Central.

O desenvolvimento da videira está intimamente relacionado às propriedades do solo onde é cultivada, visto que a qualidade das uvas e, conseqüentemente, a qualidade dos vinhos se entrelaça com a natureza do solo de onde as raízes absorvem água e nutrientes.

Muitos são os solos em que a videira pode ser cultivada, entretanto, a quantidade e tipo de nutrientes neles existentes influenciam diretamente no seu desenvolvimento. Dentre os diversos nutrientes, destacamos os compostos nitrogenados, que além de serem utilizados pelas leveduras durante o processo de fermentação, irão influenciar no conteúdo de vários outros compostos presentes no vinho, bem como no desenvolvimento de aromas e estabilidade do produto final.

A formação dos ramos e folhas (crescimento vegetativo) é condicionada pela presença destes nutrientes, visto que teores elevados levam a um crescimento vegetativo acentuado, com surgimento de folhas muito grandes, ramos muito grossos e longos espaçamentos entre os entrenós, enquanto que em solos pobres e com baixa fertilidade há desenvolvimento de entrenós curtos e folhas pequenas. Além destes, outros fatores como incidência solar,

temperatura, presença de outros nutrientes e quantidade de chuva também podem influenciar no desenvolvimento adequado da videira (WINKLER et al., 1974).

As variedades *Vitis vinifera* utilizadas para a fabricação de vinhos devem apresentar uvas de excelente qualidade, com produtividade adequada. Sendo assim, os solos utilizados no cultivo da videira necessitam de adubação nitrogenada, em quantidades controladas, que pode ser realizada pela aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo (neste caso no início do ciclo vegetativo das plantas) ou via foliar (como forma de suplementação de nitrogênio e auxiliar na proteção da planta frente a fungos e pragas durante seu ciclo). De acordo com Brunetto (2008), encontrar o melhor momento da adição de nitrogênio no solo, em nossas condições de clima, solo, cultivares, porta-enxerto, etc. é um desafio para nossos pesquisadores.

Em seu estudo com a cultivar Cabernet Sauvignon, em Bento Gonçalves e em Santana do Livramento com diferentes tipos de solo, Brunetto (2008) considerou o momento da brotação ideais para a adição de nitrogênio e constatou que esta adição aumenta a produtividade; estes estudos deverão ser mais aprofundados para correlacionar todos os fatores citados acima e criar um padrão para nosso estado, podendo então apenas consultar os dados oriundos de origens diferentes das nossas e, portanto de valor bem limitado.

Neste contexto, a avaliação do estado nutricional das videiras constitui um dos grandes desafios dos pesquisadores no que se refere à quantidade e qualidade dos nutrientes que serão absorvidos e metabolizados pela planta. Embora muitas vezes estes valores estejam dentro dos padrões aceitos internacionalmente, a observação visual das videiras, individualmente, indica muitas vezes sintomas de carência nutricional, que pode estar associada aos conteúdos de nitrogênio.

Visando que as videiras em estudo desenvolvam espessuras de galhos adequadas, é proposto o presente trabalho, a fim de contribuir para o estudo de nitrogênio em diferentes condições de clima, solo, relevo e variedades. Os objetivos mais específicos são:

- 1 – Analisar nitrogênio total nos pecíolos durante a floração e trinta dias após a mesma;
- 2 – Analisar nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrogênio assimilável nos grãos de uva durante o “vèraison” e na colheita;
- 3 – Analisar nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrogênio assimilável no mosto (durante a fermentação) e no vinho;
- 4 – Comparar a fermentação com e sem adição de leveduras puras nas variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Winkler et al., (1974), as videiras possuem alta capacidade de absorção de nutrientes, e por isso se adaptam a solos com diferentes fertilidades. Dos elementos químicos conhecidos, apenas dezesseis são considerados essenciais ao desenvolvimento da videira, sendo estes divididos em dois grupos: 1) Macro-elementos, formado por: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro e 2) o grupo dos Micro-elementos (ou elementos traço), que compreende: manganês, zinco, boro, cobre, molibdênio e cloro. Estes nutrientes são importantes para a videira porque participam da formação da estrutura celular, de processos metabólicos, influenciam ou regulam funções como pressão osmótica e permeabilidade da membrana celular, além de agirem como catalisadores de várias reações ou como carreadores de outros elementos ou íons através de ligações químicas.

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, se o solo não tiver capacidade de suprimento para repô-los durante o ciclo vegetativo-produtivo. Dentre os nutrientes, o nitrogênio afeta o crescimento vegetativo da videira, a produção e a qualidade da uva, conseqüentemente, do vinho, quer por falta, quer por excesso (BRUNETTO et al., 2006). Assim, seu uso deve ser realizado com prudência. Os nutrientes minerais absorvidos são utilizados nos mais diversos processos fisiológicos e também como componentes estruturais (MULLINS et al., 1992).

De acordo com Winkler et al. (1974), o movimento dos nutrientes ocorre principalmente via xilema, que é a parte lenhosa da videira. Esta translocação ocorre preferencialmente no tecido lenhoso mais jovem, porém, a parte mais antiga permanece viva e ativa durante vários anos, formando a estrutura da planta. Muitos são os fatores que afetam a absorção e distribuição dos nutrientes, a citar, temperatura, luminosidade, CO₂, água, nutrientes, fotoperíodo e outras variações sazonais.

Devido a grande importância do nitrogênio durante o ciclo vegetativo da videira e sua mobilidade no solo, este elemento tem sido muito estudado, a fim de proporcionar uma absorção adequada e eficiente, podendo-se assim, efetuar uma adubação adequada, evitando perdas e gastos excessivos e, finalmente, obter vinhos de qualidade.

2. 1 Nitrogênio na videira

Todas as substâncias absorvidas pela videira através das raízes, devem estar em solução em água (WINKLER et al., 1974). Os nutrientes necessários à videira, juntamente com a água, encontram-se disponíveis no solo, em uma solução de íons em água, e, dependendo da sua disponibilidade, chegam até as partes aéreas, percorrendo o caminho solo-raízes-sarmentos, através de uma tensão gerada pelas folhas durante o processo de transpiração (KELLER, 2005a). Em solos onde há deficiência de água, esta absorção de nutrientes torna-se progressivamente mais difícil.

O nitrogênio (N) é considerado um nutriente essencial e participa da constituição do vegetal, formando os aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, hormônios, (WERMELINGER, 1991; TAIZ; ZEIGER, 1998) ATP, NADH e NADPH (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Na videira, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente.

O nitrogênio é encontrado no solo nas formas orgânica (proteínas, aminoácidos, entre outras) e inorgânica (NH_4^+ e NO_3^-) ou uréia. As principais formas absorvidas pelos vegetais são NH_4^+ e NO_3^- . No caso da videira, quase todo o nitrogênio é absorvido e transportado até as folhas na forma de nitrato (NO_3^-), onde sofre redução para nitrito (NO_2^-) e, em seguida para amônio (NH_4^+), na presença da enzima redutase do nitrato. A partir do NH_4^+ tem início o processo de síntese de compostos orgânicos, como aminoácidos, pigmentos de clorofila, proteínas, hormônios, alcalóides e fosfatos orgânicos (WINKLER et al., 1974; SPONHOLZ, 1991; ZOECKLEIN et al., 2001). A absorção do nitrogênio inicia-se logo após o início da brotação das gemas (LÖHNERTZ, 1991; BRUNETTO, 2008).

Os compostos nitrogenados assumem diversos papéis importantes no que se refere à composição e qualidade do vinho. Segundo Bisson (1991), o nitrogênio é requerido pelas leveduras para seu crescimento e fermentação. Quando o conteúdo de nitrogênio é baixo, a arginina e a prolina são os maiores aminoácidos encontrados nas uvas. Compostos como amônia e glutamato são fontes de nitrogênio prontamente disponíveis para a levedura, mas outros, como a arginina, também podem ser utilizados.

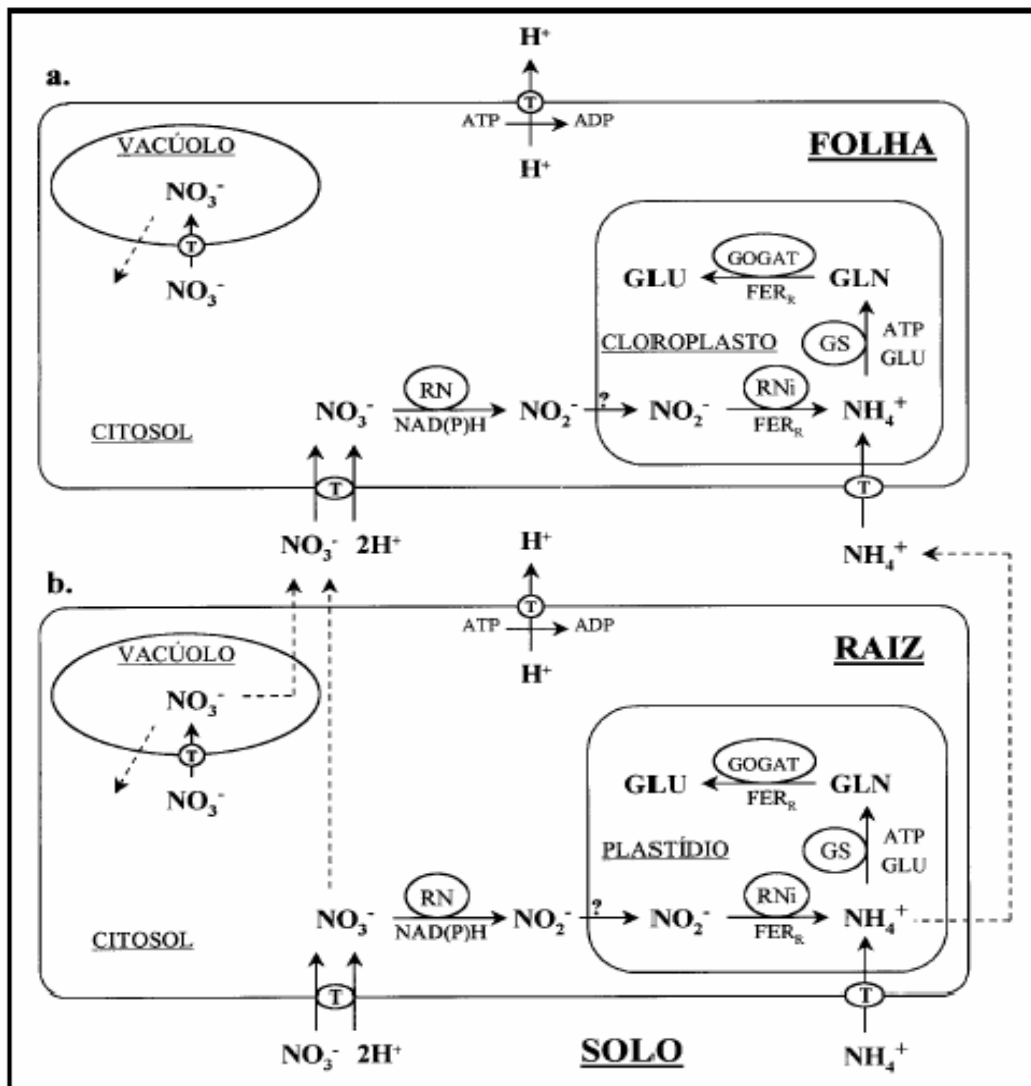
Daudt et al. (1975), analisando nitrogênio total em dez variedades de uvas cultivadas no município de Bento Gonçalves, encontraram valores da ordem de 379,12 mg/L (valor médio). Segundo os autores, as quantidades médias de nitrogênio equivalem às quantidades

médias do mesmo na maioria dos países europeus, mas diferem substancialmente daqueles que ocorrem na Califórnia.

Videiras deficientes em nitrogênio podem apresentar produção reduzida, baixo conteúdo de nitrogênio total no suco e baixa sanidade. Baixos níveis de nitrogênio total podem causar problemas durante o processo de fabricação do vinho, provocando parada na fermentação ou fermentação prolongada devido ao inadequado suprimento de nitrogênio para as leveduras (DUKES et al., 1991; DAUDT et al., 1995). Além disso, a fermentação do mosto é influenciada pela temperatura (DAUDT et al., 1975).

Por outro lado, ainda de acordo com Daudt et al. (1995), o excesso de nitrogênio nas videiras torna-as muito vigorosas, prolongando o período de crescimento vegetativo e retardando o amadurecimento da fruta. O aumento da densidade foliar, eventualmente pode provocar redução da produção e qualidade do mosto (DUKES et al., 1991).

A figura 1 apresenta, esquematicamente, o processo de absorção das formas nitrogenadas, pela raiz, e seu transporte até as folhas. A passagem de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) através da membrana plasmática (plasmalema) das células da epiderme e do córtex da raiz ocorre através de transportadores específicos para essas formas de nitrogênio. Após a sua entrada na célula, o nitrato pode ser reduzido a nitrito (NO_2^-), no citosol, através da enzima redutase do nitrato (RN) e, logo a seguir, convertido a amônio (NH_4^+), no plastídio (organela celular onde ocorre a fotossíntese na planta), através da enzima redutase do nitrito (RNi). O amônio é, então, incorporado em aminoácidos pelas enzimas sintetase da glutamina (GS) e sintase do glutamato (GOGAT), formando glutamina (GLN), glutamato (GLU) além de outros aminoácidos e seus metabólitos. Alternativamente, o NO_3^- e o NH_4^+ podem ser transportados por carregadores específicos através do tonoplasto (membrana que reveste o vacúolo) e armazenados no vacúolo, para posteriormente serem reduzidos no citosol da mesma célula ou serem translocados inalterados para a parte aérea da planta. Nos ramos e folhas (Figura 1.a), o nitrato é reduzido a nitrito pela ação da enzima redutase do nitrato, e a amônio, através da enzima redutase do nitrito. O amônio é então incorporado em aminoácidos pelas enzimas sintetase da glutatina e sintase do glutamato. Estes elementos também são armazenados no vacúolo das células para posterior redução e utilização (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).



Fonte: BREDEMEIER et al., 2000

Figura 1 – Representação esquemática da rota de assimilação do nitrogênio nas raízes e folhas de plantas.

(NO_3^- : nitrato; NO_2^- : nitrito; NH_4^+ : amônio; GLN: glutamina; GLU: glutamato; RN: redutase do nitrato; RNi: redutase do nitrito; GS: sintetase da glutamina; GOGAT: sintetase do glutamato; T: transportador).

Plantas contendo nitrogênio suficiente para alcançar o limite de seu desenvolvimento, dificilmente exibem sintomas de deficiência, como clorose, especialmente em folhas velhas. Em casos severos de deficiência, as folhas ficam completamente amareladas ou douradas (com aspecto de queimadas) e podem morrer, enquanto que plantas com excesso deste nutriente no solo geralmente apresentam folhas de cor verde escuro e em grande quantidade e raízes curtas (SALISBURY; ROOS, 1991).

Se a quantidade de nitrogênio no solo é maior do que a videira pode absorver, e se essa absorção não é limitada, a aplicação de fertilizantes nitrogenados não trará efeitos ao vinho,

ou estes efeitos podem se tornar negativos no que diz respeito à qualidade. Umidade inadequada do solo também pode reduzir a absorção deste nutriente (SPAYD et al., 1991).

Keller et al. (1998), estudaram a interação entre a quantidade de nitrogênio na floração e a intensidade de luz durante o “vèraison”. Segundo os autores, em regiões de clima quente, onde o estresse hídrico pode ocorrer com maior frequência durante a floração, e normalmente as uvas amadurecem ao sol, a quantidade de nitrogênio deve ser moderada. Em regiões de clima frio, normalmente, há umidade suficiente no solo durante a floração. Sob estas condições, a adubação nitrogenada deve ser reduzida ao mínimo para que não venha a ser prejudicial aos frutos.

2.2 Nitrogênio no mosto e no vinho

2.2.1 Nitrogênio total no mosto e no vinho

Os compostos nitrogenados do mosto são importantes para o metabolismo das leveduras. Existe um grande número de compostos contendo nitrogênio, como amônia, aminoácidos, proteínas, vitaminas, amins e nitratos, que são encontrados nos mostos e nos vinhos. Estes compostos nitrogenados são muito importantes para o crescimento e metabolismo das leveduras durante a fermentação e, em alguns casos, pode ser um fator limitante deste processo (OUGH; AMERINE, 1987).

Um número muito grande de compostos nitrogenados pode estar presente nos mostos e nos vinhos: proteínas, polipeptídeos, aminoácidos, amidas, amônia (ZOECKLEIN et al., 2001), pirimidinas, purinas, ácidos nucleicos, uretanos, e glicoproteínas (OUGH; AMERINE, 1987).

O conteúdo inicial de nitrogênio total e a quantidade individual dos constituintes nitrogenados afetam o crescimento das leveduras, velocidade de fermentação, formação, estabilidade do produto final (DUTRA et al., 1999) e clarificação, além de influenciarem do desenvolvimento de aroma e buquê do vinho (ZOECKLEIN et al., 2001).

Em um estudo das quantidades de nitrogênio total no mosto, Boeira; Daudt (1995) observaram grandes diminuições na concentração de nitrogênio total durante a fermentação da cultivar Gewürztraminer. Valores estes que variaram de 49,3 a 83,7 % do nitrogênio total

presente inicialmente no mosto. Através destes resultados, os autores puderam concluir que com a fertilização nitrogenada ocorre aumento no consumo de nitrogênio durante a fermentação, ou seja, mostos com maior concentração de nitrogênio total apresentam maior consumo deste por parte das leveduras.

A quantidade de nitrogênio no mosto varia consideravelmente de acordo com a região, a cultivar e as condições do clima e do solo onde é cultivada a videira e do uso ou não de fertilizantes nitrogenados (DAUDT et al., 1975; WERMELINGER; KOBLET, 1990; DUTRA et al., 1999), além de outras práticas culturais e capacidade da planta absorver este nutriente (SPAYD et al., 1991). A composição dos aminoácidos é influenciada por diferentes fatores, como disponibilidade de água para o transporte destas substâncias, a cultivar, as condições climáticas e a fertilização (SPONHOLZ, 1991). O conteúdo total de nitrogênio no mosto de uvas varia entre 60 e 2.400 mg/L (ZOECKLEIN et al., 2001).

No vinho, as quantidades de nitrogênio total são menores em relação ao mosto de origem. Esta diminuição, muito significativa no primeiro estágio de fermentação, ocorre devido à utilização do nitrogênio pelas leveduras, que o utilizam para sua multiplicação e posterior fermentação (GARCIA; DAUDT, 1988).

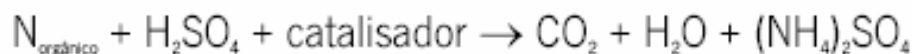
Garcia; Daudt (1988), analisando o conteúdo de nitrogênio total no mosto e no vinho das cultivares Napa Gamay (tinta) e Flora (branca), verificaram que, no decorrer da fermentação, o nitrogênio total decresceu gradativamente, seguido de um leve aumento no final do processo. Os resultados apresentados estavam de acordo com outros autores e confirmam que, no início da fermentação ocorre consumo de nitrogênio pelas leveduras para se reproduzirem, enquanto que no final do processo fermentativo, o acúmulo de nitrogênio se dá pela autólise das mesmas.

A peculiaridade do nitrogênio na uva, em relação aos demais frutos, é que esse nutriente é fundamental para a fermentação do mosto, exigindo concentrações mínimas de 140 mg/L para que a fermentação ocorra normalmente, sem o risco de parar (KUNKEE, 1991). A composição da uva e do vinho pode ser afetada pelas características da videira. A fertilização nitrogenada e o aumento do dossel vegetativo por ela causado podem estar associados com o aumento do pH no suco (SPAYD et al., 1991). Além disso, o aumento excessivo do dossel pode atrasar a maturação dos frutos, por excesso de sombreamento. Para Bertrand et al. (1991) a fertilização nitrogenada aumenta a acidez do mosto.

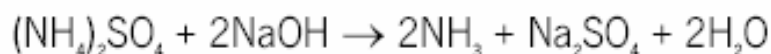
Fermentação rápida e completa requer crescimento adequado da biomassa de leveduras, e certa resistência a etanol. Tanto a formação da biomassa quanto a resistência ao álcool etílico dependem da fração (tipo) de nitrogênio e de sua quantidade presente no mosto

(KUNKEE, 1991). A fermentação malolática ocorre logo após a fermentação alcoólica, e consiste na conversão de ácido málico em ácido láctico, pelas bactérias lácticas do gênero *Oenococcus*, *Lactobacillus* ou *Pediococcus* (DAUDT, 1971; BISSON, 2002).

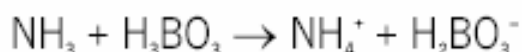
O método mais utilizado para determinação de nitrogênio total em uvas e mostos é o método de micro-Kjedahl, que se baseia na digestão da amostra por aquecimento com ácido sulfúrico concentrado, na presença de um catalisador (por exemplo, selênio ou óxido vermelho de mercúrio, este mais eficiente que o primeiro, mas também com mais implicações ambientais). Esta etapa, designada por digestão, é responsável pela redução do nitrogênio orgânico a íon amônio, o qual é retido em solução, na forma de sulfato de amônio:



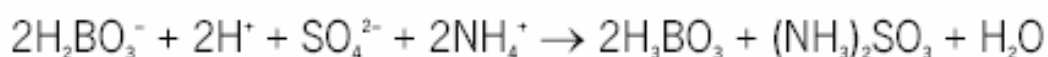
Após mineralização (digestão), o amônio é deslocado por uma base forte em excesso. Usa-se NaOH aquosa a 400 g/L. Estequiometricamente:



A solução resultante, contendo NH_3 , é destilada com vapor, que arrasta consigo o NH_3 , sendo este recolhido numa solução de ácido bórico:



O borato desta solução ácida é titulado com ácido sulfúrico, para quantificar a quantidade de amônio presente (1 mol de amônio para 1 mol de borato, ou 1 mol de H^+ , ou, ainda, 1/2 mol de H_2SO_4), segundo a reação:



Este método também pode ser utilizado, com sucesso, para se obter o nitrogênio amoniacal. Para tanto, omite-se o processo de digestão sulfúrica, mantendo o restante do procedimento.

2.2.2 Nitrogênio amoniacal e nitrogênio assimilável em uvas, mostos e vinhos

As matérias nitrogenadas passíveis de assimilação são indispensáveis para as leveduras, e, portando, para a realização da fermentação. Do ponto de vista quantitativo, os principais α -aminoácidos presentes no mosto e no vinho são: arginina, alanina, treonina, serina e ácido glutâmico e aspártico. Sua quantificação proporciona uma indicação dos possíveis problemas de fermentação, assim como a necessidade de suplementação com nitrogênio (ZOECKLEIN et al., 2001).

Os aminoácidos são transportados das raízes até os diferentes órgãos da planta, incluindo as bagas, via floema e xilema (WINKLER et al., 1974; SPONHOLZ, 1991; WERMELINGER, 1991;). A maior parte do nitrogênio assimilável é transportada até as partes aéreas, enquanto que uma pequena porção permanece nas raízes ou é utilizada em processos metabólicos (WERMELINGER, 1991).

Os aminoácidos são importantes fontes de nutriente para as leveduras e bactérias durante a fermentação alcoólica e malolática (KLUBA et al., 1978). As quantidades de nitrogênio assimilável podem variar de acordo com a cultivar, região de cultivo, densidade da plantação, época de colheita, além de práticas de fertilização, quantidade de nutrientes no solo e manejo do vinhedo. Íon amônio e glutamato são considerados, entre os compostos nitrogenados, as melhores fontes de nitrogênio para os microrganismos, já que são facilmente degradados (BISSON, 1991).

Durante o florescimento e desenvolvimento das bagas, o conteúdo de glutamina diminui, enquanto que durante o “vèraison” e a maturação, ocorre um equilíbrio entre o conteúdo de glutamina e ácido aspártico existentes (SPONHOLZ, 1991).

Arginina e prolina são os principais aminoácidos presentes em uvas maduras e, conseqüentemente no mosto (BISSON, 1991), e podem indicar, assim como a quantidade de nitrogênio total, o estado nutricional do vinhedo (DAUDT, et al., 1995). Kliewer (1991) classificou as cultivares em grupos de acordo com a concentração de arginina presente no mosto: grupo de alta concentração, onde a arginina representa de 28 a 32 % do nitrogênio total, e grupo de baixa concentração, onde a arginina representa de 15 a 17 % do nitrogênio total. A cultivar Cabernet Sauvignon enquadrou-se no grupo de menor acumulação de arginina, e a cultivar Pinot noir foi incluída no grupo de maior concentração de arginina.

Classificação semelhante foi proposta por Christensen (1984), que considerou as variedades Cabernet Sauvignon e Pinot noir no grupo de acumuladores moderados de

nitrogênio assimilável, enquanto que a Merlot foi considerada uma variedade que acumula nitrogênio assimilável em grandes quantidades.

Outros compostos como alanina, aspargina, aspartato, glutamato, glutamina, serina, treonina e íon amônia também podem ser encontrados, não necessariamente nesta ordem, sendo que todos estes compostos podem ser utilizados pelas leveduras durante o processo de fermentação. Os níveis destes nutrientes podem variar desde 65 até 1130 mg/L, dependendo da variedade, do solo de cultivo, do tempo de colheita e das quantidades adicionadas durante a fertilização (BISSON, 1991).

De acordo com Bisson (1991), a quantidade de nitrogênio na uva e no mosto produz impactos na produção da biomassa das leveduras, na velocidade e no tempo de fermentação, e nas substâncias formadas durante o metabolismo das leveduras. Segundo esta autora, a deficiência de nitrogênio no mosto gera como consequência, retardo no início da fermentação ou até mesmo a sua parada. Isto ocorre porque as leveduras consomem grande parte do nitrogênio disponível antes do término da fase de crescimento durante a vinificação.

De acordo com Bertrand et al. (1991) e Daudt et al. (1995), nitrogênio total e arginina no mosto aumentam com o aumento da adubação nitrogenada, enquanto que Spayd et al. (1991) afirmava que o aumento na concentração de compostos nitrogenados no mosto não é proporcional a quantidade de nitrogênio aplicada à videira.

As leveduras rapidamente utilizam amônia livre como uma fonte facilmente assimilável de nitrogênio (OUGH; AMERINE, 1987), mas outros compostos nitrogenados, tais como arginina e glutamato, podem ser utilizados, sendo que as quantidades relativas de amônia em mosto podem ser usadas como indicador para presumir a velocidade de fermentação (BISSON, 1991). Assim como o nitrogênio total, o nitrogênio amoniacal está presente no mosto e em menores quantidades no vinho (OUGH; AMERINE, 1987).

Daudt; Rocha (2002) acompanharam o consumo de nitrogênio e amônia durante a fermentação, para as variedades Chardonnay e Cabernet Sauvignon. Segundo os autores, a assimilação de amônia e aminoácidos está restrita à fase de crescimento das leveduras; após essa fase, não foram detectadas grandes modificações na quantidade desses compostos no meio em fermentação. Os valores de amônia encontrados nos mostos foram de 215 e 33 mg/L para as cultivares Chardonnay e Cabernet Sauvignon, respectivamente. De acordo com Christensen (1984), as quantidades de NH_4^+ podem variar de uma safra para outra, dentro da mesma variedade, bem como podem variar também as quantidades das demais frações nitrogenadas.

Estudando o efeito da fertilização nitrogenada na composição e qualidade do mosto e do vinho, Bisson (1991) verificou que grande parte do nitrogênio disponível é consumida antes do término da fase de crescimento durante a vinificação, sendo que melhor fonte de nitrogênio, do ponto de vista das leveduras, é aquela facilmente convertida em forma nitrogenada utilizada bioquimicamente, como a amônia e glutamato.

A composição de aminoácidos é de grande importância na produção de vinhos, visto que age com uma fonte de nitrogênio para as leveduras durante a fermentação. Os aminoácidos em vinhos podem ter diversas origens. Aqueles originados da uva podem ser parcialmente ou totalmente metabolizados pelas leveduras durante a fase de crescimento, alguns são excretados pelas células vivas no final da fermentação ou liberados por proteólise durante a autólise de células mortas ou ainda outros são produzidos por degradação enzimática de proteínas da uva (LEHTONEN, 1996).

O nitrogênio assimilável tem importância intrínseca no crescimento e metabolismo das leveduras na vinificação. Desequilíbrios e, em particular, as deficiências no fornecimento de compostos nitrogenados assimiláveis são as causas mais comuns da ocorrência de falhas na fermentação, sendo que é possível conseguir um aumento na quantidade de nitrogênio assimilável, no campo, através práticas vitivinícolas e regimes de adubação controlados. Durante a fermentação, a deficiência de nitrogênio pode ser corrigida pela suplementação com compostos nitrogenados, geralmente sais de amônio (JIRANEK et al., 1995).

2.3 Fisiologia da videira

A videira possui elevada capacidade de regeneração após cada poda, que é feita para diminuir o número de cachos e melhorar a qualidade e o tamanho dos frutos. Esta técnica permite a renovação dos ramos e faz com que a planta produza durante vários anos. As mais importantes características biológicas da videira incluem vigor, florescência, capacidade regenerativa, tolerância ao estresse e longevidade (MULLINS et al., 1992).

Para manter seu equilíbrio nutritivo, a planta deve ser cultivada em solos que apresentem compostos de nitrogênio, potássio e fósforo em porções equilibradas. O nitrogênio é indispensável à vida, sendo a base da alimentação das leveduras. Sem ele a videira não teria como elaborar as substâncias que nutrem seu desenvolvimento (BORGES, 2004). Os fatores que influenciam na absorção e distribuição do nitrogênio através da planta

são: a variedade de uva e o porta-enxerto, a temperatura e o tipo de solo, as práticas de poda e a quantidade do nutriente disponível (CONRADIE, 1991).

De acordo com Sousa (1996), o período durante o qual a videira mais desenvolve sua vegetação é mais importante do que o total da vegetação desenvolvida. Excesso de vegetação em períodos inoportunos é muito prejudicial à frutificação. Se durante a formação das flores e dos frutos sobrevém um desenvolvimento vegetativo de grande vigor, é comum as flores não se fecundarem e o cacho acaba se transformando em uma grande gavinha.

Cattalina et al. (1982 apud GARCIA, 1987, p. 4) estudaram as trocas fisiológicas que ocorrem durante a maturação da uva até o momento da colheita. Analisaram o conteúdo de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrogênio protéico, aminoácidos totais e prolina. Verificaram que o nitrogênio total e o nitrogênio protéico aumentam durante o período de maturação da uva. O nitrogênio amoniacal, que é a única forma nitrogenada mineral que se encontra no fruto, diminui durante a maturação, chegando, no momento da colheita, a um valor mínimo, como consequência da sua participação na formação dos compostos nitrogenados orgânicos.

A forma de nitrogênio usada pelas plantas para a síntese de compostos orgânicos é o amônio. Este cátion (NH_4^+) pode ser derivado da redução do nitrato, degradação de proteínas, descarboxilação da glicina durante a foto-respiração, desaminação e outras reações hidrolíticas, isto é, hidrólise da uréia ou por tomada direta (ROCHA, 1997).

Segundo Mullins et al. (1992), a área apropriada para o desenvolvimento da videira deve ser de temperatura adequada (18,9 °C e -1,1 °C como temperatura média dos meses mais quente e mais frio, respectivamente), sendo que a videira pode crescer em regiões fora deste limite, mas em áreas onde ocorra compensação de condições de temperatura e luminosidade.

Além de absorver água e sais minerais do solo, a videira utiliza-se de outros métodos para se sustentar, através da absorção de CO_2 do ar, da respiração e da formação de alimentos através da fotossíntese (WINKLER et al., 1974; BORGES, 2004). Estas atividades, em conjunto, influenciam tanto na qualidade da uva como na composição do mosto e nas características sensoriais e gustativas do vinho correspondente.

A concentração de nitrogênio na planta depende da parte que foi amostrada (folha, pecíolo, fruto), da posição das folhas (intensidade luminosa), do estágio fisiológico de crescimento da planta, presença ou ausência de frutos, a cultivar e a localização geográfica do vinhedo (KLIOWER, 1991).

A capacidade das plantas de videira em sintetizar e armazenar nitrogênio nas formas orgânica e/ou inorgânica nos órgãos perenes, com posterior utilização destas reservas, está associada à absorção do nitrogênio do solo e aos diferentes estágios fenológicos da planta. Estas reservas são encontradas predominantemente nas raízes, ramos e troncos (WERMELINGER, 1991).

Além dos aspectos fisiológicos da planta, alguns fatores climáticos também podem influenciar na quantidade de nutrientes absorvida. Por isso, a aplicação de nitrogênio na cultura de videira se faz necessária quando o solo não dispõe de quantidades suficientes para suprir as necessidades fisiológicas da planta. Este nutriente é absorvido do solo, através das raízes, principalmente sob a forma de nitrato e amônia, sendo transportado até os órgãos perenes da planta, de onde parte para formar os cachos ou fica acumulado até o próximo ciclo vegetativo. Sendo assim, a quantidade de nitrogênio aplicada a esta cultura deve ser cuidadosamente observada a cada ano, a fim de que não ocorram falhas nem excessos.

2.4 Análise peciolar em videiras

Muito tem se falado a respeito da qualidade de uvas para vinificação, porém, para que estas uvas apresentem as características desejadas para elaboração de um bom vinho, primeiramente deve-se fazer o correto manejo do vinhedo, constituindo este, o ponto de partida para a obtenção de uvas de qualidade, a fim de suprir um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

A análise de tecidos é amplamente conhecida como método para a determinação do estado nutricional do vinhedo, bem como para determinar o requerimento de nutrientes necessários à videira, a fim de estabelecer níveis críticos de elementos necessários ao seu desenvolvimento (CHRISTENSEN, 1984). De acordo com Kliewer (1991), os métodos mais amplamente utilizados para se fazer uma avaliação de vinhedos são a análise de nitrogênio total em folhas, pecíolos e frutos, a determinação de arginina e outros aminoácidos em frutos, no momento da colheita e análise de amônia (NH₃) e nitratos em tecidos vegetais.

A análise do tecido de planta é reconhecida extensamente como o método para determinar o estado nutricional e as exigências nutritivas das videiras. O estabelecimento de orientações e de níveis críticos dos elementos nutritivos importantes tem tomado esforço contínuo da pesquisa. Isto incluiu o trabalho nos efeitos das diferenças do cultivar, do porta-

enxerto e das diferenças sazonais. A amostragem de pecíolos opostos ao cacho é a prática mais extensamente usada na Califórnia. As razões para sua popularidade incluem a facilidade da manipulação em números relativamente grandes, pouca necessidade de lavagem das amostras, possibilidade de avaliar o estágio fisiológico e os elementos nutritivos importantes (CHRISTENSEN, 1984). Neste contexto, a análise peciolar, juntamente com a análise foliar, utilizadas em complemento com as análises de solo, constitui um importante instrumento de controle da nutrição mineral em plantas. Através da análise destes tecidos, é possível obter um quadro mais compreensível dos diferentes fatores que influenciam na capacidade do solo em suprir o requerimento nutricional de um vinhedo (WINKLER et al., 1974).

Comparando-se os valores dos elementos na amostra com um padrão (plantas normais), é possível diagnosticar desequilíbrios nutricionais, que podem ser corrigidos com a aplicação de fertilizantes e corretivos de solo (SILVA, 1999) e, juntamente com a análise de solo, formular uma adubação completa e racional (SOUSA, 1996).

De acordo com Kliewer (1991), a análise peciolar pode ser considerada uma importante ferramenta para determinar o estado nutricional dos vinhedos, sendo que a quantidade de nitrogênio pode variar com o estado fisiológico da planta, presença ou ausência de frutos no momento da coleta de amostra, a variedade e o tipo de solo. Segundo este autor, a desvantagem no uso deste método para avaliação do estado nutricional do vinhedo são os níveis relativamente estreitos entre a quantidade considerada deficiente, suficiente ou adequada e excessiva para o vinhedo, já que é difícil chegar aos valores desejados.

Segundo Silva; Faria (1999), para proceder a amostragem de tecidos vegetais devem-se obedecer a alguns critérios:

- Áreas cujas plantas apresentam sintomas de deficiência, áreas com ocorrência de mancha de solo, afetadas por salinização ou sujeitas a inundação devem ser amostradas separadamente;
- Coletar amostras, da mesma cultivar, com a mesma idade e que representem a média da plantação;
- O horário de amostragem de áreas diferentes deve ser padronizado;
- Não coletar amostras quando, nos dias anteriores, fez-se uso de adubação no solo ou foliar, aplicaram-se defensivos, ou após períodos intensivos de chuvas;
- Escolher para a coleta apenas folhas inteiras e saudáveis, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças;

- Coletar as folhas, juntamente com o pecíolo, na posição oposta ao primeiro cacho a partir da base do ramo. Coletar uma folha por planta, num total de 50 a 100 folhas/ha para formar uma amostra;
- Identificar as amostras e enviá-las, imediatamente, para o laboratório.

O método mais adequado para coleta de amostras, segundo Winkler et al. (1974), é no período de floração, de pecíolos opostos ao cacho, no primeiro cacho do ramo, com realização de uma nova coleta aproximadamente 30 dias após. Este tipo de coleta de amostras é conhecido mundialmente e é largamente utilizado na Califórnia e em vários outros países. Christensen (1984) defende as vantagens da coleta de amostras no período de floração, como a facilidade de retirada de grande quantidade de amostra, padronização da época fisiológica de amostragem e possibilidade de análise de todos os elementos minerais desejáveis, no entanto, as variações nas quantidades de alguns nutrientes de um ano para outro, na mesma época, podem dificultar as análises.

2.5 Fertilização

Em se tratando do cultivo de videiras, não há como não relacionar as características climáticas (e tipo de solo) observadas durante o ano vitícola, com a produtividade e qualidade das uvas, sendo que todos estes fatores estão intimamente relacionados. A aplicação de fertilizantes no solo ou nas folhas das plantas afeta as concentrações de nutrientes nos tecidos da videira. Da mesma forma, as concentrações de nutrientes minerais ficam aumentadas no mosto e no vinho quando a uva é procedente de solos onde foi realizada fertilização.

A adição de nitrogênio à videira tem sido extensivamente estudada. De acordo com Spayd et al. (1991), devido às variações de cultivar, clima e solo, a resposta da planta à adubação nitrogenada varia consideravelmente. Os estudos sobre aplicação deste nutriente na videira focalizam aspectos referentes à planta, à uva e posteriormente, ao vinho: composição dos frutos, quantidade suficiente de nutrientes para crescimento das leveduras e qualidade do produto final, que incluem aroma, cor, flavor, entre outras.

O uso de análise foliar pode conduzir à otimização da fertilização do vinhedo, mas é necessário o conhecimento de alguns pontos importantes neste aspecto, que são, de acordo com Kliewer (1991): 1) mudanças nos teores de nutrientes nitrogenados durante o ciclo

vegetativo; 2) a distribuição destes nutrientes em diferentes tecidos da planta e 3) o conhecimento de padrões como base para comparação.

SOUSA (1996) cita dois índices climáticos para caracterizar diferentes regiões vitícolas:

- Horas de frio: regiões com mais de cem (100) horas de frio acumulado de maio a setembro são aptas, pois proporcionam bom repouso hibernar. Ao contrário, regiões com menos de cem horas de frio são consideradas inaptas;

- Índice hélio-pluviométrico de maturação: mais rigoroso e seletivo e que fornece a correlação entre o índice e os teores de açúcar na uva. Este índice é calculado somando-se as horas de insolação durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro e dividindo este número pela soma (em milímetros) da chuva caída.

Segundo este autor, as regiões preferenciais para o cultivo de videiras tem índices médios acima de dois (2), ao passo que nas regiões toleradas estes valores ficam entre 1,7 e 2,0, enquanto que nas marginais eles se situam acima de 1,5 e abaixo de 1,7.

Desta maneira, pode-se dizer que o grau de açúcar nas uvas é maior em anos de pouca chuva e alta insolação quando comparado com aqueles anos chuvosos e pouco ensolarados. Além disso, a maturação se completa de maneira uniforme e com pouco apodrecimento das uvas, já que o excesso de chuva acarreta problemas de incidência de doenças dos brotos, sarmentos, folhas, flores e frutos.

A videira possui baixa eficiência de utilização do nitrogênio aplicado via solo e conseqüentemente, pequenas quantidades são armazenadas nos órgãos perenes. Por isso, a aplicação de nitrogênio via foliar, após a colheita da uva, poderá ser uma estratégia de incremento das reservas mobilizáveis no ciclo subsequente (BRUNETTO et al., 2005).

Boeira; Daudt (1995), estudando o efeito da adição de fertilizantes nitrogenados em diferentes quantidades na cultivar Gewürztraminer em duas regiões do Rio Grande do Sul, sobre a concentração de nitrogênio total no mosto, verificaram que a fertilização nitrogenada provocou aumento deste elemento nos mostos em estudo, visto que os valores desejados são de aproximadamente 500 mg/L de nitrogênio total. No entanto, este aumento só ocorreu em solos pobres em material orgânico, o que indica que em solos ricos em matéria orgânica, a fertilização nitrogenada não se faz necessária.

Conrdie; Saayman (1989) aplicaram diferentes concentrações de nitrogênio, potássio e fósforo em videiras e avaliaram seu efeito da fertilização na concentração desses nutrientes nas folhas. Os autores verificaram aumentos significativos nos teores foliares destes

elementos, e, além disso, observaram que as aplicações de potássio no solo tendem a diminuir o teor de nitrogênio no mosto.

Spayd et al. (1993) utilizando fertilização de nitrogênio por gotejamento em uvas da cultivar Riesling Renano em Washington, verificaram aumento da concentração deste nutriente nos pecíolos, bem como observaram que o rendimento da fruta aumentou quando o nitrogênio foi aplicado. Os autores constataram que a aplicação de, no máximo, 56 quilogramas N/ha é recomendada para videiras que crescem em solos pobres em nitrogênio.

Segundo Bertrand et al. (1991), a fertilização excessiva (100 kg/ha) leva, indiretamente a um aumento na quantidade de certas aminas, o que pode ser considerado um aspecto negativo. Outros fatores também podem ser afetados pelo excesso de nitrogênio, como baixa quantidade de açúcar no mosto, diminuição dos compostos fenólicos na casca e aumento da sensibilidade a *Botrytis cinerea* e, por isso, a quantidade recomendada não deve ultrapassar 30 kg/ha/ano.

A aplicação de dosagens diferenciadas de nitrogênio, em Nova Iorque, em vinhedo da cultivar Chardonnay, durante três anos, permitiu identificar teores mais altos desse elemento no segundo ano, durante a floração (WOLF; POOL, 1988).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2007 [b]), existe uma relação inversa entre o excesso de vigor das plantas e produtividade e/ou qualidade dos frutos, o que leva os produtores a temerem uma aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados.

Para Kliewer (1991), a desvantagem da determinação de nitrogênio em tecidos vegetais seria a dificuldade em encontrar quantidades exatas a serem adicionadas, para que sejam atingidos os valores considerados deficientes ou suficientes para cada vinhedo.

A aplicação moderada de nitrogênio entre a floração e o “vèraison” reduz o tamanho do dossel, o tamanho e rendimento das bagas, e, além de acelerar o amadurecimento, melhora a cor dos frutos e reduz a incidência de doenças. Entretanto, esta estratégia reduz também a quantidade de nitrogênio assimilável na fruta, aumentando o risco de fermentação lenta ou parada na fermentação (KELLER, 2005a).

2.6 Ciclo vegetativo da videira

Considerando que os fenômenos que ocorrem na videira se repetem ano a ano, pode-se chamar este processo de ciclo vegetativo, que corresponde às diferentes etapas do seu desenvolvimento.

Borges (2004) diferencia os ciclos de acordo com o clima. Nas regiões em que as quatro estações do ano são nítidas, como no sul do Brasil, a videira tem um ciclo vegetativo anual, mantendo a vida latente apenas no inverno. O ciclo da videira, nesses casos, depende das variações climáticas e das temperaturas ocorridas entre o final de um inverno e o começo do inverno seguinte, já que durante o inverno a queda de temperatura diminui o ritmo de vida da planta. Neste período, seus órgãos sobrevivem em estado latente, hibernando enquanto estocam nutrientes. Formam-se os ramos e folhas que vão assegurar o desenvolvimento do sistema radicular e o aumento em diâmetro do caule (EMBRAPA, 2000).

Nas regiões em que o clima é seco e em que as temperaturas altas prevalecem como no nordeste brasileiro, o ciclo vegetativo é curto e colhem-se uvas mais de uma vez por ano (BORGES, 2004).

A brotação da videira ocorre em meados de setembro. O desenvolvimento dos ramos inicia-se após um inverno prolongado, com temperaturas baixas, conhecido com período de dormência. De 6 (seis) a 9 (nove) semanas após a brotação tem início a fase de floração, que ocorre em temperaturas mais amenas. Neste período, as altas temperaturas aumentam o grau de florescimento, porém, temperaturas muito elevadas (acima de 35 °C) são prejudiciais (BOULTON et al., 1998).

A floração da videira está sujeita a diferentes fatores ambientais, tais como temperatura, luz e umidade do solo. Sob condições tropicais, a floração ocorre em temperaturas superiores a 25 °C, o que provoca uma alta taxa de fecundação e uma forte compactação do cacho. Por outro lado, a brotação das gemas vegetativas e florais é bastante desuniforme, tendo, como consequência, a desuniformidade no amadurecimento dos cachos no momento da colheita (WINKLER et al., 1974). Além disso, a intensidade vegetativa também influencia na floração. Se o crescimento vegetativo é muito intenso, as flores podem não receber seiva elaborada para a sua formação normal, sendo esta quase inteiramente desviada para o rápido crescimento da vegetação terminal, que, por estar em cota superior, absorve uma quantidade extraordinária de alimentos (SOUSA, 1996).

A próxima etapa do ciclo vegetativo corresponde ao desenvolvimento dos frutos, sendo que de 1/5 a 1/2 das flores serão transformadas em grãos. Neste período, a ocorrência de

ventos muito fortes, estresse hídrico e dias nublados podem reduzir ainda mais a taxa de frutificação (BOULTON et al., 1998).

Numa primeira fase do desenvolvimento, os bagos verdes, pequenos e duros, aumentam de tamanho e mudam gradativamente de cor, adquirindo tonalidades douradas ou avermelhadas, dependendo do tipo de uva. Posteriormente iniciam-se os processos de transformações químicas como aumento na quantidade de açúcar (sólidos solúveis totais) expressa em graus Brix, e diminuição da acidez dos bagos. Esta fase de mudança da coloração é conhecida como “vèraison” (WINKLER et al., 1974).

De acordo com Winkler et al. (1974), o amadurecimento é a fase que antecede a vindima e permite que as uvas atinjam um grau de açúcar ideal para a produção de vinho. Nas castas tintas, o amadurecimento possibilita também uma coloração e taninos adequados à elaboração do vinho. O tempo de amadurecimento varia de acordo com as condições climáticas, características da videira (variedade) e tipo de vinho a ser produzido. Há uvas que se beneficiam de um amadurecimento rápido, outras adquirem características únicas de aroma e açúcar quando permanecem mais tempo na videira.

Boulton et al. (1998), citam que o período entre a floração e a colheita, dependendo da variedade, pode variar de 70 a 170 dias. Geralmente, uma mesma variedade cultivada em diferentes locais, mantém as mesmas características do início da floração, mas a data de “vèraison” e colheita podem variar consideravelmente de um ano para outro, dependendo dos fatores climáticos observados no período.

Terminada a colheita, ocorre a queda das folhas da videira. A partir deste momento a planta entra novamente em período de dormência, passando a acumular nutrientes para a próxima estação, reiniciando o ciclo (BOULTON et al., 1998). Entretanto, antes de entrar em dormência, as substâncias de reserva que foram produzidas são distribuídas e armazenadas na forma de amido nos ramos, raízes e sarmentos. Segundo Gallet (1976 apud EMBRAPA, 2000), esse fenômeno é denominado maturação da planta.

Conradie (1991) descreveu quatro diferentes etapas de absorção de nitrogênio pela videira durante o ciclo vegetativo: 1 – do início da brotação até o final da floração; 2 – do final da floração até o “vèraison”; 3 – do “vèraison” até a colheita; 4 – pós-colheita. Durante a primeira fase, o suprimento de nitrogênio ocorre através das quantidades acumuladas nos órgãos permanentes na estação anterior, durante o período de dormência, sendo que as reservas são transportadas principalmente para as folhas. Durante a fase 2, a quantidade de nitrogênio absorvida é suficiente para satisfazer as necessidades da planta, sendo que os frutos são os principais absorvedores deste nutriente. Nesta fase pode haver ainda a necessidade do

nitrogênio acumulado nas partes permanentes. Na fase 3, a dinâmica do nitrogênio total não é ainda bem definida, podendo este aumentar ou diminuir, mas os frutos continuam sendo os principais responsáveis pela sua utilização, sendo que nesta fase, as raízes diminuem a taxa de absorção de nitrogênio. A fase 4 é descrita como a etapa de acumulação de nitrogênio nos órgãos permanentes até o início da próxima estação.

2.7 Variedades de uvas

Segundo a Embrapa (2007 [b]), a viticultura é uma atividade econômica recente no Brasil, quando comparada aos tradicionais países produtores da Europa, especialmente no que se refere aos vinhos finos. O Rio Grande do Sul é o principal produtor de uvas para processamento, representando em torno de 95% do total de uvas processadas no país (dados de 2001 e 2002). Entre as castas consagradas como clássicas para elaboração de vinhos finos, ocupam lugar de destaque as cultivares brancas Riesling, Chardonnay, Sémillon, Sauvignon blanc, Gewürstraminer e Chenin blanc e as tintas, Syrah, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Merlot, e Pinot noir (SOUSA, 1996), sendo as três últimas o objeto deste trabalho.

A produção destas variedades tem crescido nos últimos anos. De acordo com Mello (2004), a cultivar Cabernet Sauvignon, que origina vinhos com reputação mundial, com intensa coloração e complexidade em aroma e buquê, teve acréscimo de área de 16,05% ao ano. A cultivar Pinot noir, utilizada para elaboração de vinhos varietais e espumantes, teve a área aumentada em 13,36% ao ano. A cultivar Merlot, que origina vinhos de alta qualidade tanto varietal como na composição com outras castas, cresceu 11,62% ao ano em área.

2.7.1 Cabernet Sauvignon

A uva Cabernet Sauvignon, originária da região de Bordeaux, França, está atualmente difundida na maior parte dos países vitivinícolas. De acordo com Camargo (1994) esta cultivar foi introduzida no Rio Grande do Sul antes de 1913, sendo mais difundida nas décadas de 1930 e 1940 na Serra Gaúcha. Mas foi a partir de 1982 que se iniciou o cultivo comercial no estado e a partir daí vem aumentando a cada ano.

É uma cultivar de brotação e de maturação tardia, relativamente vigorosa, com ramos novos de porte ereto que requer poda (WINKLER et.al. 1974; SOUSA, 1996), de média produção e elevada qualidade para vinificação. A uva tem gosto particular e elevada resistência à podridão do cacho. Atualmente, é uma das cultivares de *Vitis vinifera* com maior demanda para a implantação de novos vinhedos. A Cabernet Sauvignon destina-se à elaboração de vinho tinto de guarda, o qual requer amadurecimento e envelhecimento, ou para ser consumido jovem (RIZZON; MIELE, 2002). É um vinho rico em cor, extrato e tanino. Seu aroma e buquê característicos evoluem com o envelhecimento (CAMARGO, 1994).

A Cabernet Sauvignon tem abrolhamento tardio e suas folhas jovens são esbranquiçadas, com orlas avermelhadas. A folha adulta é 5-lobada, orbicular, de seios laterais profundamente recortados e lobos superpostos (SOUSA, 1996). Os cachos são de tamanho médio a pequeno, com formato irregular, geralmente cônico longo, folgado a compacto. As bagas de Cabernet Sauvignon são pequenas, com muitas sementes, esféricas com pele preta, densas e muito resistentes. Esta característica faz as uvas razoavelmente resistentes à doença e capazes de suportar algumas chuvas do outono com poucos danos. O amadurecimento ocorre na meia estação. Estas características do crescimento, junto com sua apelação do sabor fizeram da Cabernet Sauvignon uma das variedades mais populares do vinho tinto ao redor do mundo (WINLER et al., 1974).

2.7.2 Merlot

A uva Merlot é uma das responsáveis pelas características dos vinhos tintos de Saint Émillion, região de Bordeaux, França. Juntamente com outras do grupo das européias, marcou o início da produção de vinhos finos varietais brasileiros. Atualmente, ocupa o segundo lugar em volume de produção entre as cultivares de *Vitis vinifera* tintas. De acordo com Camargo (1994), não há referências sobre a região de origem da Merlot. Porém, por volta de 1850 era cultivada na região de Médoc, na França, expandindo-se mais tarde para outras regiões do país e para outros países vitícolas, sendo introduzida no Brasil no início do século 20, inclusive no Rio Grande do Sul, em pequena escala; entretanto, foi a partir de 1970 que houve aumento significativo no seu cultivo.

O vinho Merlot apresenta aspecto muito bom, devido, principalmente, à coloração vermelho-violáceo. Quanto ao olfato, não apresenta aroma pronunciado típico como ocorre

com o Cabernet Sauvignon. Gustativamente, ele impressiona pelo equilíbrio e maciez (RIZZON; MIELE, 2003).

Videiras de bom vigor, suscetíveis ao míldio dos cachos, que exigem arejamento por meio de desbrota (poda) verde enérgica, freqüentemente repetida até o amadurecimento da uva, além de efetivo programa de tratamentos defensivos. As folhas são pequenas, quinquelobadas, cuneiformes, seio peciolar em U ou lira, seios laterais também em lira, às vezes pouco definidos (SOUSA, 1996).

Segundo Winkler et al. (1974), a cv. Merlot apresenta cacho de tamanho médio a pequeno, justamente compacto, de formato cilíndrico, cônico, alado, com pedúnculo fino, longo e lenhoso na inserção. As bagas são de tamanho médio, esferóide, cor preta-azulada, polpa mole, sulcosa, com sabor que lembra o de palha.

O melhor fato deste tipo de uva é que ela cresce em vários tipos de solo. De um modo geral, as variedades *Vitis vinifera* se adaptam melhor em solos profundos, porosos e bem drenados.

2.7.3 Pinot noir

O berço da Pinot noir é Borgonha, na França, onde é utilizada na elaboração de vinhos tintos, e, juntamente com a Chardonnay, vinhos espumantes. No Brasil, é cultivada há aproximadamente 70 anos, mas seu cultivo comercial só passou a ter expressão no final da década de 1970, coincidindo com o incremento do seu plantio no Rio Grande do Sul. Em regiões de clima temperado, origina vinhos de alta qualidade, com buquê agradável e acentuado, de coloração, em geral pouco intensa (CAMARGO, 1994).

Os cachos são pequenos, cilíndricos, bem definidos. Por ser muito compacto pode estar facilmente sujeito ao apodrecimento pela chuva. Possui folhas de tamanho médio, com verde escuro brilhante, triquinquelobadas, orbiculares, face superior lisa, mas a inferior apresenta nervuras penugentas (SOUSA, 1996). As bagas são de tamanho pequeno a médio, ovais e pretas. As sementes são grandes, ovaladas, de cor marrom claro. Em solo adequado chega a produzir de três a quatro toneladas por hectare. Os vinhos produzidos com esta variedade de uva têm apresentado excelente qualidade (WINKLER et al., 1974; SOUSA, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

No campo foram utilizadas três variedades de uvas viníferas tintas: Cabernet Sauvignon, Pinot noir e Merlot, de um parreiral de propriedade da Vinícola Velho Amâncio, localizada no município de Itaara, na região central do Rio Grande do Sul. As variedades estão plantadas, em média, a 200 metros acima do nível do mar, na latitude 29 °S, com microclima diferenciado da maior parte da Depressão Central.

Os referidos parreirais foram escolhidos por apresentarem, em pés individuais, sintomas visuais de carência de nitrogênio, apesar de que as quantidades encontradas nos pecíolos em anos anteriores estivessem dentro dos padrões aceitos internacionalmente. São vinhedos comerciais, usados para produção de vinhos finos e que não receberam adubação nitrogenada na safra estudada.

3.1 Registro dos dados climáticos

Durante o experimento foram registradas as temperaturas máxima e mínima, bem como o índice de precipitação pluviométrica, através de um sensor eletrônico e um pluviômetro, instalados no vinhedo.

A soma de calor foi calculada conforme proposto por Winkler et al. (1974), através do somatório das temperaturas médias diárias, diminuídas da temperatura base da videira, na qual a seiva começa a circular (10 °C). A soma de calor é expressa em graus-dia e se refere aos meses de agosto de 2006 a fevereiro de 2007, que corresponde ao ciclo vegetativo.

3.2 Coleta de amostras

Foram coletadas amostras peciolares, das diferentes variedades de uvas, dos pecíolos opostos aos cachos (do primeiro cacho do ramo), na época de floração (coleta I) e trinta dias após a mesma (coleta II), durante a safra referente aos anos 2006 e 2007.

Os pecíolos foram devidamente separados das folhas, colocados em sacos de papel limpos e secos e transportados até o laboratório na Universidade Federal de Santa Maria. Para cada amostragem, foram coletados aproximadamente 100 pecíolos de cada variedade, através de um levantamento casualizado com três repetições. Foram coletados os pecíolos opostos, do primeiro cacho do ramo, conforme ilustrados na figura 2.



Fonte: EMBRAPA, 2007

Figura 2 - Amostragem de pecíolo oposto ao cacho, durante a época de floração e 30 dias após a floração.

Para realização das análises de nitrogênio nos grãos de uva, foram coletadas amostras de uvas durante o “vèraison” (Etapa A) e na colheita (Etapa B) a fim de avaliar os níveis deste nutriente durante o amadurecimento dos frutos e durante a fermentação (Etapa C).

No “vèraison”, o suco foi resultante do esmagamento de uvas em três diferentes estágios de maturação (somatório de uvas bem maduras, razoavelmente maduras e imaturas), no mesmo cacho, coletadas em três pontos diferentes (na parte superior, mediana e inferior). Na colheita, a coleta de amostra foi realizada após o esmagamento das uvas e obtenção do mosto, como ocorre no processo industrial. As amostras foram armazenadas em frasco âmbar e congeladas para posterior análise.

As amostras de vinho foram analisadas após trinta dias de engarrafamento.

3.3 Microvinificações

As uvas utilizadas neste experimento eram uvas maduras, próprias para vinificação.

Após a colheita das uvas foram realizadas as microvinificações, em triplicata, para cada variedade, com adição de leveduras puras, na proporção de 25g/hl de mosto. As leveduras utilizadas na fermentação, para cada variedade, estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Leveduras utilizadas nas microvinificações para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir

Variedade	Levedura	Nome comercial	Fabricante
Cabernet Sauvignon	<i>Sacharomyces cerevisiae</i> bayanus	Blastosel grand cru	Perdomini
Merlot	<i>Sacharomyces cerevisiae</i> , com caráter killer	Ceppo Varietale EM 2	Institut La Claire
Pinot noir	<i>Sacharomyces cerevisiae</i> , com caráter killer	Ceppo Varietale EM 2	Institut La Claire

Para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot fez-se ainda uma microvinificação sem adição de levedura pura, para simples comparação.

Após o esmagamento das uvas, foi adicionado SO₂ (40 mg/L). Acidez, pH, graus Brix e temperatura também foram verificados no momento do esmagamento. Durante a fermentação houve controle de temperatura, com coletas diárias de amostras, à medida que diminuía a quantidade de açúcar em aproximadamente 3 °Brix. Para acompanhar o final da fermentação, o vinho foi separado das cascas e colocado em garrações devidamente fechados, munidos de batoque hidráulico, para controlar a saída de gás. Após a determinação do final da fermentação alcoólica, por densidade, e da fermentação malolática, por cromatografia em papel, o vinho foi engarrafado e armazenado na posição horizontal para posterior análise.

Para determinar o final da fermentação malolática, foi preparada uma mistura de eluentes (n-butanol, ácido fórmico, água e solução indicadora de verde de bromocresol em água). As amostras foram eluídas em cilindro contendo a fase móvel. A observação de manchas amarelas em fundo azul-esverdeado indica a posição dos ácidos. O final da fermentação malolática foi determinado por comparação com padrão de ácido láctico e verificação da posição das manchas.

3.4 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas das uvas foram realizadas no momento da coleta, conforme Ough; Amerine (1987):

- Graus Brix: através de mostímetro de Brix, com determinação de Sólidos Solúveis Totais, por medida de densidade.

- Acidez titulável: através de titulometria de neutralização, utilizando NaOH 0,1 N, com ponto de viragem em pH 8,2. A acidez é expressa em gramas de ácido tartárico por litro ($\text{gH}_2\text{Ta.L}^{-1}$).

- pH: através de um peagâmetro INSTRUTHERM PH-730, calibrado com padrões 4,00 e 7,00, com determinação direta nas amostras de suco homogeneizadas e estabilizadas a 20 °C

3.5 Análises químicas

As análises químicas dos pecíolos e das amostras congeladas foram realizadas no NIDAL (Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais) e no Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, no Centro de Ciências Rurais (CCR) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

3.5.1 Análise de nitrogênio total nos pecíolos

No laboratório, as amostras de pecíolo foram colocadas em sacos de papel e secos em estufa de ventilação a 55 °C durante 72 horas. Após, as amostras foram moídas em micro-moinho e armazenadas em sacos plásticos devidamente fechados.

Para a determinação de nitrogênio total, as amostras passaram por uma digestão sulfúrica, em bloco digestor, utilizando-se 0,200 g de amostra seca. Foram adicionados: 1 mL de H_2O_2 , logo após 2 mL de H_2SO_4 concentrado e para finalizar 0,7 g de mistura de digestão, composta de 100 g de Na_2SO_4 , 10 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e 1 g de selênio.

Nitrogênio total foi analisado segundo o método de micro-Kjeldahl, utilizando a amostra da digestão sulfúrica, anteriormente descrita, conforme SILVA (1999). O NH_4^+ condensado é destilado em meio fortemente alcalino, coletado na solução de H_3BO_3 e titulado com a solução de H_2SO_4 0,05 N.

3.5.2 Análise de nitrogênio total no mosto e no vinho

A determinação de nitrogênio total no mosto e no vinho foi realizada pelo método micro-Kjedahl, de acordo com BREMMER (1965), adaptado por TEDESCO (1982), modificado por GARCIA (1987). O mosto (10 mL) foi centrifugado em centrífuga Excelsa Baby modelo 265/N a 2500 rpm durante 15 minutos, conforme Garcia; Daudt (1988), para separação das leveduras. A determinação foi realizada no sobrenadante.

A amostra (1 mL) foi colocada em tubos de ensaio, adicionado de 1 mL de água oxigenada (30 volumes), 2 mL de H_2SO_4 concentrado e 0,7 g de mistura de digestão. Após a digestão, em bloco digestor, e posterior destilação, o NH_4^+ condensado é coletado na solução indicadora de ácido bórico (H_3BO_3) e titulado com a solução de H_2SO_4 0,0125 N.

Este método também pode ser utilizado, com sucesso, para se obter o nitrogênio amoniacal, como poderá ser observado no item 3.5.4. Para tanto, omite-se o processo da digestão sulfúrica, mantendo o restante do procedimento.

3.5.3 Análise de nitrogênio assimilável em uvas durante o “vèraison”, no mosto e no vinho

Para a determinação de nitrogênio assimilável no mosto e no vinho, foi utilizado o método descrito por ZOECKLEIN et al. (2001). Para esta análise, 25 mL de amostra foram colocados em um béquer, ajustados a pH 8 (com NaOH 0,1 e 0,01 N) e adicionados de cloreto de bário 6,5 g/L (para precipitação do dióxido de enxofre presente). Após deixar a amostra em repouso durante 15 minutos, esta era transferida para balão volumétrico de 50 mL, completado o volume e filtrada. Vinte e cinco (25) mL deste filtrado foram novamente

transferidos para um béquer, ajustados a pH 8, adicionados de 6,5 mL de solução de formaldeído (previamente ajustado a pH 8) e posteriormente titulados com NaOH 0,1 N.

3.5.4 Análise de nitrogênio amoniacal em uvas durante o “vèraison”, no mosto e no vinho

A amônia dissolvida no meio foi medida através de destilação, em aparelho de destilação por arraste de vapor e posterior titulação, conforme método descrito pela AOAC (1995). Dois (2) mL de amostra foram colocados em tubo de digestão e adicionadas de 0,4 g de óxido de magnésio (MgO). Após completar o volume para 20 mL, a amostra foi destilada, coletada em solução indicadora de ácido bórico (H_3BO_3) e titulada com H_2SO_4 0,0125 N.

Conforme descrito anteriormente no item 3.5.2, a amônia torna-se volátil em meio alcalino e pode ser facilmente determinada por titulação com uma substância ácida, em presença do ácido bórico.

3.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do software “PlotiT” (SCIENTIFIC PROGRAMMING ENTERPRISES, 1997), através de um levantamento inteiramente casualizado com três repetições.

Nos resultados obtidos nas análises realizadas nos pecíolos e nas uvas no momento da colheita foram realizadas análises de variância com 5% de significância.

Nos resultados obtidos durante os processos fermentativos, foi realizada análise de regressão, uma vez que não houve interação significativa entre a época de amostragem e as variedades estudadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos dados climáticos

Na tabela 2 são apresentados os valores dos dados climáticos observados nos vinhedos estudados, durante as safras vitícolas de 2005/2006 e 2006/2007. Também são apresentados os valores de amplitude e soma de calor, no mesmo período. Estes correspondem aos meses do ciclo vegetativo (da brotação até a colheita).

Tabela 2 – Valores de precipitação (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C), amplitude e soma de calor, registrados no vinhedo durante duas safras (2005/06: ano 1 e 2006/07: ano 2).

	Ano	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Soma
Precipitação (mm)	1	99	335	320	78	129	139	56	1.156
	2	85	179	202	228	85	250	200	1.229
<i>Média¹</i>		<i>137</i>	<i>154</i>	<i>146</i>	<i>132</i>	<i>133</i>	<i>145</i>	<i>130</i>	<i>977</i>
T ^a Máxima (°C)	1	23,5	20,1	24,8	-	27,4	30,6	29,4	-
	2	19,7	20,6	25,1	25,7	30,6	29,7	29,0	-
T ^a Mínima (°C)	1	11,5	9,9	13,5	-	-	21,2	15,9	-
	2	8,4	8,5	14,4	14,4	18,1	18,3	17,1	-
T ^a media (°C)	1	17,3	15,3	18,7	-	-	25,9	21,6	-
	2	14,2	14,6	19,7	20,1	24,3	24,0	23,0	-
<i>Média¹</i>		<i>14,6</i>	<i>16,2</i>	<i>18,8</i>	<i>21,4</i>	<i>22,7</i>	<i>24,6</i>	<i>24,0</i>	-
Amplitude ²	1	11,7	10,0	11,2	-	-	9,43	11,5	-
	2	11,0	12,1	10,3	10,9	12,5	10,8	11,9	-
Soma de calor	1	231,1	152,3	282,2	365,9	424,6	452,9	369,3	2.278,3
	2	145,7	152,6	301,5	301,8	444,5	433,4	365,7	2.145,2

¹Média do município de Santa Maria durante 30 anos (1960-1990), segundo EMBRAPA (2007 [a]).

²Diferença entre as temperaturas máxima e mínima.

Através dos dados apresentados nesta tabela podemos observar, em relação à precipitação pluviométrica, que o ano 2 (safra de 2006/2007) foi mais chuvoso, com uma diferença de 73 mm em relação à safra anterior. Entretanto, algumas diferenças podem ser observadas em diferentes épocas do ciclo vegetativo. Na primeira fase, correspondente aos

meses de maior crescimento vegetativo (agosto e setembro), a precipitação foi maior no ano 1 (434 mm), comparado com 264 mm do ano 2, com uma diferença de 170 mm. Nas fases seguintes do ciclo vegetativo a precipitação foi maior no ano 2, sendo que nos meses de outubro e novembro, correspondentes ao período de floração e desenvolvimento dos cachos, a precipitação foi de 430 mm no ano 2 e 398 mm no ano 1. A maior diferença na precipitação ocorreu nos meses de maturação da uva (dezembro a fevereiro), 211 mm, sendo que no ano 1 foi de 324 mm e no ano 2 foi de 535 mm.

Além de ser considerado mais seco, o ano 1 foi também mais quente do que o ano 2, com 133,1 horas a mais de calor. Porém, observando as variações entre as temperaturas máxima e mínima, podemos dizer que os dois anos foram semelhantes.

A soma de calor é calculada a partir da soma das médias mensais acima de 10 °C para o período considerado, sendo a unidade graus-dia. A temperatura base considerada é 10 °C porque abaixo desta praticamente não há crescimento vegetativo (WINKLER et al., 1974).

Na tabela 3 são apresentadas as datas de coleta de amostra durante o ciclo vegetativo das três variedades em estudo, bem como os valores de acidez total, pH e graus Brix no momento da colheita, antes da fermentação.

Tabela 3 – Datas de floração, “vèraison” e colheita e valores de graus Brix, acidez titulável ($\text{gH}_2\text{Ta.L}^{-1}$) e pH das variedades *Vitis vinifera* Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, da safra 2006/2007, observadas no momento da colheita.

	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir
Data da floração	02/11/2006	2/11/2006	01/10/2006
Data do “vèraison”	18/01/2007	07/01/2007	3/12/2007
Data da colheita	08/03/2007	15/03/2007	9/01/2007
Graus Brix *	20,5	21,5	20
Acidez titulável * ($\text{gH}_2\text{Ta.L}^{-1}$)	8,7	7,93	7,5
pH *	3,35	3,47	3,18

* No momento da colheita

Através desta tabela podemos observar que o início do ciclo vegetativo da variedade Pinot noir é mais precoce (início de outubro), quando comparado às variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, que possuem ciclo mais tardio, sendo que iniciaram a floração aproximadamente 30 dias após.

O período de maturação, compreendido entre o “vèraison” e a colheita, das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot é mais longo do que aquele da variedade Pinot noir, porém, devido à maior quantidade de chuvas ocorrida neste período (tabela 2), optou-se, na safra de 2006/07, por fazer a colheita um pouco antecipada destas variedades (tabela 3), em relação há anos anteriores, a fim de se evitar contaminação por fungos e perda de uvas devido à elevada umidade. Se estas variedades tivessem permanecido no parreiral por mais alguns dias, provavelmente teriam alcançado um maior grau de maturação e uvas com maior concentração de açúcar e conseqüentemente com menor acidez.

De acordo com Winkler et al. (1974) o clima exerce grande influência sobre a produção de uvas de qualidade, muitas vezes podendo se sobrepor às características do solo. Isto porque os fatores climáticos irão influenciar diretamente na relação açúcar/ácido, acidez total e pH, além de outros fatores observados no momento da colheita, como conteúdo de compostos fenólicos, por exemplo. Segundo estes autores, os parâmetros climáticos podem influenciar no crescimento, produção e absorção dos nutrientes pela videira.

4.2 Análise peciolar

Os valores de nitrogênio total encontrados na análise peciolar, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, em duas épocas de coleta de amostra, floração e 30 dias após a floração (DAF), estão apresentados na tabela 4, através da qual podemos observar que, na floração, a variedade que apresentou maior quantidade de nitrogênio total foi a Pinot noir (1,65 g %). Este valor difere significativamente das demais, que foi de 1,30 g % para a variedade Cabernet Sauvignon e 1,24 g % para a Merlot, sendo que os valores destas duas variedades não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey.

Segundo dados da EMBRAPA (2007 [b]), a concentração de nitrogênio total na folhas de videira, varia de 1,6 % a 2,4 %, sendo que a planta absorve cerca de 2 kg de N para produzir 1000 kg de frutos. Apesar dos solos brasileiros serem naturalmente deficientes em nitrogênio, freqüentemente observa-se tanto a falta quanto o excesso de N nos parreirais, sendo que a quantidade de nitrogênio considerada adequada no pecíolo da videira, na época de floração, varia de 25 a 27 (g.Kg⁻¹). Se formos considerar estas quantidades de nutriente ideais para o desenvolvimento adequado da videira, a fim de produzir uvas de qualidade para

a vinificação, as quantidades encontradas nos vinhedos amostrados, apesar de serem inferiores, podem ser consideradas suficientes.

Tabela 4 – Média dos valores de nitrogênio total (em g %) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: na floração (coleta I) e 30 dias após a floração (coleta II), encontradas em pecíolos de videira, amostrados durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			CV	Graus de Liberdade	Quadrado médio
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir			
I – Floração (média)	1,30 ^b	1,24 ^b	1,65 ^a	3,68	6	0,003
II – 30 DAF (média)	0,58 ^{ab}	0,64 ^a	0,57 ^b	4,30	6	0,001

*Médias seguidas por mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

*CV – coeficiente de variação

Comparando os resultados encontrados com alguns apresentados por outros autores (tabela 5), a variedade Merlot encontra-se em nível acima do normal, enquanto que as variedades Cabernet Sauvignon e Pinot noir apresentam valores considerados excessivos: maiores que $12,5 \text{ g.Kg}^{-1}$ (Mello, 2002). Também para Sipiora (1996) todas as variedades em estudo neste trabalho apresentam valores acima dos limites considerados maiores do que o normal, ou seja, em excesso.

Entretanto, comparando os dados encontrados por Kliewer (1991) que estão apresentados na tabela 6, apenas a variedade Pinot noir apresenta valores considerados excessivos na época da floração (1,65 %), apesar das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot apresentarem valores que encontrarem-se no limiar da faixa considerada suficiente (1,30 % e 1,24, respectivamente).

Tabela 5 - Padrões de nitrogênio (g.kg^{-1}) para videiras, determinados pela análise de pecíolos, na época de floração.

Faixa de Interpretação	MELO ¹	SIPIORA ²
Insuficiente	< 4,0	--
Abaixo do normal	4,5 – 6,0	< 8,0
Normal	6,5 – 9,5	8,0 – 12,0
Acima do normal	9,5 – 12,5	> 13,0
Excessivo	> 12,5	--

¹ MELO (2002 apud FOGAÇA, 2005)

² SIPIORA (1996 apud FOGAÇA, 2005)

Tabela 6: Padrões de nitrogênio (em %) para variedades viníferas, determinados pela análise de pecíolos, na época da floração e do “vèraison”.

Época	Faixa de interpretação *		
	Deficiente	Suficiente	Excesso
Floração	0,6 – 0,8	0,8 – 1,2	> 1,3
“Vèraison”	0,22 - 0,51	0,52 – 1,1	> 1,4

* Kliewer (1991)

Em um estudo que avaliou o estado nutricional de vinhedos da França através da análise peciolar, Maume e Dulac (1947 apud KLIEWER, 1991) consideraram que as quantidades de 3,2 % e 1,75 % de nitrogênio total na floração e no “vèraison” são suficientes para o desenvolvimento adequado do parreiral, com um valor ótimo 2,5 % (média dos valores).

Na época II, correspondente a 30 dias após a floração, observa-se, conforme a tabela 4, e como já era esperada, uma diminuição na quantidade de nitrogênio total em todos os vinhedos analisados, em relação às quantidades encontradas na época I (floração). Estes valores foram de 0,58 g % na variedade Cabernet Sauvignon, 0,64 g % na Merlot e 0,57 g % na variedade Pinot noir. Podemos observar também que estes valores são significativamente diferentes entre as variedades Merlot e Pinot noir, porém a variedade Cabernet Sauvignon não apresentou diferença significativa em relação às outras variedades.

Além disso, podemos observar que esta queda de nitrogênio atingiu em torno de 2/3 da quantidade de nitrogênio presente nos pecíolos na época da floração, para a variedade Pinot noir, enquanto que nas variedades Merlot e Cabernet Sauvignon esta diminuição não ultrapassou 50 %, mostrando uma exigência diferenciada para a variedade Pinot noir.

Considerando que na época II já havia bagas no estágio de ervilha, estes resultados são concordantes com Wermelinger; Koblet (1990) que avaliaram o comportamento do nitrogênio em diferentes tecidos da videira durante o ciclo vegetativo. Segundo estes autores, esta diminuição ocorre devido a uma maior concentração de nitrogênio nos tecidos em formação, como é o caso dos frutos recém formados, que exigem maiores quantidades de nutrientes para se desenvolverem. Este aumento na quantidade de nitrogênio nos frutos ocorre através da translocação deste nutriente dos tecidos mais velhos, e com maiores quantidades de nitrogênio, para os tecidos mais jovens e com menores concentrações deste nutriente.

Em um estudo realizado na Alemanha, Löhnertz (1991) observou a quantidade de nitrogênio absorvida pela videira durante o ciclo vegetativo, em relação a diferentes quantidades de fertilizante aplicadas e alerta que as quantidades adicionadas não devem ser

superiores àquelas realmente necessárias para a videira. Segundo este autor, a quantidade absorvida depois da brotação aumenta lentamente (em média 50 g N/ha/dia), sendo que até a floração, a quantidade absorvida pelas partes verdes ficou em torno de 21 kg de N/ha. Durante a floração, uma quantidade bem maior de nitrogênio (em torno de 600 a 800 g N/ha/dia) foi absorvida, tanto pelas partes verdes quanto pelas partes novas. Após este período, a quantidade absorvida permaneceu estacionária, em torno de 200 g N/ha/dia.

De acordo com Conradie (1991), após a floração, as folhas deixam de ser o principal dreno de nutrientes, e o nitrogênio absorvido no período de crescimento é translocado para os órgãos em crescimento, como por exemplo, os cachos, que passam a ser seus principais acumuladores.

O comportamento apresentado pelas videiras em estudo está de acordo com o observado por Christensen (1984), que, ao analisar a quantidade de três frações de nitrogênio (nitrogênio total, nitrato e nitrogênio amoniacal) em diversas variedades de uvas, verificou diminuição nas quantidades de N total e amônia para algumas variedades no período compreendido entre a floração e o “vèraison”.

A quantidade de nitrogênio translocada para os tecidos jovens em formação pode ser influenciada pelo estresse em que se encontra a videira, como por exemplo, deficiência de nitrogênio (WERMELINGER; KOBLET, 1990). Por este motivo é que a adubação nitrogenada assume papel tão importante no cultivo de videiras, já que a quantidade de nitrogênio deve, além de estar presente no momento de desenvolvimento dos frutos, ser armazenada na planta durante todo o ciclo vegetativo.

Apesar das três variedades terem apresentado comportamento semelhante, como já era esperado, ou seja, uma diminuição na quantidade de nitrogênio total no período compreendido entre a floração e 30 dias após a floração, devido ao consumo de nitrogênio para o início da formação dos frutos, estas quantidades devem ser observadas na etapa seguinte, que vai do “vèraison” até a colheita, quando começa a ocorrer o processo inverso, ou seja, um acúmulo de nitrogênio nos frutos durante a maturação, para que este nutriente esteja disponível, no momento do esmagamento, para posterior utilização pelas leveduras durante a fermentação.

Analisando as médias dos valores encontrados na análise de nitrogênio total (tabela 4), e observando o gráfico 1, que mostra o consumo de nitrogênio por parte da videira para iniciar a formação do cacho, podemos verificar que todas as variedades apresentaram comportamento semelhante desde a floração (coleta I) até 30 dias após (coleta II), sendo que a Pinot noir apresentou uma queda mais brusca na quantidade de nitrogênio total entre uma coleta e outra.

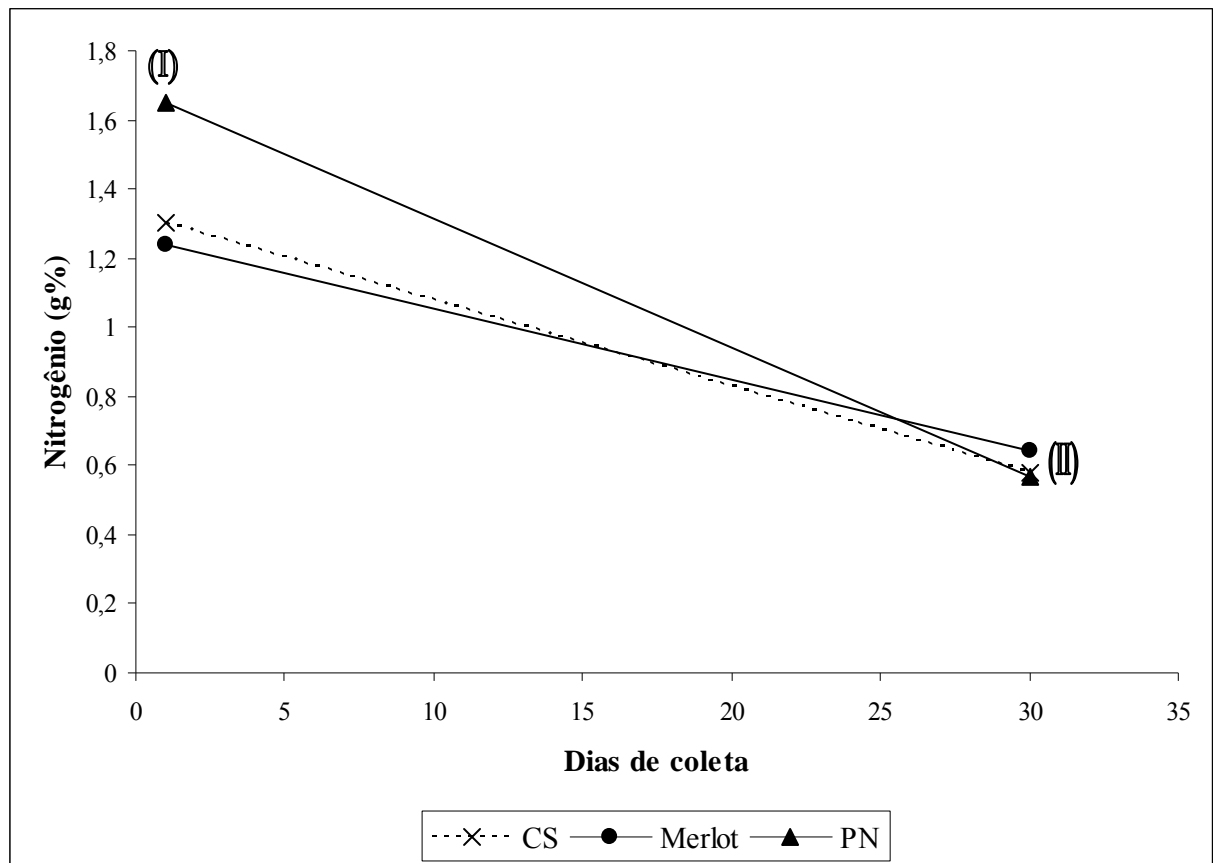


Gráfico 1 – Nitrogênio total (em g %) em pecíolos de videira para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: floração (coleta I) e 30 dias após a floração (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

4.3 Análise de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrogênio assimilável nas uvas no “vèraison” e na colheita

Na tabela 7 são apresentados os valores de nitrogênio total encontrados nas uvas, coletadas durante o “vèraison” e no momento da colheita, logo após o esmagamento das mesmas.

A quantidade de nitrogênio total foi significativamente diferente entre todas as variedades, sendo que a variedade Cabernet Sauvignon foi a que apresentou maiores quantidades no “vèraison”, seguida pela Merlot e Pinot noir, respectivamente. No momento da colheita, as quantidades de nitrogênio total encontradas para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot não diferem estatisticamente entre si. Comparando estes valores com

aqueles encontrados na Pinot noir, no momento da colheita, pode-se dizer que esta apresenta valores inferiores às demais. Outros valores como quadrado médio e graus de liberdade podem ser consultados no anexo 13.

Tabela 7 – Média dos valores de nitrogênio total (em mg/L) em uvas, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), utilizadas para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			CV
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	
I – “Vèraison”	264,2 ^{aA}	209,4 ^{bB}	95,3 ^{bC}	0,35
II – Colheita	303,7 ^{aA}	327,8 ^{aA}	140,9 ^{aB}	10,15
CV	7,58	6,76	12,90	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Comparando os valores dentro da mesma variedade, no período compreendido entre o “vèraison” e a colheita, podemos observar que a quantidade de nitrogênio aumentou significativamente nas variedades Merlot e Pinot noir. A quantidade de nitrogênio total aumentou também, porém em menor escala, para a variedade Cabernet Sauvignon, mas não foi observada diferença estatística para esta variedade no período considerado.

Em um estudo realizado em doze variedades viníferas, Christensen (1984) encontrou valores de nitrogênio total no “vèraison” variando entre 2,68 e 3,26 g %, valores estes considerados excessivos. Segundo este autor, a variedade pode influenciar na quantidade de nitrogênio encontrada nas diferentes épocas de coleta de amostra, já que observou que esta quantidade pode tanto aumentar quanto diminuir no período que vai da floração até o “vèraison”. As quantidades de nitrogênio total encontradas no mosto, neste estudo, variaram de 100 até 2.400 mg/L.

Keller et al. (1998), estudaram a interação entre nitrogênio na floração e a intensidade da luz durante o “vèraison”. Segundo estes autores, baixo teor de nitrogênio durante a floração reduz a formação dos frutos. Alta disponibilidade de nitrogênio com condições de baixa luminosidade no “vèraison” estimula o crescimento de ramos e a expansão das folhas. Nitrogênio em abundância também reduz os níveis de açúcar na polpa e o teor de ácidos no

meio. Além disso, condições adversas de nutrientes e água no solo podem fazer variar consideravelmente a quantidade de nitrogênio nos frutos, bem como influenciar no amadurecimento dos mesmos.

É na fase de transição entre o “vèraison” e a colheita que ocorre maior acúmulo de nitrogênio nos cachos da videira. De acordo com Löhnertz (1991), a absorção de nitrogênio inicia logo após a brotação das gemas. As taxas mais altas são encontradas depois do primeiro crescimento do ovário até o estágio de baga ervilha, mas é durante o “vèraison” que ocorre a maior absorção de nitrogênio pela videira, sendo totalmente depositado nos cachos. É nesta fase que a quantidade de nitrogênio influencia na qualidade da uva, pois se as folhas ou os cachos caem prematuramente, não ocorre o processo de maturação.

Dukes et al. (1991), relataram que a aplicação pré-colheita de fertilizante nitrogenado aumenta a concentração de nitrogênio no mosto. Em seu estudo, o tempo de fermentação até o final diminui quando a concentração de nitrogênio total aumenta de 336 para 507 mg/L, mas acima de 507 mg/L, o tempo de fermentação permanece constante. Segundo os autores, quantidades deficientes de nitrogênio no suco podem causar problemas durante o processo de fabricação do vinho, como parada na fermentação, devido ao inadequado fornecimento deste nutriente para as leveduras.

Um aumento na quantidade de nitrogênio total durante o amadurecimento das uvas é descrito por Boulton et al. (1998), sendo que, para a variedade Cabernet Sauvignon esta quantidade pode variar de 1,00 para 1,27 mg/baga e de 1,07 para 1,51 mg/baga para a variedade Merlot.

O gráfico 2 mostra o comportamento das três variedades no consumo de nitrogênio total durante o período compreendido entre o “vèraison” e a colheita, logo após o esmagamento das uvas para posterior vinificação.

Conforme pode ser observado, ocorreu um aumento na quantidade de nitrogênio no suco de uva para todas as variedades estudadas. Este aumento na quantidade de nitrogênio total era esperado e ocorre devido ao acúmulo deste nutriente nos frutos. A planta absorve nitrogênio do solo durante a formação dos cachos a fim de que este esteja disponível para as leveduras no momento da colheita e posterior utilização durante a fermentação.

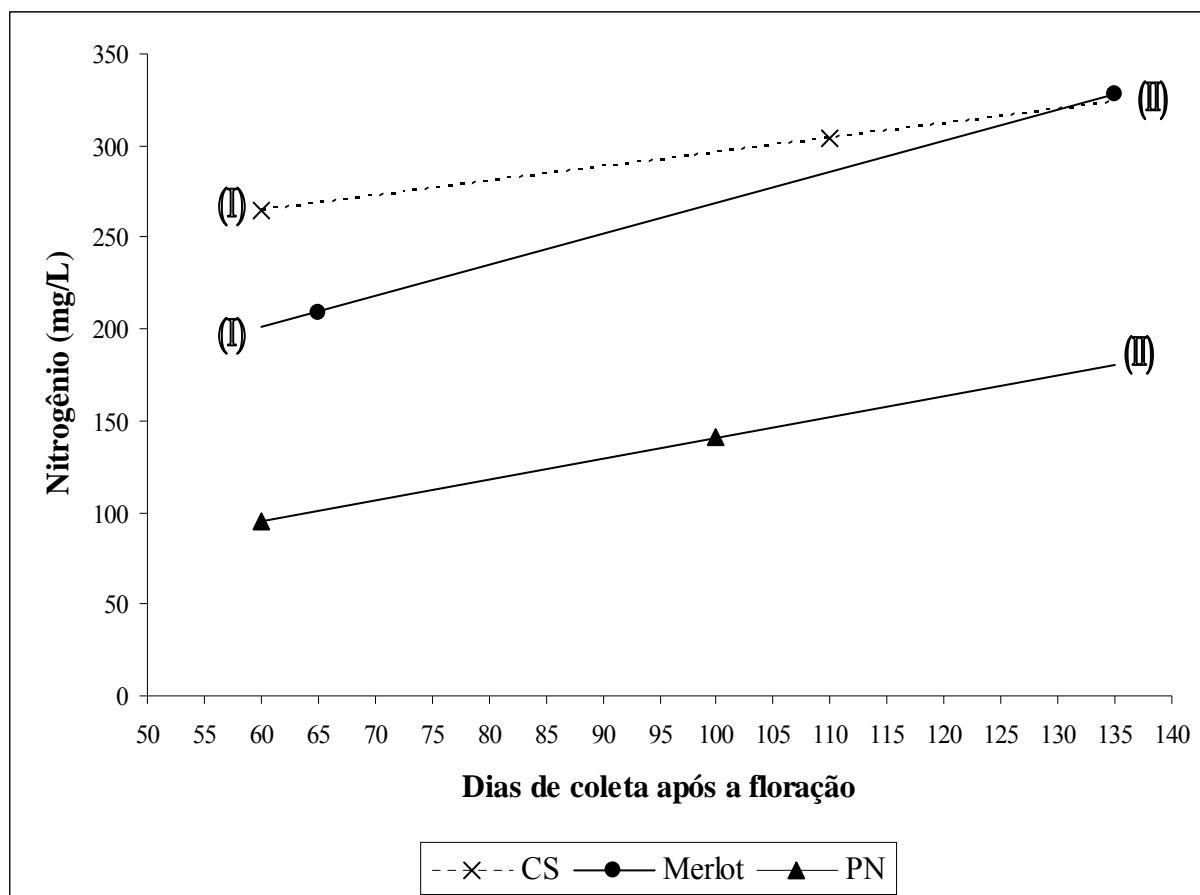


Gráfico 2 – Nitrogênio total (em mg/L) em uvas utilizadas para a elaboração de vinhos finos, para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: “vèraison” (coleta I) e colheita (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Se, em ambos os gráficos (1 e 2) o comportamento da queda e do aumento no nitrogênio foi semelhante para as três variedades, as quantidades devem ser observadas. No primeiro momento (entre a floração e 30 dias após) a variedade Pinot noir além de apresentar maiores quantidades de nitrogênio total na floração, apresentou maior consumo de nitrogênio para iniciar a formação dos cachos, 30 DAF (65 %), com uma diminuição mais expressiva que as variedades Cabernet Sauvignon (55 %) e Merlot (48 %). Sendo assim, pode-se dizer que a absorção de nitrogênio entre a floração e 30 dias após ocorre de maneira diferente entre a Pinot noir e as demais variedades estudadas.

Como pôde ser observado nas tabelas 4 e 7, e considerando o período intermediário, ou seja, entre 30 DAF e o “vèraison” é possível observar que a taxa de conversão de nitrogênio total é de aproximadamente 75% menor na variedade Pinot noir (tabela 8), confirmando que esta variedade possuiu necessidades peculiares de absorção, o que nos remete a sugerir uma adubação adicional de nitrogênio para esta variedade em algum

momento antes de ela entrar no “vèraison”, a fim de se conseguir maiores quantidades de nitrogênio total nas bagas, no momento da colheita. A tabela 8 foi construída utilizando os dados das tabelas 4 e 7, convertendo os valores de mg/L para g % (valores médios), numa simplificação aproximada para dar origem a estes índices. O fato de se ter utilizado os valores médios finais encontrados nas análises do trabalho não permitiu que se fizesse a análise estatística desta tabela, pois os dados poderiam ter sofrido alguma alteração.

Tabela 8: Índice de conversão do nitrogênio total (em g %) entre diferentes épocas de coleta (floração, 30 dias após a floração [DAF], “vèraison” e colheita), para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) encontradas em pecíolos de videira e uvas, amostrados durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

	Variedade		
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir
30 DAF /Floração	0,446	0,516	0,345
“vèraison”/floração	0,203	0,169	0,058
colheita /floração	0,023	0,026	0,009

Já no período compreendido entre o “vèraison” e a colheita, as variedades Merlot e Pinot noir apresentaram aumento mais expressivo na quantidade de nitrogênio total no período considerado (36 % para a Merlot e 32 % para a Pinot noir), diferindo da variedade Cabernet Sauvignon (13 %). Pode-se dizer, portanto que a variedade Cabernet Sauvignon acumula maiores quantidades de nitrogênio no pecíolo antes de chegar ao “vèraison”, já que, no momento da colheita esta variedade apresenta valores estatisticamente semelhantes ao da variedade Merlot.

De acordo com Keller (2005b), quantidades deficientes de nitrogênio durante a floração resultam em baixo rendimento nos frutos e o potencial produtivo da videira. Além disso, a concentração de açúcar é inferior à média, pois não há nitrogênio suficiente para a realização da fotossíntese. Segundo este autor, o rendimento e qualidade de uvas são obtidos com aplicação de nitrogênio entre a floração e o “vèraison”.

Na tabela 9 são apresentados os valores de nitrogênio amoniacal, encontradas nas variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir para o mesmo período, ou seja, entre o “vèraison” e colheita. Neste período, correu uma diminuição significativa em todas as variedades. Comparando estes valores com aqueles encontrados na análise de nitrogênio total,

no “vèraison”, as quantidades de nitrogênio amoniacal correspondem a aproximadamente 48 % para a variedade Cabernet Sauvignon, 41 % para a variedade Merlot e 38 % na variedade Pinot noir.

Tabela 9 – Média dos valores de nitrogênio amoniacal (em mg/L) em uvas, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), utilizadas para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	CV*
I – “Vèraison”	126,3 ^{a A}	86,3 ^{a B}	36,0 ^{a C}	3,32
II – Colheita	46,6 ^{b A}	25,5 ^{b B}	18,1 ^{b B}	16,58
CV*	5,82	5,76	12,92	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

*CV – coeficiente de variação

Passando à etapa seguinte, no momento da colheita, estes valores correspondem aproximadamente a 15 % na variedade Cabernet Sauvignon, 8 % para a variedade Merlot e 13 % na variedade Pinot noir, em relação ao nitrogênio total, no mesmo período. Como foi observado na análise de nitrogênio total, as variedades Cabernet Sauvignon e Pinot noir comportam-se de maneira semelhante, sendo que a variedade Merlot apresentou uma queda mais expressiva na quantidade de nitrogênio amoniacal. Outros valores como quadrado médio e graus de liberdade podem ser consultados no anexo 14.

Através destes dados, pode-se constatar que, no momento da colheita a fração de nitrogênio amoniacal deixa de ser majoritária em todas as variedades, sendo que ocorreu uma diminuição de 63 % para a variedade Cabernet Sauvignon, 70 % para a Merlot e 50 % na variedade Pinot noir. Esta diminuição na quantidade de nitrogênio amoniacal está de acordo com Cattalina et al. (1982 apud GARCIA, 1987 p. 4). Segundo estes autores, o nitrogênio amoniacal diminui durante a maturação em função de sua participação na formação dos compostos nitrogenados orgânicos, chegando a um valor mínimo.

O comportamento das três variedades em relação ao nitrogênio amoniacal no período entre o “vèraison” e a colheita pode ser observado no gráfico 3.

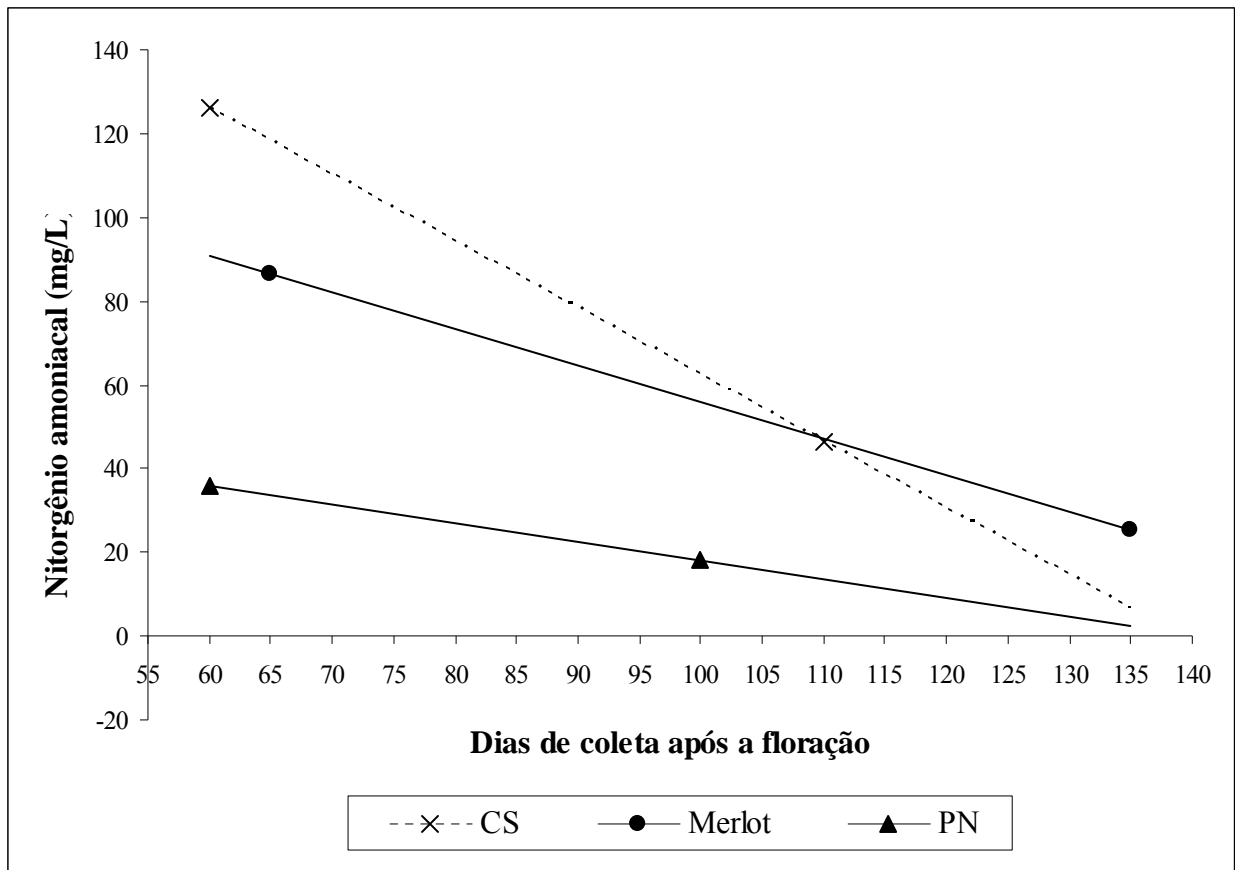


Gráfico 3 – Nitrogênio amoniacoal (em mg/L) em uvas utilizadas para a elaboração de vinhos finos, para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: “vèraison” (coleta I) e colheita (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Daudt; Rocha (2002) também observaram uma diminuição na quantidade de nitrogênio amoniacoal durante o período de maturação da uva. Estes autores consideram que a utilização desta fração de nitrogênio pode variar de acordo com a composição do mosto e as cultivares, provavelmente devido à disponibilidade dos diferentes compostos presentes na fração de nitrogênio assimilável.

A tabela 10 nos mostra que, no “vèraison”, as quantidades de nitrogênio assimilável foram estatisticamente diferentes entre todas as variedades, sendo que a variedade Cabernet Sauvignon apresentou valores mais elevados (101,0 mg/L), seguida pela variedade Merlot, com 67mg/L e a Pinot noir, com 56,0 mg/L. Outros valores como quadrado médio e graus de liberdade podem ser consultados no anexo 15.

A partir deste momento até a colheita, houve um aumento na quantidade de nitrogênio assimilável para todas as variedades. Conforme apresentado na tabela, na colheita, não houve

diferença significativa entre as variedades Merlot e Pinot noir, porém, os valores destas diferem da estatisticamente da Cabernet Sauvignon a nível de 5 % de significância, pelo Teste de Tukey.

Tabela 10 – Média dos valores de nitrogênio assimilável (em mg/L) em uvas, para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), utilizadas para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	CV*
I – “Vèraison”	101,0 ^{b A}	67,0 ^{b B}	56,0 ^{a C}	5,68
II – Colheita	131,3 ^{a A}	86,0 ^{a B}	63,3 ^{a B}	12,10
CV*	4,84	6,98	21,14	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

*CV – coeficiente de variação

Dentro da mesma variedade, para o mesmo período considerado, houve aumento significativo nas variedades Cabernet Sauvignon e Merlot. No gráfico 4 pode-se observar o comportamento destas três variedades, em relação ao nitrogênio assimilável, no período compreendido entre o “vèraison” e a colheita.

Em um estudo realizado com a cultivar Pinot noir, com aplicação de diferentes quantidades de nitrogênio, em diferentes épocas do ciclo vegetativo, Glad et al. (1994) observaram a mobilização e a contribuição deste nutriente para o crescimento da planta. Nitrogênio foi aplicado antes da perda das folhas (no outono) e antes do início do ciclo vegetativo (no início da primavera). Após a coleta de amostras de tecido, os autores observaram um maior acúmulo de nitrogênio nos tecidos das partes perenes, na fase de floração e concluíram que a maior parte (83 %) do nitrogênio assimilado durante a primavera foi utilizada para o crescimento vegetativo e desenvolvimento dos cachos. De acordo com Conradie (1986 apud SPAYD et al., 1991) o nitrogênio aplicado entre a floração e a colheita vai principalmente para os frutos, em vez de ser armazenado nas estruturas permanentes, sendo que mais de um terço do nitrogênio absorvido anualmente pela videira é transferido aos frutos no momento da colheita.

Para Löhnertz (1991), a principal fase de abastecimento de nitrogênio deve ser no “vèraison”. Segundo este autor, uma redução na absorção de nitrogênio em solução nesta fase pode afetar significativamente no desenvolvimento dos cachos.

Por outro lado, de acordo com Brunetto (2008) o período mais indicado para aplicação de fertilizante nitrogenado é na brotação, sendo que a adição de 50 % de nitrogênio no início da brotação mais 50 % na brotação aumentou a produtividade, mas diminuiu a quantidade de antocianinas no mosto.

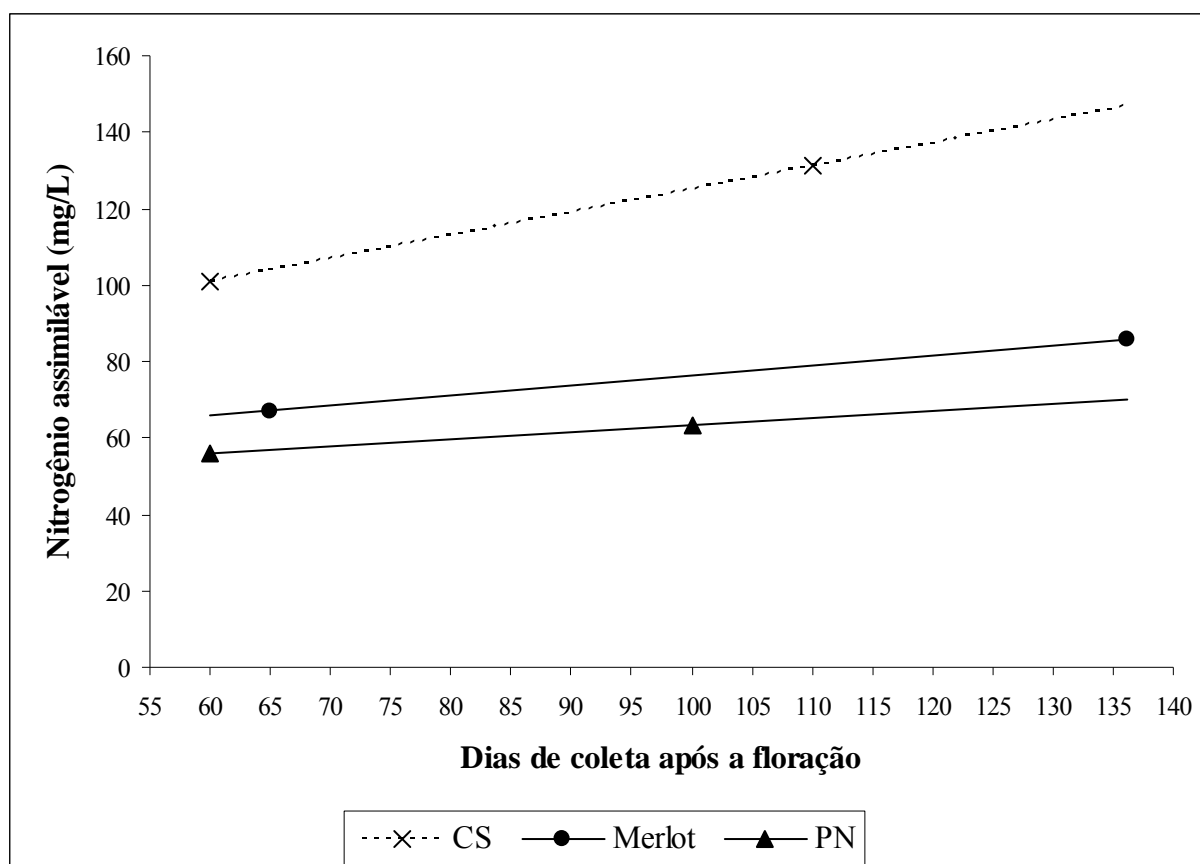


Gráfico 4 – Nitrogênio assimilável (em mg/L) em uvas utilizadas para elaboração de vinhos finos, para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN), amostradas em duas épocas diferentes: “vèraison” (coleta I) e colheita (coleta II), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Através dos dados de campo encontrados para as três variedades estudadas, desde o início da floração até o momento da colheita, podemos observar que ocorreu uma queda de nitrogênio, para todas as variedades, no período entre a floração e 30 dias após a mesma, período em que foram formados os grãos. Isto provavelmente contribuiu para os valores encontrados no “vèraison” e na colheita. No caso da Pinot noir, e nas condições de campo, do

ano do experimento (safra 2006-2007), uma adubação nitrogenada após a floração ou próxima do “vèraison” poderia ser feita, apesar das quantidades encontradas serem consideradas excessivas para alguns autores. Os dados encontrados neste trabalho permitirão a correção de nitrogênio para esta variedade nas próximas safras.

A partir dos resultados apresentados, podemos dizer que havia nitrogênio suficiente à disposição da videira para suprir as necessidades do grão e formação dos cachos, visto que sua formação foi homogênea e, no momento da colheita, estes se apresentavam bem compactados e sem deformações.

Entretanto, para que a variedade Pinot noir apresente uma quantidade ainda maior de nitrogênio no momento da colheita, e para que este permaneça disponível para as leveduras durante a fermentação, poderíamos sugerir, talvez, uma adubação nitrogenada no período compreendido entre 30 dias após a floração e o “vèraison”, pois, como foi observado, neste trabalho, a quantidade de nitrogênio, para esta variedade, neste período, foi aproximadamente 50 % menor quando comparado com as demais variedades (tabelas 4 e 7).

A diferença na quantidade de nitrogênio absorvida pode ter sido influenciada pelo porta-enxerto ou pelo clone da variedade utilizado, bem como pelo tipo de solo e quantidade dele absorvida, ou até mesmo por influência do clima, já que esta variedade possui ciclo vegetativo mais precoce quando comparado com as demais, conforme discutido anteriormente.

O fato da variedade Pinot noir ter apresentado maior coeficiente de variação em todas as análises (nitrogênio total, amoniacal e assimilável) indica que houve grande variação nas análises, considerando que os vinhedos amostrados foram os mesmos, nos dois momentos de coleta de amostra (“vèraison” e colheita).

Verifica-se assim, a importância de uma adubação nitrogenada adequada, a fim de garantir uma quantidade de nitrogênio ideal para o desenvolvimento da videira e para que estes níveis sejam também suficientes para o desenvolvimento de uma boa fermentação.

4.4 Nitrogênio total no mosto e no vinho das variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir

Na tabela 11 são apresentados os valores de nitrogênio total no momento da colheita (primeiro dia de fermentação), bem como a quantidade consumida deste nutriente durante a

fermentação (último dia de fermentação) para as três variedades em estudo: Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, e a quantidade de nitrogênio no vinho após 30 dias de engarrafamento.

Tabela 11 – Média dos valores de nitrogênio total (mg/L), para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, na safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Época de coleta de amostra	Variedade			
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	CV
Colheita	303,7 ^a	327,8 ^a	140,9 ^b	10,15
Ponto mínimo *	229,8 ^a	242,6 ^a	44,5 ^b	14,35
Pós fermentação malolática	285,5 ^a	303,8 ^a	70,5 ^b	7,50
Vinho (30 dias após engarrafamento)	276,0 ^a	270,6 ^a	57,8 ^b	6,59
Nitrogênio consumido (%) **	24	26	68	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

* Momento presumido em que começa a haver autólise de leveduras e aumento da quantidade de nitrogênio.

** Quantidade consumida (em porcentagem) do primeiro dia de fermentação até o ponto mínimo

Através dos dados apresentados na tabela 11, podemos observar que o comportamento no consumo de nitrogênio total foi semelhante para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir durante a fermentação, sendo que, em todas elas, havia maiores quantidades deste nutriente no momento da colheita (primeiro dia de fermentação), em relação às quantidades encontradas no último dia de fermentação. Entretanto, os valores encontrados foram estatisticamente semelhantes apenas entre as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, sendo que a variedade Pinot noir apresentou valores estatisticamente inferiores.

Após atingirem um valor mínimo, houve aumento na quantidade de nitrogênio, como consequência, provavelmente, da autólise das leveduras.

Para a variedade Cabernet Sauvignon, os valores médios iniciais de nitrogênio total encontrados foram de 303,7 mg/L no momento da colheita. Observa-se que houve consumo de nitrogênio já no primeiro dia de incubação, mostrando o início da fermentação. Com o passar dos dias, pode-se observar que a quantidade de nitrogênio atingiu um valor mínimo de 229,8 mg/L, no sexto dia de fermentação, com um consumo de 24 % do nitrogênio total (chamado de ponto mínimo). A partir deste momento teve início um aumento gradativo da quantidade de nitrogênio, chegando ao valor de 285,5 mg/L no final da fermentação malolática (24 ° dia). No vinho, após 30 dias de engarrafamento, a quantidade encontrada foi

de 276,0 mg/L de nitrogênio total, valor este bastante semelhante as 257,7 mg/L encontradas por Daudt et al., 2002.

Para maiores detalhes sobre o consumo de nitrogênio total, ver anexos 1, 4 e 7, respectivamente para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir. Em anexo também estão apresentados os modelos matemáticos das três variedades em estudo.

Os valores de nitrogênio total encontrados no mosto para a variedade Cabernet Sauvignon, são um pouco inferiores aos publicados por Daudt et al. (2002), que encontraram o valor de 420 mg/L para esta cultivar, valor este bastante semelhante ao valor médio relatado anteriormente para essa mesma cultivar, 458 mg/L, na mesma região (BOEIRA et al., 1995).

De acordo com Garcia; Daudt (1988) ocorre diminuição significativa na quantidade de nitrogênio no primeiro estágio de fermentação, devido à utilização deste nutriente pelas leveduras para multiplicação e posterior fermentação, e, por isso, as quantidades de nitrogênio total são menores no vinho quando comparado ao mosto de origem.

Partindo de 327,8 mg/L de nitrogênio total no momento da colheita, observa-se que as leveduras consumiram 26 % do nutriente, atingindo um valor mínimo de 242,6 mg/L no quarto dia de fermentação. Também para esta variedade, houve um aumento na quantidade de nitrogênio no final da fermentação, quando as quantidades deste nutriente passaram para 303,8 mg/L no último dia (20 ° dia), mais uma vez confirmando que ocorre autólise das leveduras nos últimos dias de fermentação. No vinho, a quantidade de nitrogênio total foi também semelhante à Cabernet Sauvignon, 270,6 mg/L

As quantidades de nitrogênio no mosto, no momento da colheita, são semelhantes às encontradas por Bertrand et al. (1991), para a variedade Merlot, em média, 338,5 mg/L, passando para 467 mg/L no ano seguinte, após aplicação de maiores quantidades de nitrogênio. Segundo os autores, o nitrogênio total no mosto aumenta conforme aumenta a adubação nitrogenada, e, neste caso a quantidade de nitrogênio absorvida não variou em vinhedos com diferentes portas-enxerto.

Podemos observar que o comportamento das três variedades durante a fermentação foi semelhante. Apesar dos menores valores de nitrogênio total encontrados para a variedade Pinot noir (tabela 11) no momento da colheita (140,9 mg/L), estes foram suficientes para o término da fermentação. O consumo de nitrogênio, em porcentagem, foi superior às demais (68 %), atingindo valores mínimos de 44,5 mg/L no quarto dia de fermentação. Os valores finais de nitrogênio total para esta variedade chegaram a 70,5 mg/L no último dia de fermentação (12 ° dia) e 57,8 mg/L no vinho, também analisado 30 dias após o engarrafamento.

Analisando-se a quantidade de nitrogênio que foi consumida, em porcentagem, durante a fermentação, podemos observar claramente que o consumo de nitrogênio pelas leveduras foi superior na variedade Pinot noir (68 %), contra apenas 24 e 26 % nas variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, respectivamente. Estes resultados comprovam que, apesar das menores quantidades de nitrogênio total encontradas para a Pinot noir, a maior parte deste é fonte de nutriente facilmente assimilável pelas leveduras, tanto na forma de nitrogênio amoniacal quanto de aminoácidos.

As quantidades de nitrogênio total encontradas para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot estão de acordo com Boulton et al. (1998). Segundo este autor, os valores de nitrogênio total no mosto para estas variedades variam em torno de 257 mg/L para a Cabernet Sauvignon e 285 mg/L para a Merlot. Em um estudo com quinze variedades viníferas, Sponholz (1991) encontrou valores de nitrogênio total variando de 150 a 660 mg/L. Os valores médios encontrados por Daudt et al. (1975), em variedades de uvas cultivadas no município de Bento Gonçalves foram de 379,12 mg/L.

Valores semelhantes foram encontrados por Jiranek et al. (1995), 328 a 467 mg/L, com uma média de 395 mg/L de nitrogênio total.

De acordo com Zoecklein et al. (2001), o conteúdo mínimo de nitrogênio total no mosto de uvas é menor, podendo variar de 60 a 2.400 mg/L, conforme foi observado na variedade Pinot noir. Kunkee (1991) considera que, para que ocorra uma fermentação adequada, a quantidade mínima de nitrogênio deve ser de 140 mg/L, valores estes um pouco inferiores aos encontrados nas variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

Os valores encontrados neste experimento estão também de acordo com Manfroi et al. (2006), cujos valores de nitrogênio total variaram de 157,5 mg/L a 332,5 mg/L e o nitrogênio com média de 246,1 mg/L. Segundo Amerine; Ough (1976), a concentração de nitrogênio encontrada no mosto pode variar de 24 mg L⁻¹ a 309 mg L⁻¹, dependendo da variedade.

No gráfico 5 estão representadas as curvas de fermentação para as três variedades em estudo neste trabalho. Além do consumo de nitrogênio, através do gráfico 5 é possível observar o consumo de açúcar pelas leveduras durante a fermentação. Como consequência do processo fermentativo, ocorre uma diminuição na quantidade de açúcar em função da conversão deste em etanol, a partir do momento que se inicia a fermentação. Estas quantidades passaram de aproximadamente 21 °Brix nas variedades Cabernet Sauvignon e Merlot e 20 °Brix na variedade Pinot noir para valores abaixo de zero °Brix, determinando o final da fermentação.

Analisando as quantidades de nitrogênio total encontradas no vinho (tabela 11), observou-se que as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot mais uma vez são semelhantes (276,0 e 270,6 mg/L, respectivamente), ao passo que, na variedade Pinot noir, o valor de 57,8 mg/L é inferior às demais. Entretanto, considerando as devidas diferenças iniciais, também apresentadas no momento da colheita para todas as variedades, a quantidade de nitrogênio encontrada no vinho de Pinot noir foi proporcional.

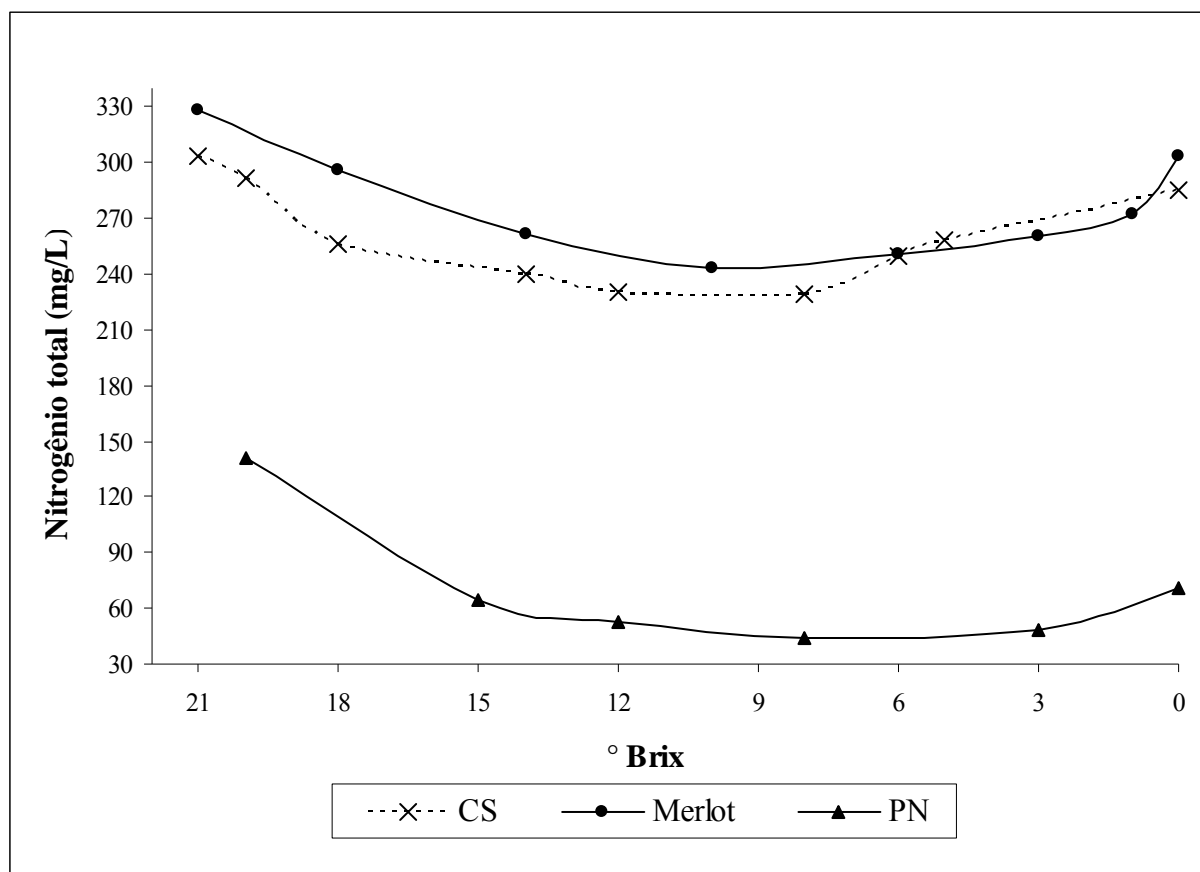


Gráfico 5 – Nitrogênio total (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) e seu comportamento durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

4.5 Nitrogênio amoniacal no mosto e no vinho para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir

Os valores apresentados na tabela 12 correspondem ao nitrogênio amoniacal no momento da colheita (primeiro dia de fermentação), e a quantidade consumida deste nutriente durante a fermentação para as três variedades em estudo: Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot

noir. Também podemos observar as quantidades de nitrogênio amoniacal no vinho, 30 dias após o engarrafamento.

A variedade Cabernet Sauvignon apresenta uma porcentagem de nitrogênio amoniacal maior do que as variedades Merlot e Pinot noir (diferença significativa a nível de 5 %). A Pinot noir, por sua vez, apresenta maior porcentagem de nitrogênio assimilável encontrado na forma de aminoácidos, quando comparados aos valores de nitrogênio total encontradas. A variedade Merlot apresenta valores intermediários no que se refere às duas frações de nutriente nitrogenado.

Tabela 12 – Média dos valores de nitrogênio amoniacal (mg/L), para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Época de coleta de amostra	Variedade			
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	CV
Colheita	46,6 ^a	25,5 ^b	18,1 ^b	16,58
Pós fermentação malolática	0	0	0	
Vinho (30 dias após engarrafamento)	0	0	0	
Nitrogênio consumido (%)	100	100	100	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estas quantidades correspondem a 15 %, 8 % e 13 % do nitrogênio total para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, respectivamente. A parcela restante de nitrogênio total é composta por nitrogênio na forma assimilável de aminoácidos e outras formas nitrogenadas não assimiláveis. Pode-se observar que ao final da fermentação, as leveduras consumiram 100 % do nitrogênio amoniacal e, conseqüentemente, no vinho, após 30 dias de engarrafamento não foi detectada também a presença de amônia. Quantidades semelhantes são citadas por Boulton et al. (1998) para Cabernet Sauvignon (19 %) do nitrogênio total é representada na forma amoniacal. Um valor médio encontrado em outras variedades (Sauvignon Blanc e Sémillon) foi de 20 %. Outros valores como graus de liberdade e quadrado médio podem ser observados no anexo 16.

Comportamento semelhante a este foi observado em um estudo realizado por Daudt; Rocha (2002), com a variedade Cabernet Sauvignon, onde a quantidade de nitrogênio amoniacal inicial do mosto era de 33 mg/L, e o consumo de nitrogênio amoniacal foi de 99 % para esta variedade. Segundo os autores, a amônia geralmente diminui com a evolução da

maturação da uva, tendo em vista sua utilização para a formação de outros compostos. Além disso, eles observaram que a variedade Cabernet Sauvignon utiliza mais rapidamente a amônia quando comparada com outras variedades.

As quantidades de nitrogênio amoniacal apresentadas também são semelhantes aos valores encontrados por Manfroi et al. (2006) para a cultivar Cabernet franc, que encontrou um valor mínimo de 16,6 mg/L e um valor máximo de 70,9 mg/L, com média de 43,6 mg/L.

Para Cordonnier (1966 apud BOULTON et al., 1998), a quantidade de nitrogênio amoniacal depende da disponibilidade do nitrogênio no solo e da rapidez com que a levedura utiliza este nitrogênio, sendo que as quantidades podem variar de 0 a 150 mg/L, no mosto.

Valores semelhantes são apresentados por Kunkee (1991), que diz que uma quantidade mínima de 140 mg/L de nitrogênio amínico é suficiente para se ter uma fermentação completa. Segundo estes autores, a utilização de nitrogênio pode ser influenciada pelo pH, vitaminas, oxigênio e tipo de nitrogênio no meio, sendo que quantidades adicionais de nitrogênio na forma de fosfato diamônio pode levar à formação de uréia, composto precursor do etilcarbamato.

Monteiro; Bisson (1992b), em estudos com soluções modelo considerando o rendimento celular, determinaram que uma concentração de 540 mg/L de amônia era necessária para obter um rendimento celular máximo ($1,2 \times 10^8$ cel/mL). Segundo estes autores, o crescimento de leveduras e a velocidade de fermentação mostram-se como uma função complexa da disponibilidade de nutrientes e a composição dos mostos.

Para Jiranek et al. (1995), a utilização de nitrogênio é influenciada pela presença de espaço de ar na fermentação e pela concentração de glicose inicial. Segundo estes autores, a adição de amônia retarda o grau de acumulação da maioria dos aminoácidos, mas incrementa o nitrogênio total consumido.

De acordo com Cattalina et al. (1982 apud GARCIA, 1987) o nitrogênio amoniacal, que é a única forma nitrogenada mineral que se encontra no fruto, diminui durante a maturação, chegando, no momento da colheita, a um valor mínimo, como consequência da sua participação na formação dos compostos nitrogenados orgânicos.

No gráfico 6 está representado o comportamento das três variedades em estudo em relação ao nitrogênio amoniacal. Pode-se dizer que as três variedades apresentaram comportamento semelhante, no que diz respeito ao consumo total de nitrogênio amoniacal, já que 100 % do mesmo foi consumido pelas leveduras durante o processo fermentativo.

Na variedade Cabernet Sauvignon o consumo ocorreu mais rapidamente, e, já no segundo dia de fermentação não havia mais nitrogênio amoniacal no meio. Já nas variedades

Merlot e Pinot noir, as leveduras consumiram nitrogênio amoniacal de forma mais lenta no início da fermentação, embora, no final, todo nitrogênio amoniacal tenha sido consumido, da mesma forma que na Cabernet Sauvignon; talvez houvesse outras formas de nitrogênio mais facilmente assimilável inicialmente nas variedades Merlot e Pinot noir.

Para a variedade Cabernet Sauvignon, os valores passaram de 46,6 mg/L a 21,0 mg/L 25,5 para 12,0 mg/L na variedade Merlot e de 18,1 para 7,5 mg/L na variedade Pinot noir (valores médios), conforme pode ser observado no gráfico 6 e mais detalhadamente nos anexos 2, 5 e 8 para as três variedades em estudo.

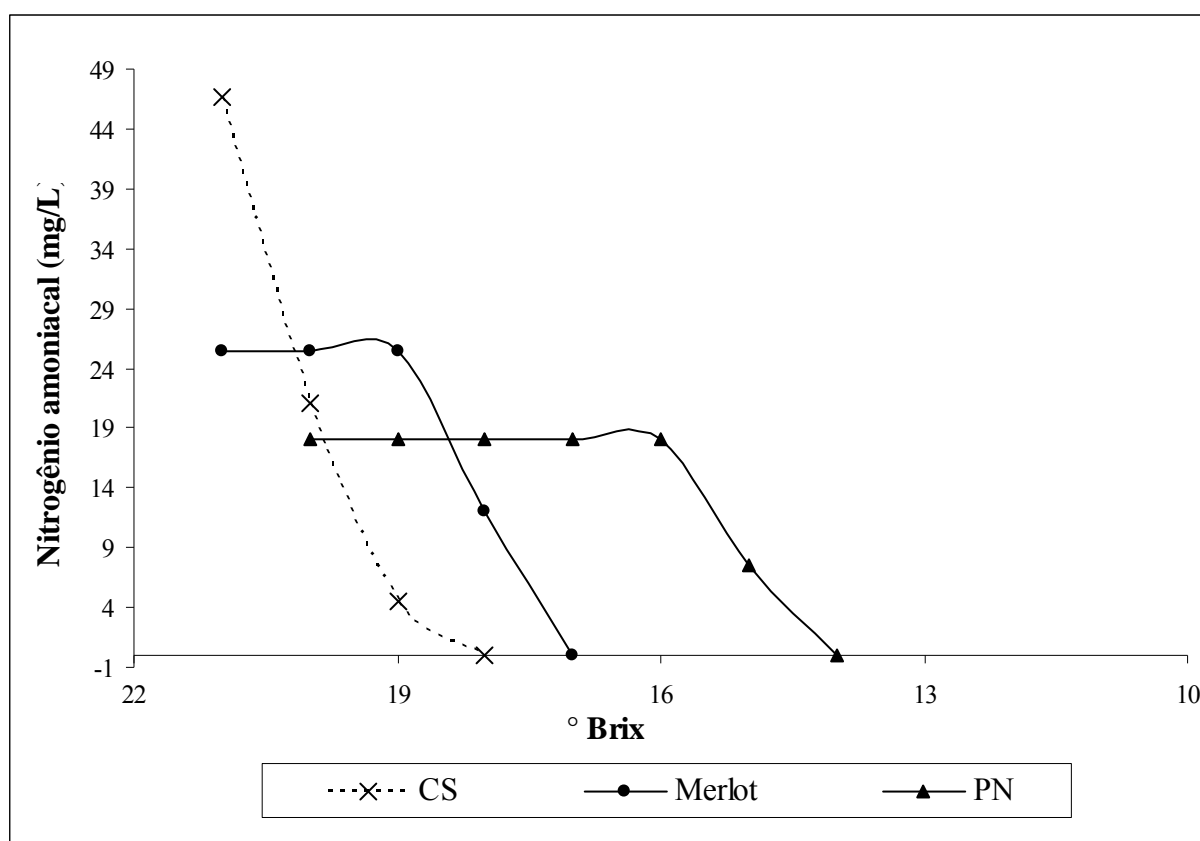


Gráfico 6 – Nitrogênio amoniacal (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) e seu comportamento durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Embora as quantidades estejam abaixo daquelas encontradas por Ough; Amerine (1987), em mostos da Califórnia, as três variedades em estudo apresentaram comportamento semelhante. Segundo estes autores as quantidades de nitrogênio amoniacal no mosto variam entre 24 e 309 mg/L, com uma média de 123 mg/L. No vinho, estas quantidades atingem valores de 50 mg/L, com média de 12 mg/L. No presente trabalho, não foi detectada amônia no final da fermentação, bem como no vinho, após 30 dias de engarrafamento.

De acordo com Monteiro; Bisson (1992a), a amônia é a fonte de nitrogênio preferida pelas leveduras, sendo que em quantidades abundantes, pode reprimir as vias de degradação de outros compostos que contém nitrogênio. Por este motivo que ocorre uma diminuição imediata no nitrogênio amoniacal, e sua presença no vinho não é observada.

4.6 Nitrogênio assimilável no mosto e no vinho para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir

Na tabela 13 são apresentados os valores de nitrogênio assimilável para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, no momento da colheita (primeiro dia) e durante a fermentação. Da mesma forma, são apresentadas as quantidades de nitrogênio assimilável no vinho, após 30 dias de engarrafamento, para as três variedades.

Tabela 13 – Média dos valores de nitrogênio assimilável (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Época de coleta de amostra	Variedade			
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	CV
Colheita	130,5 ^a	85,7 ^b	63,5 ^b	11,96
Ponto mínimo*	48,5 ^a	52,3 ^a	22,4 ^b	12,86
Pós fermentação malolática	56,0 ^a	52,3 ^a	22,4 ^b	8,57
Vinho (30 dias após)	53,7 ^a	44,2 ^b	10,1 ^c	5,70
Nitrogênio consumido (%)	63	39	65	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

*Momento em que começa a haver autólise de leveduras e aumento da quantidade de nitrogênio.

**Quantidade consumida (em porcentagem) do primeiro dia de fermentação até o ponto mínimo

Através desta tabela, pode-se observar que o consumo, em porcentagem, de nitrogênio assimilável pelas variedades Cabernet Sauvignon e Pinot noir foi semelhante (63 e 65 %, respectivamente). Sendo assim, apesar da menor quantidade (valores numéricos) de nitrogênio total encontrado para a variedade Pinot noir, quando comparada com as demais, esta quantidade foi suficiente para terminar a fermentação. Provavelmente esta variedade possui maior quantidade de nitrogênio prontamente assimilável, composto por outros

aminoácidos assimiláveis, disponível para as leveduras na fase inicial da fermentação. Outros valores como graus de liberdade e quadrado médio podem ser observados no anexo 17.

Os valores encontrados para as três variedades, no momento da colheita, são estatisticamente semelhantes entre as variedades Merlot e Pinot noir, sendo que a variedade Cabernet Sauvignon mais uma vez apresentou valores estatisticamente maiores.

Através dos dados apresentados na tabela 13, pode-se observar que as variedades Cabernet Sauvignon e Pinot noir apresentam uma maior quantidade de nitrogênio assimilável, sendo que este corresponde a 43 % e 45 % do nitrogênio total, respectivamente, enquanto que para a variedade Merlot esta fração chega a apenas 26 %.

No vinho, após trinta dias de engarrafamento, todas as variedades apresentaram valores estatisticamente diferentes, com 53,7 mg/L para a variedade Cabernet Sauvignon, 44,2 mg/L para a Merlot e 10,1 mg/L para a Pinot noir. Nos anexos 3, 6 e 9 podem ser observadas as quantidades de nitrogênio assimilável encontradas neste estudo, bem como seu comportamento em todas as variedades durante a fermentação.

De acordo com a classificação de Kliewer (1991), a variedade Pinot noir encontra-se no grupo das cultivares que possuem maior quantidade de nitrogênio assimilável, onde a arginina é o aminoácido majoritário, representando aproximadamente 30 % do nitrogênio total. De acordo com Christensen (1984), as variedades Cabernet Sauvignon e Pinot noir podem ser classificadas como acumuladores moderados de nitrogênio assimilável.

Agenbach (1977 apud SPAYD et al., 1995), relatou que são necessárias concentrações maiores que 140 mg/L de nitrogênio assimilável para que as leveduras se desenvolvam suficientemente, para completar a fermentação, em uvas com 20 a 30 °Brix a 25 °C, e que em torno de 500 mg de nitrogênio total por litro de mosto foram necessárias para uma produção máxima de biomassa de leveduras e fermentação completa até o final.

Spayd et al. (1995), pesquisaram o efeito de fertilizantes nitrogenados sobre o comportamento de leveduras na cultivar Riesling em Washington e concluíram que o crescimento da biomassa, medido pela turbidez, aumentou com o aumento da taxa de fertilização de nitrogênio. Uma concentração de nitrogênio assimilável em torno de 150 mg/L no mosto foi necessária para a conclusão da fermentação, visto que foi realizada uma aplicação de 112 kgN/ha/ano em solo deficiente em nitrogênio.

O nitrogênio assimilável está presente em quantidades bastante variáveis no mosto e no vinho. O aminoácido prolina está geralmente presente em maiores quantidades, podendo representar até 90 % na variedade Cabernet Sauvignon. Outro aminoácido como arginina também pode estar presente em grandes quantidades, seguido por glutamina, prolina, α -

alanina e treonina (OUGH; AMERINE, 1987). De acordo com Spayd et al. (1995), alanina e prolina, juntamente com amônia constituem fonte de nitrogênio facilmente assimilável. Segundo estes autores, uma quantidade de 150 mg/L de nitrogênio assimilável são suficientes para se ter uma fermentação adequada.

Para Monteiro; Bisson (1992a), a arginina é relativamente abundante em mostos e geralmente é a principal fonte de nitrogênio para a levedura. Esta pode ainda estar disponível para degradação por outros microorganismos presentes durante a fermentação ou no vinho acabado, podendo criar problemas por estabilidade microbiana.

De acordo com Lehtonen (1996), o nitrogênio no mosto pode ter origem variada, sendo que aqueles originados na uva podem ser total ou parcialmente utilizados pelas leveduras na fase de crescimento. Segundo esta autora, a quantidade total de aminoácidos pode variar de 300 a 1300 mg/L, sendo que a prolina é o aminoácido majoritário, podendo representar de 30 a 85 % do conteúdo total de aminoácidos. Também podem ser encontrados em quantidades consideráveis outros como alanina, ácido glutâmico, arginina, entre outros.

De acordo com Kliewer (1974), a arginina pode representar de 15 a 50 % do nitrogênio total. A concentração de nitrogênio assimilável (arginina) no mosto, no momento da colheita pode variar de 400 a 500 mg/L e de 600 a 1200 mg/L.

Quando o teor de nitrogênio é baixo, a arginina é praticamente toda absorvida no início da fermentação e pouca ou nenhuma uréia é excretada. Ao contrário, quando o nível de arginina e aminoácido são altos, arginina continua sendo consumida durante a fermentação e ocorre grande liberação de uréia no meio, dependendo da levedura utilizada na fermentação (Daudt et al., 1995). Os aminoácidos têm grande importância também para o crescimento das bactérias lácticas, durante a fermentação malolática. Algumas linhagens decompõem completamente arginina, ácido glutâmico, histidina e tirosina (OUGH; AMERINE, 1987).

A quantidade de aminoácidos no final da fermentação ainda não é bem correlacionada com a composição inicial no suco devido à sua ótima utilização durante a fermentação. Estes compostos são liberados em função da autólise das leveduras. A liberação destes metabólitos sugere um papel fisiológico, talvez para aumentar a sobrevivência das células presentes no meio (BISSON, 1991).

A quantidade de nitrogênio assimilável no mosto aumenta com o aumento da fertilização nitrogenada (SPAYD et al., 1995). Segundo estes autores, a partir da adubação de 0, 56, 112 e 224 Kg/N/ha foram encontradas 28, 90, 157 e 250 mg/L de nitrogênio assimilável, respectivamente, porém a adição de fertilizantes nitrogenados deve ser realizada com cautela, porque quantidades excessivas podem aumentar o pH dos vinhos.

Estes resultados comprovam que, apesar das menores quantidades de nitrogênio na variedade Pinot noir, esta apresentou nutrientes nitrogenados em quantidades suficientes para o término da fermentação, já que apresentou praticamente o mesmo consumo de nitrogênio que a variedade Cabernet Sauvignon, que apresenta quase o dobro de nitrogênio.

O gráfico 7 representa o comportamento das variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, em relação ao consumo de nitrogênio assimilável.

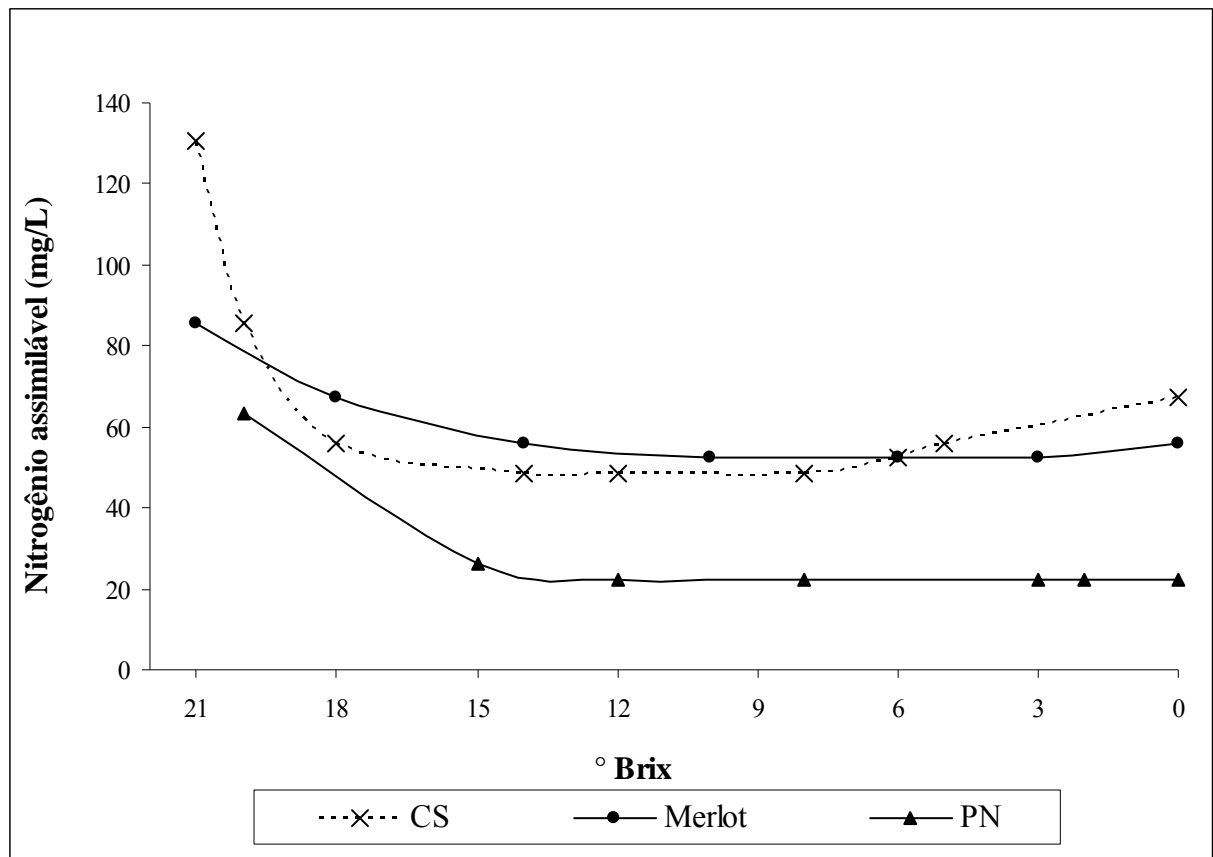


Gráfico 7 – Nitrogênio assimilável (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon (CS), Merlot e Pinot noir (PN) e seu comportamento durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

4.7 Comparação entre a fermentação com e sem adição de levedura pura para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot

Através da tabela 14 podemos observar o consumo de nitrogênio total para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot em duas repetições: uma com adição de levedura pura (*Sacharomyces cerevisiae* bayanus, para a Cabernet Sauvignon e *Sacharomyces*

cerevisae, com caráter killer, para a variedade Merlot) e a outra sem adição de leveduras puras, ou seja, fermentada apenas com leveduras nativas.

Tabela 14 – Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon, na fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações CS 1, CS 2 e CS 3) e fermentadas com leveduras nativas (CS 4) e para a variedade Merlot, em fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações M 1, M 2 e M 3) e com leveduras nativas (M 4), durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix *	Variedade			
	Cabernet Sauvignon (média) **	Cabernet Sauvignon (Fermentação Natural)	Merlot (média) **	Merlot (Fermentação Natural)
21	303,7	298,9	327,8	284,9
18	291,6	290,7	295,5	245,6
15	255,9	271,4	261,1	233,7
13	239,6	243,1	242,6	220,7
10	229,8	239,9	250,5	234,1
8	229,8	281,2	260,3	245,3
5	250,0	280,8	272,1	264,9
2	257,7	280,7	-	-
0	285,5	290,4	303,8	276,4
N consumido (%)	24	20	26	22,5

* Valor aproximado

** Valor médio das fermentações 1, 2 e 3 que foram adicionadas de leveduras puras

O consumo de nitrogênio foi semelhante nas duas fermentações, porém, na fermentação sem adição de levedura pura, o consumo de nitrogênio (em porcentagem) foi menor, tanto para a variedade Cabernet Sauvignon 20 %, contra 24 %, quanto para a variedade Merlot, 22,5 % contra 26 %, na fermentação sem e com adição de levedura pura, respectivamente.

Segundo Fleet e Heard (1994 apud MAMEDE E PASTORE, 2004) as leveduras do gênero *Saccharomyces* são resistentes a altas concentrações de etanol e por isso dominam a fermentação alcoólica de mosto de uva para produção de vinho. Já as leveduras do gênero *Kloeckera*, *Candida*, *Hanseniospora*, *Hansenula*, *Pichia* e *Kluyveromyces*, comuns a microflora da uva, são menos resistentes ao etanol e morrem no terceiro ou quarto dia de fermentação.

De acordo com Heard e Fleet (1986), o processo tradicional de obtenção do vinho, fermentação natural (espontânea) do mosto de uva é realizada por uma seqüência de diferentes espécies de leveduras. Inúmeras leveduras, diferentes de *Saccharomyces cerevisiae*, como as do gênero *Kloeckera*, *Candida*, *Hansenula*, *Hanseniospora*, *Pichia*, *Zigossacharomyces*, entre outras, fazem parte da microflora da uva e podem iniciar a fermentação.

Como pode ser observado no gráfico 8, na fermentação com levedura nativa, a autólise das leveduras começou a ocorrer antes, em comparação com a fermentação oriunda da adição de levedura pura.

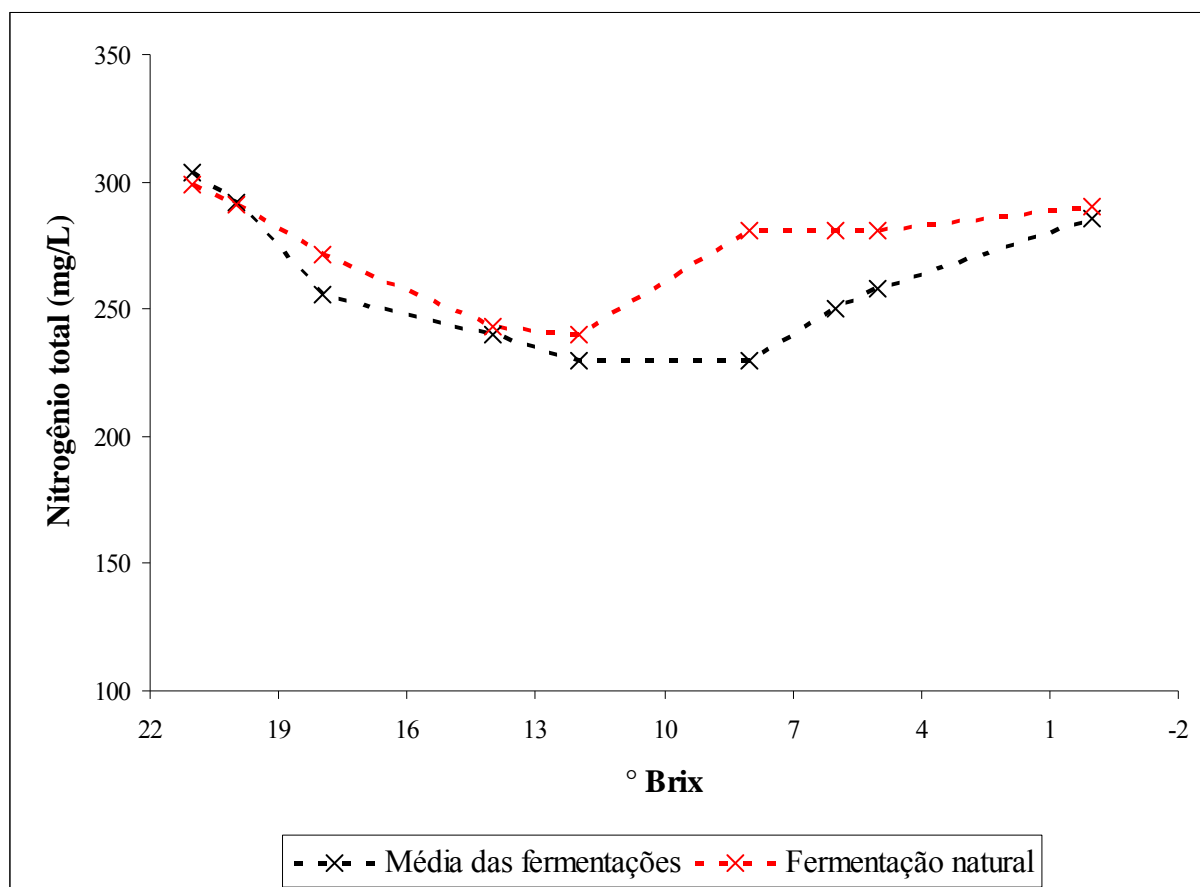


Gráfico 8 – Nitrogênio total (mg/L) e seu comportamento para a variedade Cabernet Sauvignon, na fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações CS 1, CS 2, e CS 3) e fermentadas com leveduras nativas (CS 4) durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Para a variedade Merlot (gráfico 9), a curva de fermentação apresentou-se quase idêntica entre as duas fermentações, diferindo apenas nas quantidades iniciais de nitrogênio total.

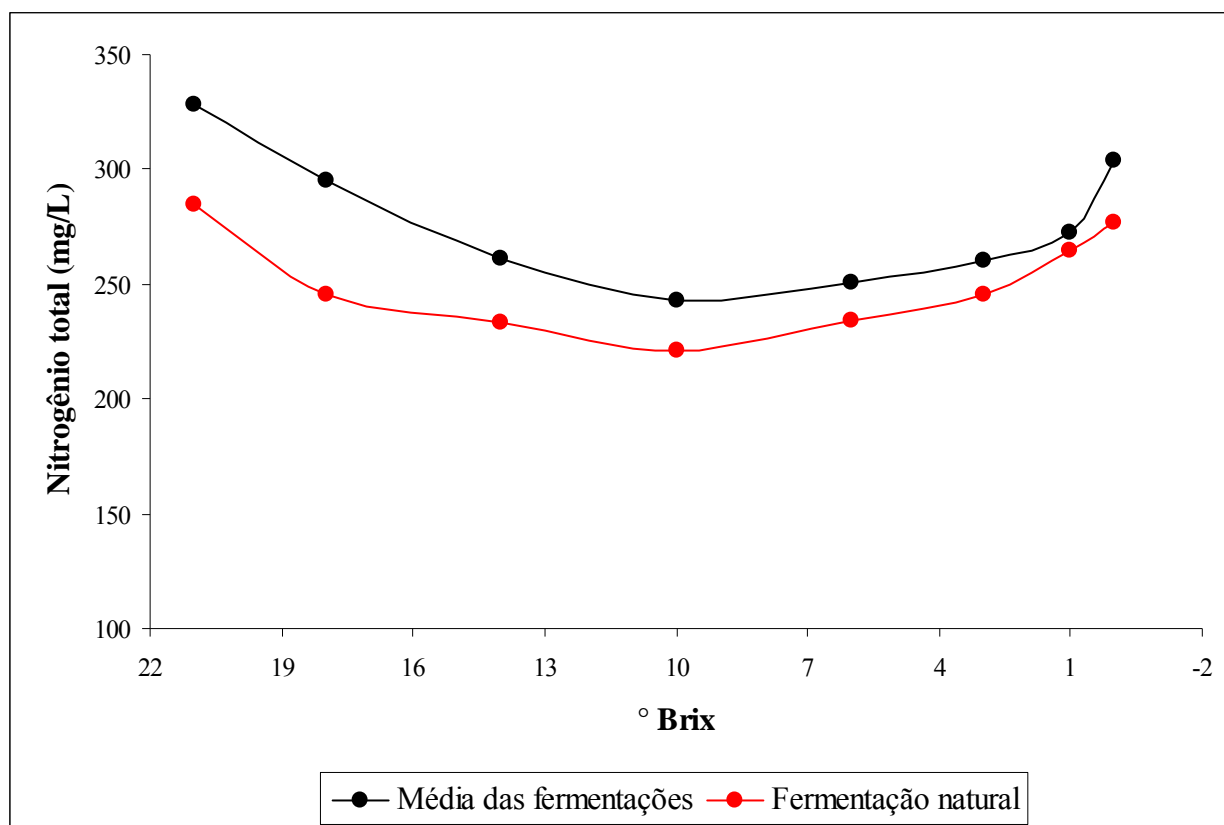


Gráfico 9 – Nitrogênio total (mg/L) e seu comportamento para a variedade Merlot, na fermentação com adição de leveduras puras (média das fermentações M 1, M 2 e M 3) e fermentadas com leveduras nativas (M 4) durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

O conteúdo inicial de nitrogênio total e a quantidade individual dos constituintes nitrogenados afetam o crescimento das leveduras, velocidade de fermentação, formação, estabilidade do produto final (DUTRA et al., 1999).

Jiranke et al. (1995), caracterizou alguns requisitos para o uso de linhagens de *Sacharomyces* para a fermentação de vinhos, como a aeração durante a fermentação e a utilização de nitrogênio para as diferentes linhagens. Os autores (DUTRA et al., 1999 e JIRANKE et al., 1995) sugerem, de fato, a utilização de cepas selecionadas como alternativa para superar problemas associados com a deficiência de nitrogênio, porém, mais estudos são necessários para descobrir a forma de equilibrar o grau de suplementação para maximizar a eficiência de utilização de nitrogênio e posteriormente influenciar na geração de subprodutos metabólicos, que podem contribuir para o perfil aromático do vinho.

5 CONCLUSÕES

As quantidades de nitrogênio encontradas, embora baixas em alguns casos, garantiram uma boa fermentação.

A variedade Pinot noir apresentou uma capacidade restrita de conversão de nitrogênio em comparação com Cabernet Sauvignon e Merlot, no período compreendido entre 30 dias após a floração e o “vèraison”, merecendo uma atenção especial, pelo menos na região estudada.

O uso de leveduras pura na fermentação de uva viníferas (variedades Cabernet Sauvignon e Merlot), conduziu a fermentação de forma mais homogênea que o uso de leveduras selvagens.

RECOMENDAÇÕES

Para obtenção de uvas com maiores teores de nitrogênio, no momento da colheita, e manutenção da qualidade das uvas destes vinhedos comerciais pode-se recomendar uma adubação nitrogenada diferenciada para a variedade Pinot noir, em algum momento antes do “vèraison” a fim de se obter maiores quantidades de nitrogênio total no momento da colheita.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acribia. 1976. 158 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 16 th. Washington, DC. 1995, 2000 p.

BERTRAND, A.; INGARGIOLA, M. C.; DELAS, J. Effects of nitrogen fertilization and grafting on the composition of must and wine from Merlot grapes, particularly on the presence of ethyl carbamate. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 215 – 220.

BISSON, L. F. Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 78-89.

BISSON, L. F. **VEN 124 Lab manual, an introduction to wine production**. Davis: Department of Viticulture and Enology University of Califórnia. 2002, 71 p.

BOEIRA, L. S.; DAUDT, C. E. Efeito da fertilização nitrogenada na cv. Gewürztraminer proveniente de duas regiões sobre a concentração de Nitrogênio Total no mosto e seu consumo por diferentes leveduras durante a fermentação alcoólica. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 25, n. 2. p. 299 – 303, mar./abr. 1995.

BORGES, E. P. **ABC ilustrado da uva e do vinho**. 1. ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2004. 251 p.

BOULTON, R. B. et al. **Principles and practices of winemaking**. New York: International Thomson Publishing. 1998. 604 p.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, mar./abr. 2000.

BREMMER, J. M.; Total Nitrogen. In: BLACK, C.A., **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy. 1965. Cap 83, p. 1149 – 1176. v. 2.

BRUNETTO, G. et al. Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado via foliar em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 27, n. 1, p.110-114, Abr. 2005.

BRUNETTO, G. et al. 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, dez. 2006.

BRUNETTO, G., **Nitrogênio em videira: Recuperação, acumulação e alterações na produtividade e na composição da uva**. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Brasília: Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho (CNPUV), 1994. 90 p.

CONRADIE, W. J. Translocation and storage of nitrogen by grapevines as affected by time of application. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 32 – 41.

CONRADIE, W. J.; SAAYMAN, D. Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. II. Leaf Analyses and Grape Composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 40, n. 2, p. 91-98, jun. 1989.

CHRISTENSEN, P. Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 3, p. 124 – 133, sep. 1984.

DAUDT, C. E. Determinação da fermentação malolática em vinhos pela cromatografia em papel. **Revista Centro de Ciências Rurais**. Santa Maria. v. 1, n. 3, p. 81 – 94, mai./jun. 1971.

DAUDT, C. E.; CONTE, A.; MENEGUZZO, J. Teor de nitrogênio total e fósforo em algumas variedades de uvas. **Revista Centro de Ciências Rurais**. Santa Maria. v. 5, n. 4, p. 317 – 322, jul./ago.1975.

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

DAUDT, C. E.; ROCHA, G. M. A. L. Nitrogênio total e amoniacal em mostos de Chardonnay e Cabernet Sauvignon e sua utilização durante a fermentação. **Revista Higiene Alimentar**. São Paulo. v.16, n.101, p. 25-31, out. 2002.

DUKES, B. et al. Time of nitrogenous fertilization can reduce fermentation time and improve wine quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 249-254.

DUTRA, S. V.; DAUDT, C. E.; SOUZA, M. Aminoácidos livres e uréia durante a fermentação de mosto de Chardonnay com diferentes leveduras. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas. v. 19, n. 2, p. 179 – 182, maio/ago. 1999.

EMBRAPA, **A Viticultura no Semi-Árido Brasileiro**. Petrolina – PE; 366 p. 2000.

_____. **Banco de dados climáticos do Brasil – Monitoramento via satélite**, 2003. Disponível em <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br>. Acesso em 20 de set. de 2007 [a].

_____. **Produção e mercado de uvas viníferas**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasSemSementes/adubacao.htm>. Acesso em 11 de junho de 2007 [b].

FOGAÇA, A. O. **Avaliação do estado nutricional de vinhedos e sua relação com a produção de uvas viníferas de qualidade**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GARCIA, N. P. **Constituintes inorgânicos e nitrogênio total em mostos e vinhos**. 1987. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GARCIA, N. G.; DAUDT, C. E.; Utilização de nitrogênio durante a fermentação de mostos. **Revista Centro de Ciências Rurais**. Santa Maria. v. 18, n. 2, p. 141-147, mar./abril 1988.

GLAD, C. et al. The relative contribution of nitrogen originating from two seasonal ¹⁵N supplies to the total nitrogen pool present in the bleeding sap and in whole *Vitis vinifera* cv. Pinot noir grapevines at bloom time. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis. v. 45, p. 327-332, sep. 1994.

HEARD, G. M.; FLEET, G. H. Occurrence and growth of yeast species during the fermentation of some Australian wines. **Food Technology in Australia**. Sydney, 38, p. 22-25, 1986.

JIRANEK, V.; LANGRIDGE, P.; HENSCHKE, P. A. Amino acid and ammonium utilization by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts from a chemically defined médium. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 46, n. 1, p. 75 – 83, mar. 1995.

KELLER, M.; ARNINK, K. J.; HRAZDINA, G. Interaction of nitrogen availability during blooming and ligh intensity during “Vèraison”. I. Effects on grapevine growth, fruit development, and ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, n. 3, p. 333-340, sep. 1998.

KELLER, M. Deficit irrigation and vine mineral nutrition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 3, p. 267-283. sep. 2005a.

KELLER, M. Nitrogen - Friend or foe of wine quality. **Practical Winery & Vineyard Magazine**. Sept./Oct. 2005b. Disponível em: <http://www.practicalwinery.com/SeptOct05/septoct05p24.htm> Acesso em 20 de nov. 2007.

KLIEWER, M. K.; COOK, J. A. Arginine levels in grape canes and fruits as indicators of nitrogen status of vineyards. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 25, n.2, p. 111-118, jun. 1974.

KLIEWER, W. M. Methods for determining the nitrogen status of vineyards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 133-147.

KLUBA, R. M., MATTICK, L. R., HACKLER, L. R. Changes in concentration of free and total amino acids of several native american grape cultivars during fermentation; **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 29, n. 3, p. 181 - 186, sep. 1978.

KUNKEE, R. E. Relationship between nitrogen content of must and sluggish fermentation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 148-155.

LEHTONEN, P. Determination of amines and amino acids in wine - a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 47, n. 2, p. 127-133, jun. 1996.

LÖHNERTZ, O. Soil and the uptake of nitrogen in grapevines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 1-11.

MANFROI, L. et al. Composição química do mosto da uva 'Cabernet franc' conduzida no sistema lira aberta. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 30, n. 4, p. 787-792, jul./ago. 2006.

MAMEDE, M. E. de O.; PASTORE, G. M.; Avaliação da produção dos compostos majoritários da fermentação de mosto de uva por leveduras isoladas da região da "Serra Gaúcha" (RS). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 24, n.3, p. 453-458, jul./set. 2004.

MELLO, L. M. R., **Evolução da área vitícola do Rio Grande do Sul no decênio 1995-2004**. Disponível em http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/evolucao95_05.pdf Acesso em 15 set. 2007.

MONTEIRO, F. F.; BISSON, L. F. Nitrogen supplementation of grape juice. I. Effect on amino acid utilization during fermentation. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, n. 1, p. 1-10, mar. 1992a.

_____. Nitrogen supplementation of grape juice. II. Effect on amino acid and urea release following fermentation. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, n. 1, p. 11 – 17, mar. 1992b.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. New York: Cambridge University Press. 239 p. 1992.

OUGH, C.S.; AMERINE, M.A. **Methods for analysis of musts and wines**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. 341 p. 1987.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 22, n. 2, p. 192-198, maio/ago. 2002.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, supl, p.156-161, dez. 2003.

ROCHA, G. M. A. L. **Determinação de Nitrogênio Total e Amônia em Mostos e sua utilização durante a Fermentação**. 1997. 70, [20] f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SALISBURY, F. B.; ROOS, C. W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmonte: Wadsworth Publishing Company, 1991, 682 p.

SCIENTIFIC PROGRAMMING ENTERPRISES. PlotIT for Windows 95/NT, Version. 3.20e. Haslet, 1997.

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

SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B. **Amostragem para análise foliar de videira**. Petrolina: Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, 1999, Folheto.

SOUSA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ. 791 p. 1996. v. 1.

SPAYD, S. E. et al. Vineyard nitrogen fertilization effects on must and wine composition and quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 196-199.

SPAYD, S. E. et al. Nitrogen fertilization of white Riesling in Washington: effects on petiole nutrient concentration, yield, yield components, and vegetative growth. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 378-386, dec. 1993.

SPAYD, S. E.; NAGEL, C. W.; EDWARDS, C. G. Yeast growth in Riesling juice as affected by vineyard nitrogen fertilization. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 46, n. 1, p. 49-55, mar. 1995.

SPONHOLZ, W. R.; Nitrogen compounds in grapes, must, and wine. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 67-77.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2nd ed. Redwoo City: Benjamin/Cummings, 1998. 565 p.

TEDESCO, M. J. **Extração simultânea de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em tecido de plantas por digestão H₂O₂-H₂SO₄**. Porto Alegre. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1982. 23 p. (Informativo interno, p. 1-82).

UNIÃO BRASILEIRA DE VITIVINICULTURA - UVIBRA. Disponível em: http://www.uvibra.com.br/pdf/safra_uva1998-2007.pdf. Acesso em: 25 out. 2007.

WERMELINGER, B. Nitrogen dynamics in grapevine: physiology and modeling. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle). **Proceedings...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991, 323 p. p. 23-31, 1991. 323 p.

WERMELINGER, B.; KOBLET, W. Seasonal growth and nitrogen distribution in grapevines leaves, shoots and grapes. Zürich. **Vitis**. v. 29, p. 15-26, 1990.

WINKLER, A.J. et al. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710 p.

WOLF, T. K.; POOL, R. M. Effects of rootstock and nitrogen fertilization on the growth and yield of Chardonnay grapevines in New York. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 39, n. 1, p. 29-37, mar. 1988.

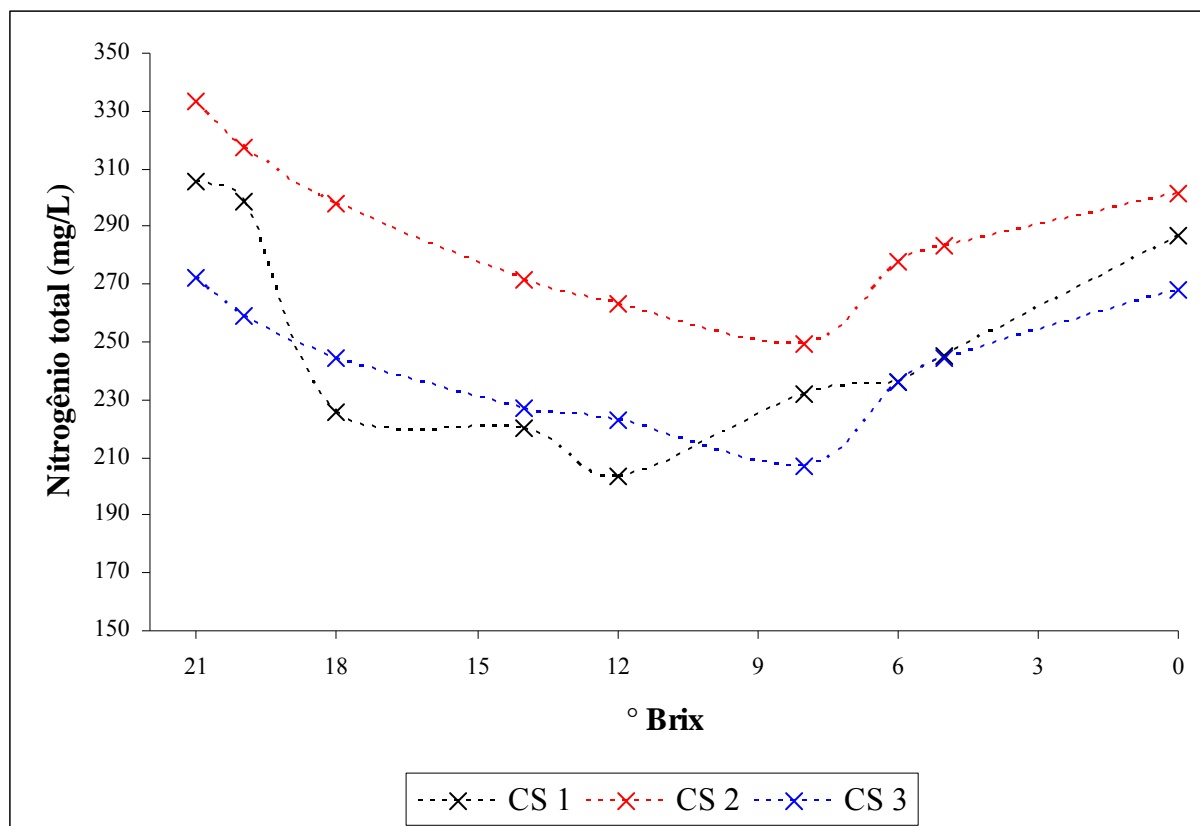
ZOECKLEIN, B. W. et al. **Análisis y producción de vino**. Zaragoza. Acribia. 2001. 613 p.

7 ANEXOS

ANEXO 1 – Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS

° Brix*	CS 1	CS 2	CS 3
21	305,9	333,0	272,2
20	298,5	317,6	258,7
18	225,9	297,6	244,1
14	220,3	271,1	227,3
12	203,4	262,9	222,9
8	232,0	249,4	207,0
6	235,8	278,0	236,3
5	245,4	283,1	244,5
0	287,1	301,1	268,1

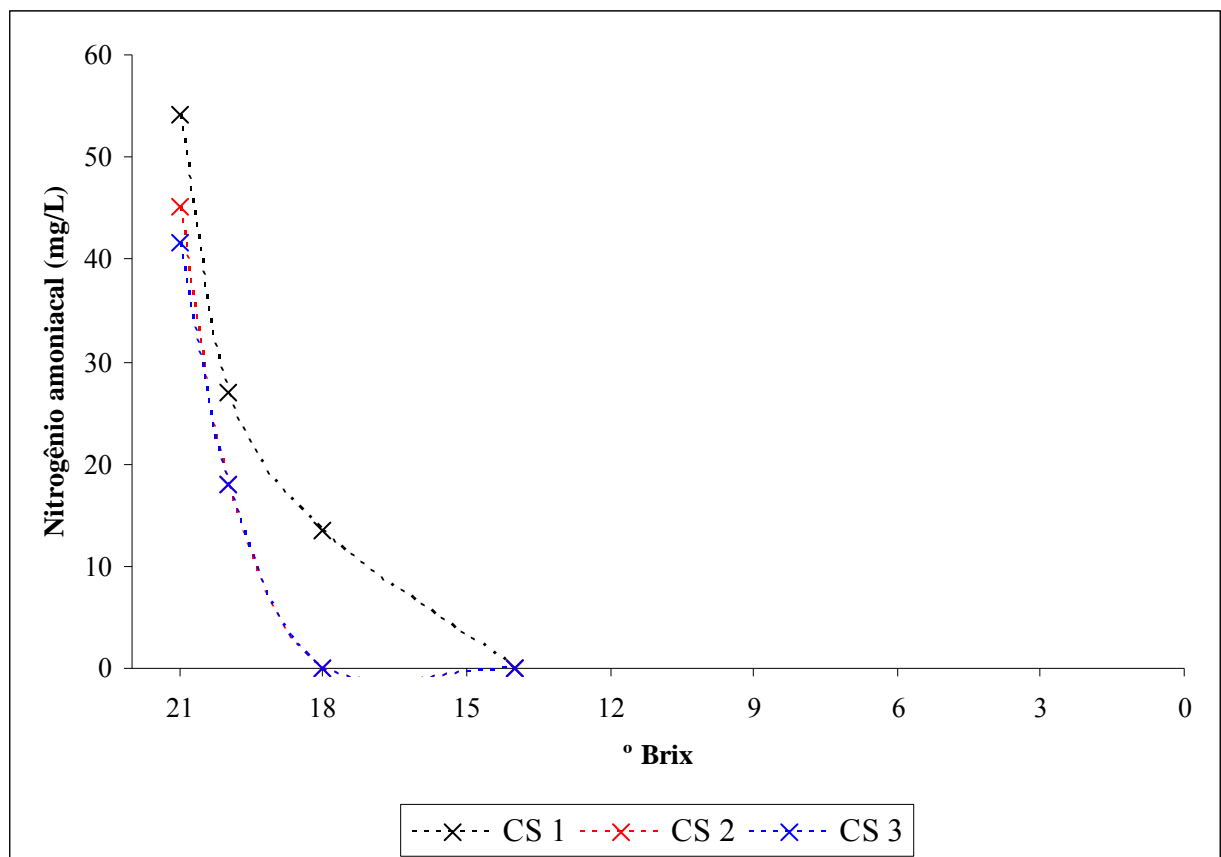
* Valores aproximados



ANEXO 2 - Consumo de nitrogênio amoniacal (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	CS 1	CS 2	CS 3
21	54,1	45,1	41,6
20	27,0	18,0	18,0
18	13,5	0	0
14	0	0	0
12	0	0	0
8	0	0	0
6	0	0	0
5	0	0	0
0	0	0	0

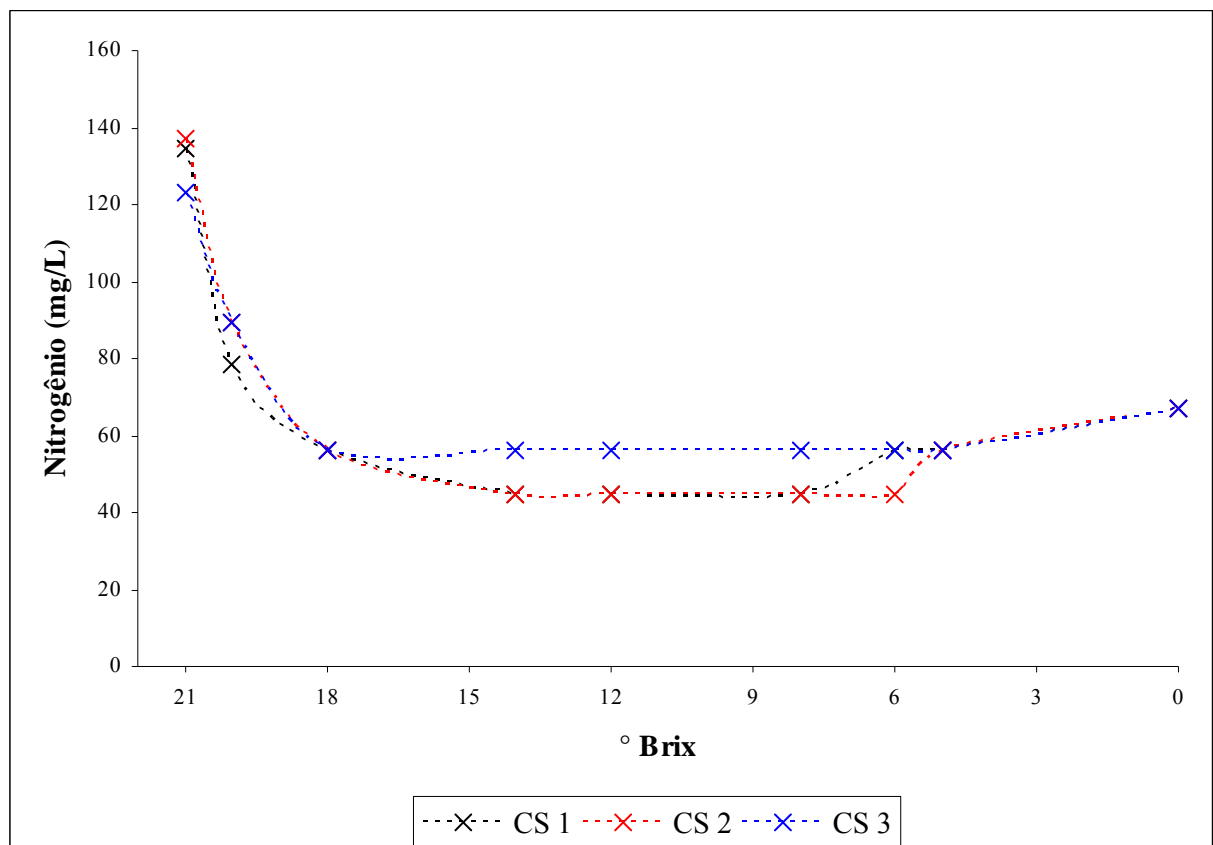
* Valores aproximados



ANEXO 3 - Consumo de nitrogênio assimilável (mg/L) para a variedade Cabernet Sauvignon durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	CS 1	CS 2	CS 3
21	134,4	137,2	123,2
20	78,4	89,6	89,6
18	56	56	56
14	44,8	44,8	56
12	44,8	44,8	56
8	44,8	44,8	56
6	56	44,8	56
5	56	56	56
0	67,2	67,2	67,2

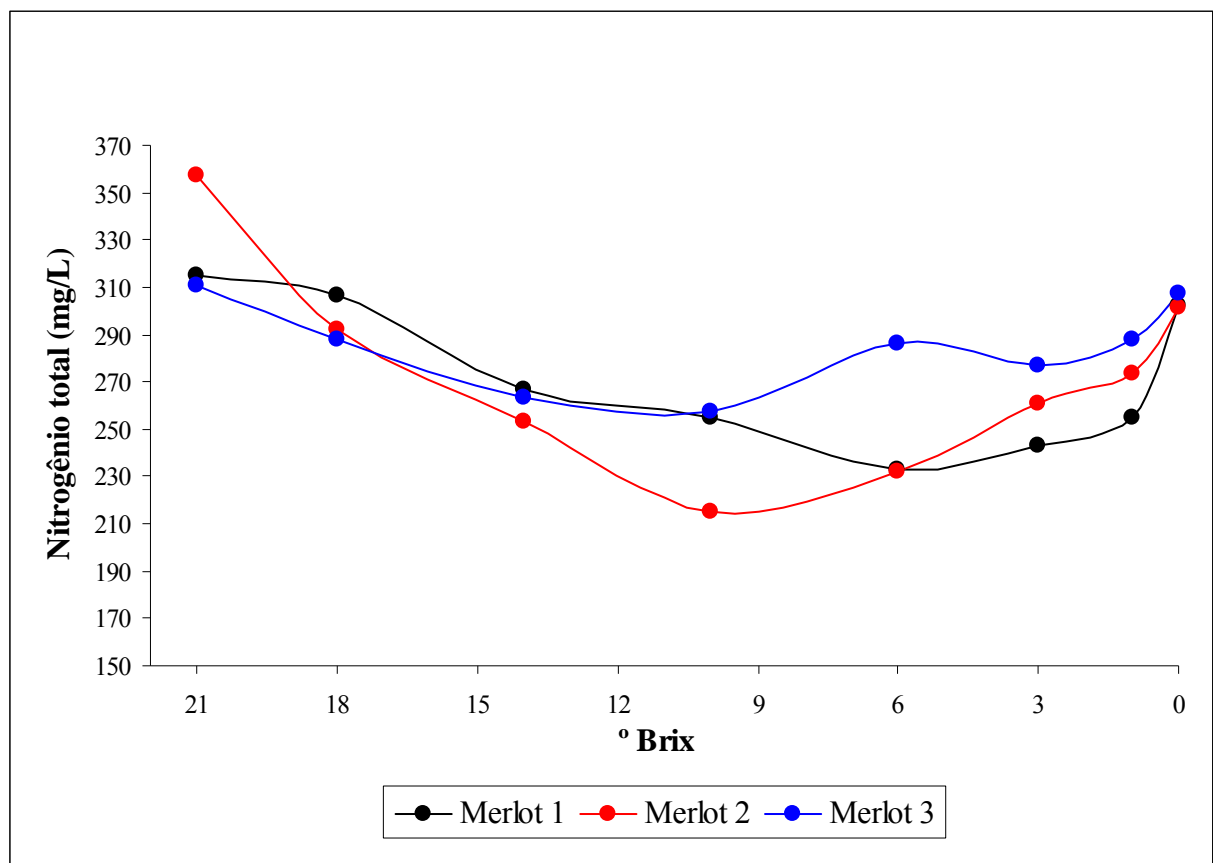
* Valores aproximados



ANEXO 4 - Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Merlot durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	Merlot 1	Merlot 2	Merlot 3
21	315,0	357,3	310,9
18	306,2	292,5	288,0
14	267,1	253,1	263,2
10	254,7	215,4	257,4
6	233,3	232,2	286,1
3	242,8	261,1	277,1
1	255,0	273,6	287,8
0	302,3	301,8	307,1

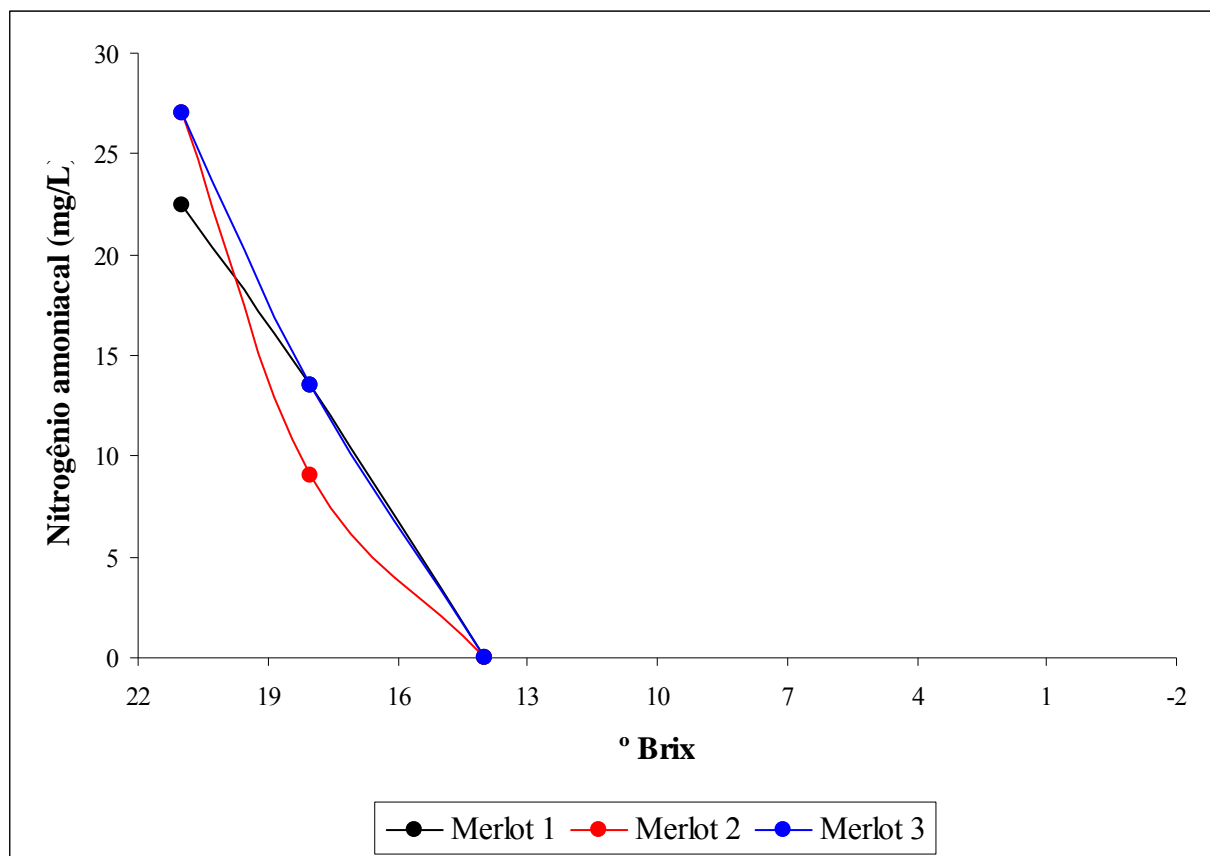
* Valores aproximados



ANEXO 5 - Consumo de nitrogênio amoniacal (mg/L) para a variedade Merlot durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	Merlot 1	Merlot 2	Merlot 3
21	22,5	27,0	27,0
18	13,5	9,0	13,5
14	0	0	0
10	0	0	0
6	0	0	0
3	0	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

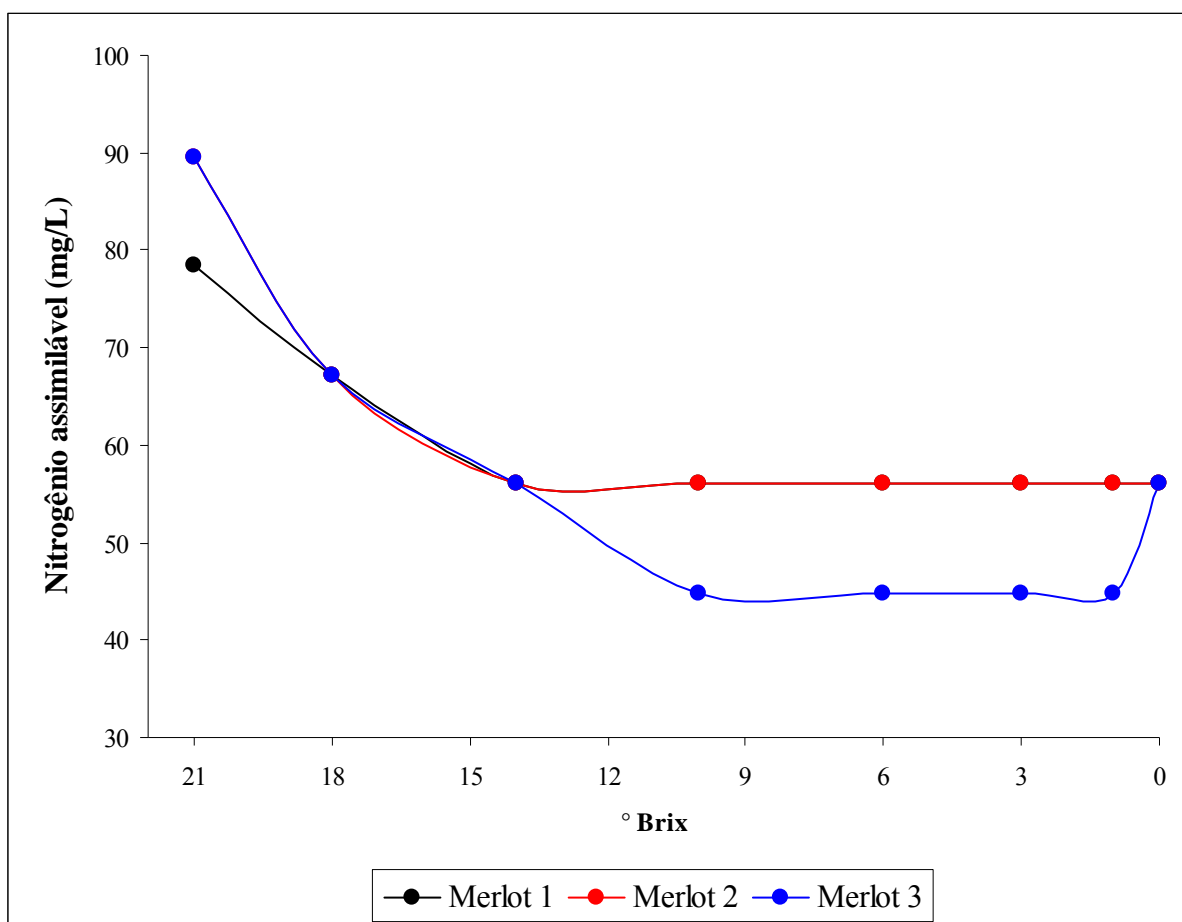
* Valores aproximados



ANEXO 6 - Consumo de nitrogênio assimilável (mg/L) para a variedade Merlot durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	Merlot 1	Merlot 2	Merlot 3
21	78,4	89,6	89,6
18	67,2,	67,2	67,2
14	56,0	56,0	56,0
10	56,0	56,0	44,8
6	56,0	56,0	44,8
3	56,0	56,0	44,8
1	56,0	56,0	44,8
0	56,0	56,0	56,0

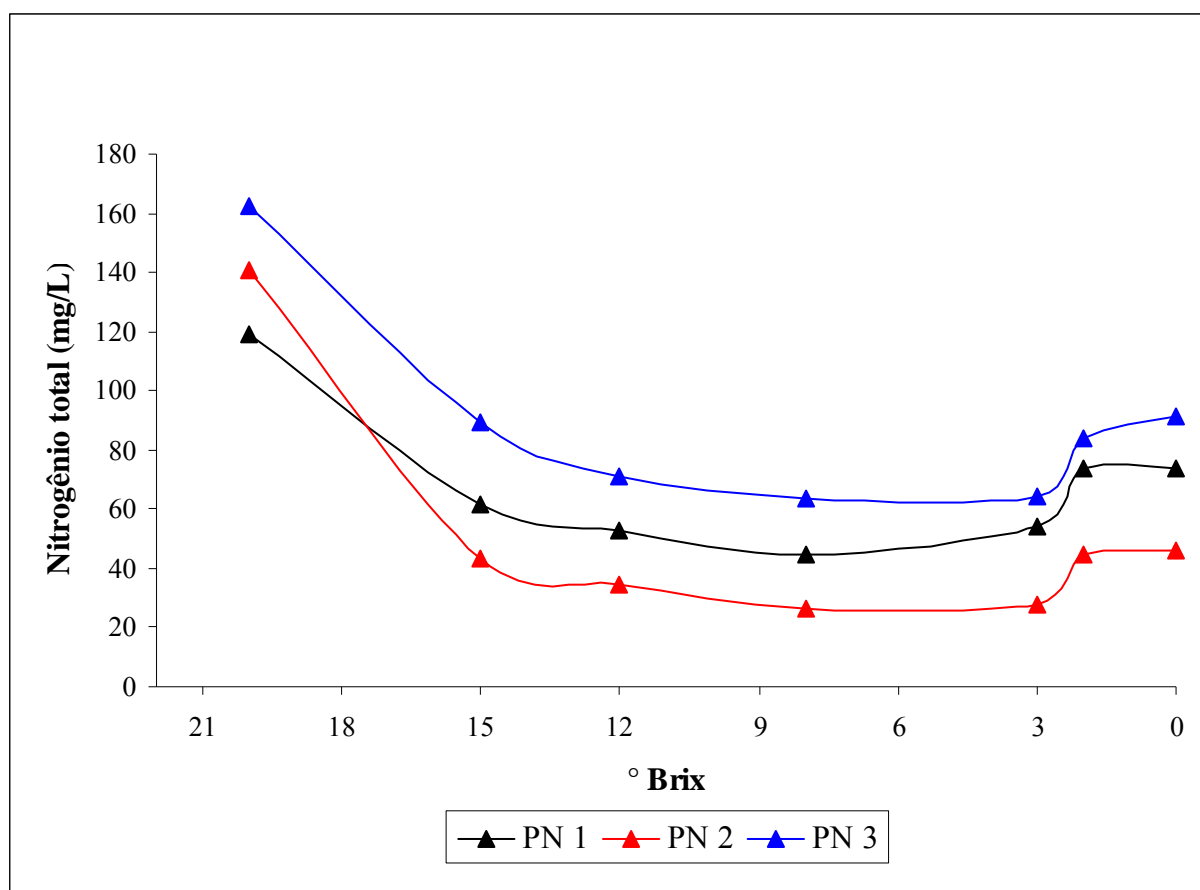
* Valores aproximados



ANEXO 7 - Consumo de nitrogênio total (mg/L) para a variedade Pinot noir durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	PN 1	PN 2	PN 3
20	119,4	140,9	162,4
15	61,4	43,1	89,2
12	52,7	34,5	70,9
8	44,7	26,4	63,3
3	54,4	27,4	64,5
2	73,5	44,9	83,6
0	73,9	45,8	91,6

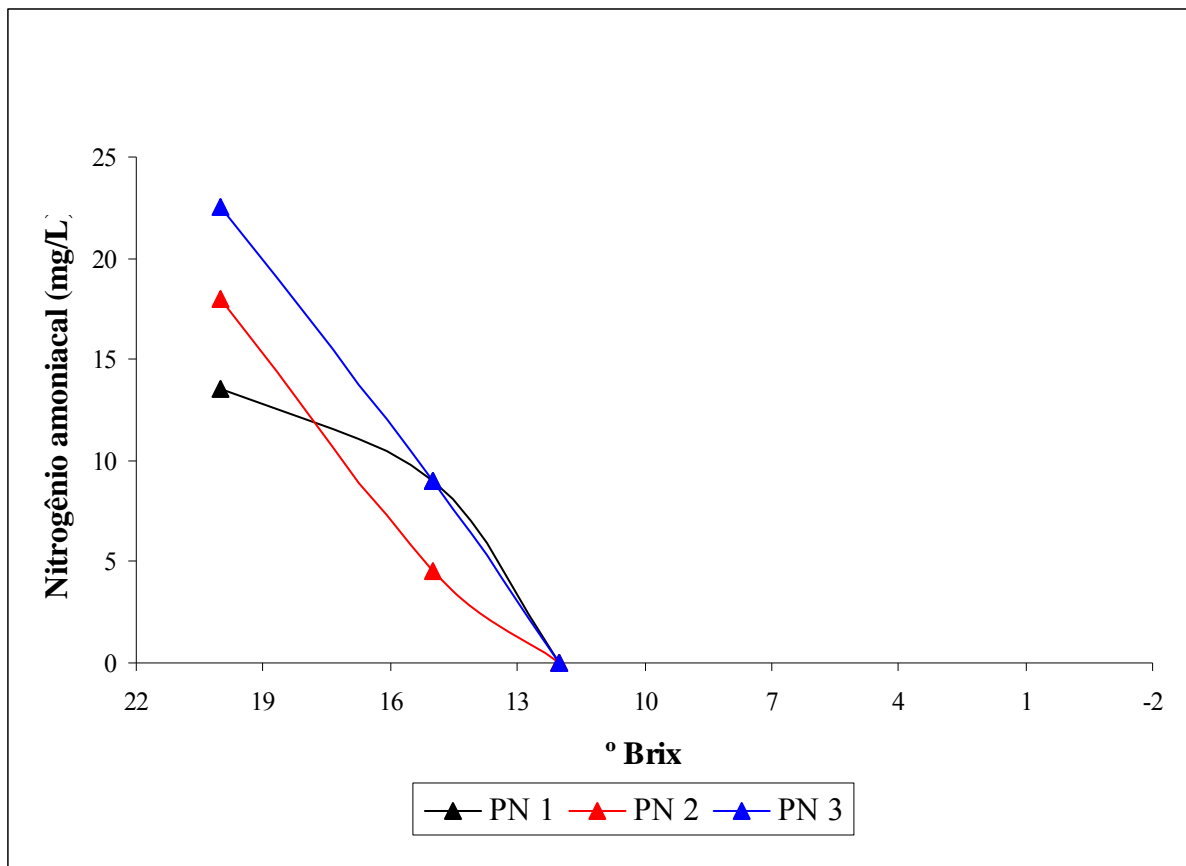
* Valores aproximados



ANEXO 8 - Consumo de nitrogênio amoniacal (mg/L) para a variedade Pinot noir durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	PN 1	PN 2	PN 3
20	13,5	18,0	22,5
15	9,0	4,5	9,0
12	0	0	0
8	0	0	0
3	0	0	0
2	0	0	0
0	0	0	0

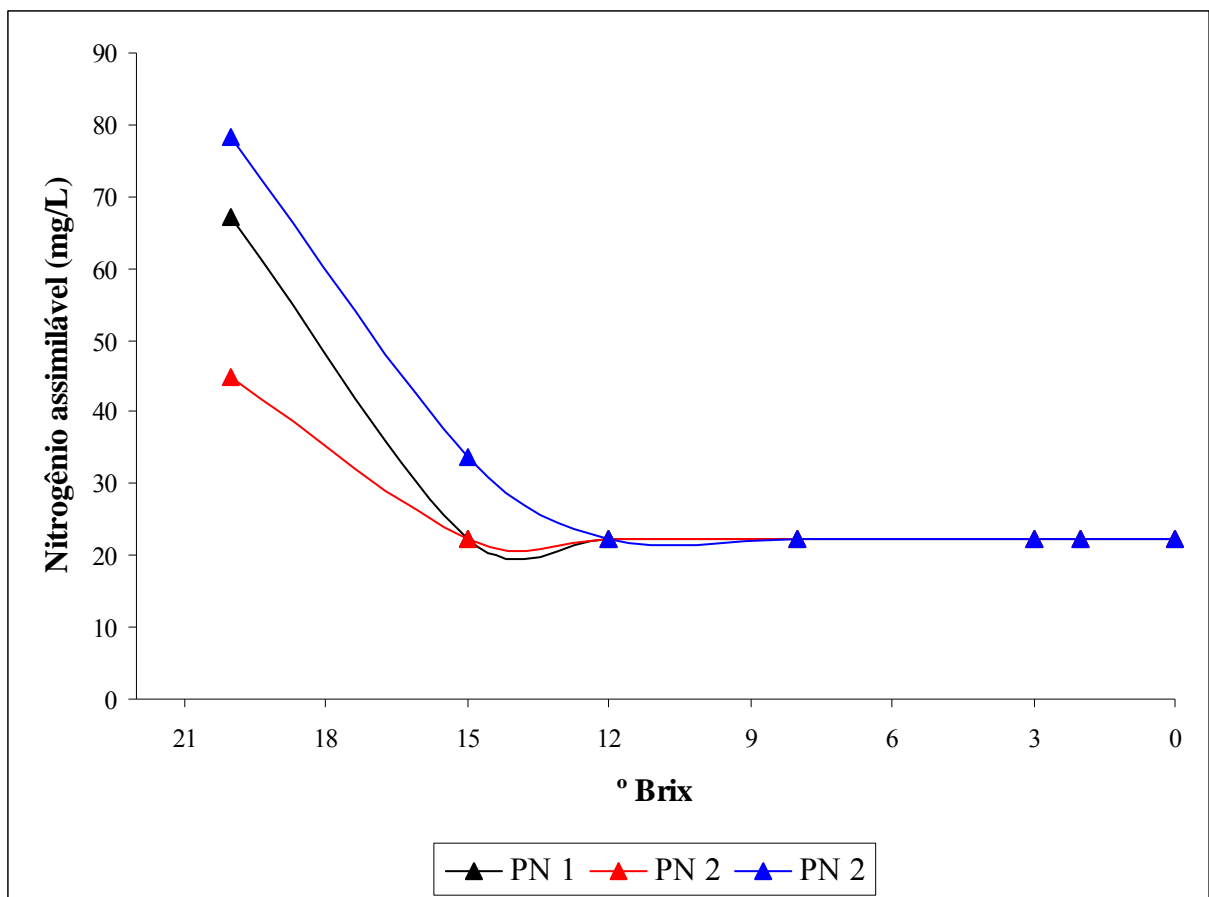
* Valores aproximados



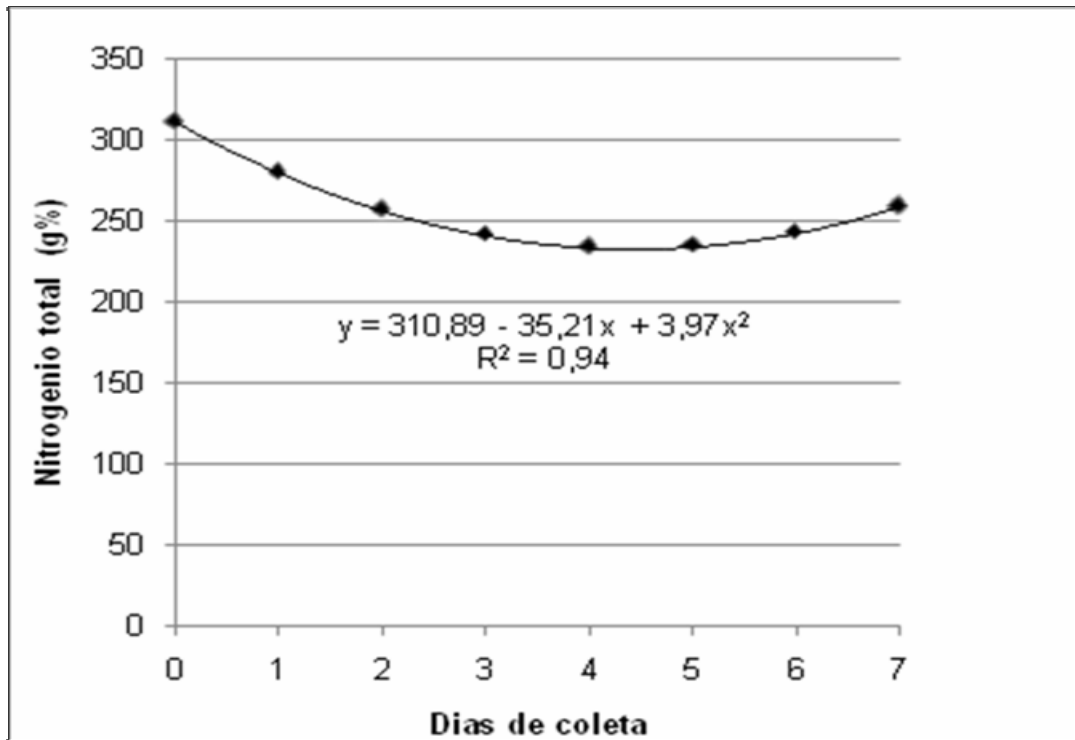
ANEXO 9 - Consumo de nitrogênio assimilável (mg/L) para a variedade Pinot noir durante a fermentação para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

° Brix*	PN 1	PN 2	PN 3
20	67,2	44,8	78,4
15	22,4	22,4	33,6
12	22,4	22,4	22,4
8	22,4	22,4	22,4
3	22,4	22,4	22,4
2	22,4	22,4	22,4
0	22,4	22,4	22,4

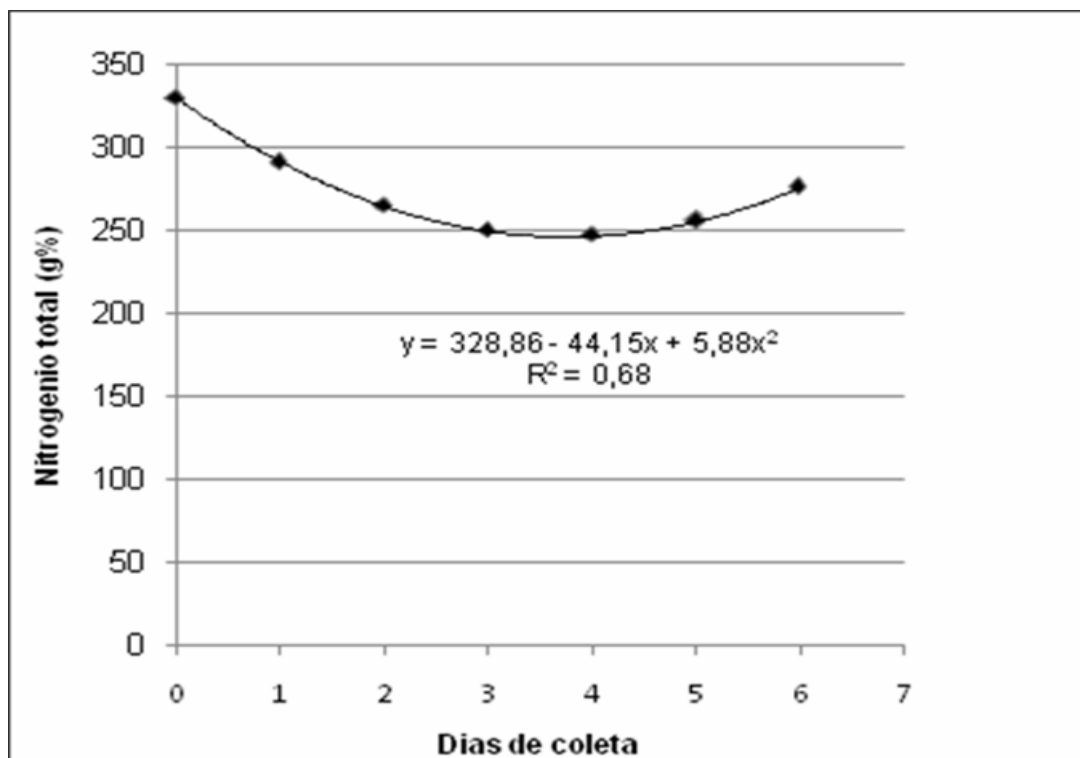
* Valores aproximados



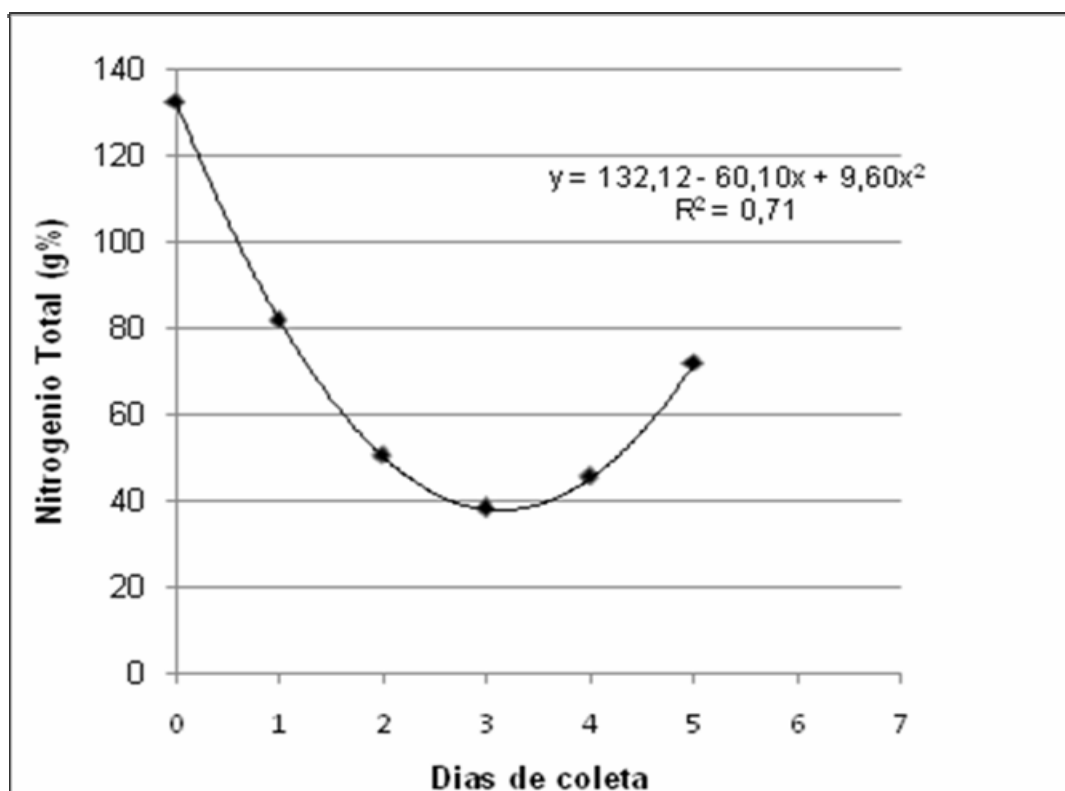
ANEXO 10 - Modelo matemático para a fração de nitrogênio total para a variedade Cabernet Sauvignon



ANEXO 11 - Modelo matemático para a fração de nitrogênio total para a variedade Merlot



ANEXO 12 - Modelo matemático para a fração de nitrogênio total para a variedade Pinot noir



ANEXO 13 - Valores de nitrogênio total (em mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), encontradas no suco de videira utilizado para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			CV	Graus de liberdade	Quadrado médio
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir			
I – “Vèraison” (média)	264,2 ^{aA}	209,4 ^{bB}	95,3 ^{bC}	0,35	6	0,403
II – Colheita (média)	303,7 ^{aA}	327,8 ^{aA}	140,9 ^{aB}	10,15	6	683,19
CV	7,58	6,76	12,90			
Graus de liberdade	4	4	4			
Quadrado Médio	463,14	330,13	232,05			

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

ANEXO 14 - Valores de nitrogênio amoniacal (em mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), encontradas no suco de videira utilizado para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			CV*	Graus de liberdade	Quadrado médio
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir			
I - Veraison	126,3 ^{aA}	86,3 ^{aB}	36,0 ^{aC}	3,32	4	1,383
II - Colheita	46,6 ^{bA}	25,5 ^{bB}	18,1 ^{bB}	16,58	4	37,306
CV*	5,82	5,76	12,92			
Graus de Liberdade	2	2	2			
Quadrado médio	23,487	3,402	16,713			

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

*CV – coeficiente de variação

ANEXO 15 - Valores de nitrogênio assimilável (em mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir coletadas em duas épocas diferentes: no “vèraison” (coleta I) e na colheita (coleta II), encontradas no suco de videira utilizado para elaboração de vinhos finos durante a safra de 2006-2007, em Itaara, RS.

Período	Variedade			CV*
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir	
I – Veraison	101,0 ^{bA}	67,0 ^{bB}	56,0 ^{aC}	5,68
II - Colheita	131,3 ^{aA}	86,0 ^{aB}	63,3 ^{aB}	12,10
CV*	4,84	6,98	21,14	
Graus de liberdade	2	2	2	
Quadrado médio	21,08	18,96	136,37	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p< 0,05).

*CV – coeficiente de variação

ANEXO 16 - Média dos valores de nitrogênio amoniacal (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, durante a safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Época de coleta de amostra	Variedade			CV*	Graus de liberdade	Quadrado médio
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir			
Colheita (1º dia de fermentação)	46,6 ^a	25,5 ^b	18,1 ^b	16,58	2	37,037
Pós fermentação malolática	0	0	0	-	-	-
Vinho (30 dias após)	0	0	0	-	-	-
Quantidade de nitrogênio consumida (%)	100	100	100			

*CV – coeficiente de variação

ANEXO 17 - Média dos valores de nitrogênio assimilável (mg/L) para as variedades Cabernet Sauvignon, Merlot e Pinot noir, encontradas no mosto durante a fermentação e no vinho, para as três repetições realizadas, na safra 2006-2007, em Itaara, RS.

Época de coleta de amostra	Variedade		
	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot noir
Colheita (1º dia de fermentação)	130,5 ^a	85,7 ^b	63,5 ^b
Ponto mínimo *	48,5 ^a	52,3 ^a	22,4 ^b
Pós fermentação malolática	56,0 ^a	52,3 ^a	22,4 ^b
Vinho (30 dias após)	53,7 ^a	44,2 ^b	10,1 ^c
Quantidade de nitrogênio consumida (%)	63	40	65

* Momento em que começa a haver autólise de leveduras e aumento da quantidade de nitrogênio

* Dia de consumo mínimo de nitrogênio: CS 8 °Brix, Merlot 10° Brix e PN 8 °Brix

Época de coleta de amostra	CV*	Graus de Liberdade	Quadrado Médio
Colheita (1º dia de fermentação)	11,96	4	165,83
Ponto mínimo *	12,86	4	41,81
Pós fermentação malolática	8,57	4	13,94
Vinho (30 dias após)	5,70	4	8,88

*CV – coeficiente de variação