

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE UNICENTRO-PR**

**ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO NITROGÊNIO EM  
VIDEIRAS CV. NIAGARA ROSADA, EM FUNÇÃO DO  
PORTA-ENXERTO E DE ADUBOS VERDES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JOÃO DE RIBEIRO REIS JUNIOR**

**GUARAPUAVA-PR**

**2012**

**JOÃO DE RIBEIRO REIS JUNIOR**

**ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO NITROGÊNIO EM VIDEIRAS CV. NIAGARA  
ROSADA, EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO E DE ADUBOS VERDES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
Orientador

GUARAPUAVA-PR

2012

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Central da UNICENTRO, Campus Guarapuava

Reis Junior, João de Ribeiro  
R375a Absorção e distribuição do nitrogênio em videiras cv. Niagara Rosada, em função do porta-enxerto e de adubos verdes / João de Ribeiro Reis Junior. -- Guarapuava, 2012.  
viii, 44 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2012

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho

Banca examinadora: Takashi Muraoka, Marcelo Marques Lopes Müller, Anderson Ricardo Trevisan

Bibliografia

1. Videiras cv. Niagara Rosada. 2. *Vitis labrusca*. 3. Nutrição mineral. 4. Manejo do solo. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

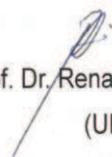
CDD 634.8

JOÃO DE RIBEIRO REIS JUNIOR

**“ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO NITROGÊNIO EM VIDEIRAS CV. NIAGARA  
ROSADA, EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO E DE ADUBOS VERDES”.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 07 de março de 2012.



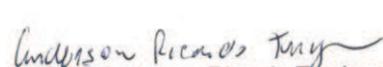
Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Marcelo Marques Lopes Müller  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Takashi Muraoka  
(CENA/USP)



Prof. Dr. Anderson Ricardo Trevisan  
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR  
2012

Essa conquista dedico a Deus por ter sido o meu grande companheiro nessa caminhada, a minha esposa Ivone e as minhas filhas Bruna e Brenda, pela paciência que tiveram durante este período permitindo que me ausentasse de algumas tarefas em casa, que entenderam esse projeto, e em alguns momentos estiveram juntas contribuindo para essa realização. Aos meus Pais (João e Aída) que apesar da distância sempre acreditaram em mim. Enfim, dedico a todos os familiares e amigos que mesmo sem participar ativamente de nossa vida neste período torceram para que tudo desse certo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção divina que me tem dado.

A minha esposa Ivone e as minhas filhas Bruna e Brenda que acompanharam de perto essa realização.

Aos meus pais João e Aída por toda a formação que proporcionaram a mim.

A família Krassoski que acompanharam essa caminhada.

Aos meus familiares que apesar da distância torceram bastante.

Ao meu professor e orientador Renato Vasconcelos Botelho que dedicou tempo para suas análises e contribuições.

Aos professores do Departamento de pós-graduação pelos ensinamentos.

A professora Sanae que foi essencial em uma das etapas do mestrado.

Ao meu co-orientador Marcelo Marques Lopes Müller pela disponibilização da estrutura do laboratório de solos, bem como, pelas contribuições na análise dessa dissertação.

Ao Anderson Ricardo Trevisan que muito colaborou nas etapas deste projeto (laboratório, análise de dados, etc).

Ao CENA pela realização das análises de  $^{15}\text{N}$ .

Aos colegas da EMATER que acompanharam e por muitas vezes não entediam as minhas ausências, mas mesmo assim, tocaram o trabalho e sempre estiveram torcendo por mim.

Ao IAPAR na pessoa do pesquisador Dr. Ademir Calegari pelo fornecimento de sementes de adubos verdes que foram utilizadas neste trabalho.

Ao Pesquisador do IAPAR Dr. Nelson Fonseca Silva pela força, incentivo, apoio creditando contribuições e visão que ajudaram bastante na elaboração deste trabalho.

A EMATER por todos esses anos de dedicação e pela oportunidade que me foi dada.

Aos funcionários do departamento de pós-graduação, pelo apoio e atenção.

Aos colegas de curso pelo companheirismo, amizade e apoio durante este período.

## SUMÁRIO

<b>Resumo.....</b>	<b>i</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>ii</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Referencial Teórico .....</b>	<b>4</b>
3.1. Panorama da Produção Orgânica no Brasil e no Mundo .....	4
3.2. Panorama da Viticultura no Brasil e no Estado do Paraná.....	5
3.3. Exigências nutricionais da videira.....	5
3.4. Descrição das cultivares de copa e porta-enxerto.....	6
3.5. Adubação mineral na agricultura .....	7
3.6. Reciclagem de nutrientes por adubos verdes.....	8
3.7. Uso de isótopos para avaliação da dinâmica de nutrientes em culturas agrícolas.....	11
<b>4. Material e Métodos .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Produção de biomassa e aproveitamento do N mineral por diferentes espécies de adubos verdes .....</b>	<b>14</b>
4.1.1. Solo utilizado no experimento .....	14
4.1.2. Delineamento experimental e condução do experimento .....	14
4.1.3. Preparo e análises químicas das amostras vegetais .....	15
<b>4.2. Absorção e distribuição de nitrogênio em videiras cultivar Niagara Rosada, em função do porta-enxerto e de diferentes adubos verdes .....</b>	<b>16</b>
4.2.1. Local e delineamento experimental .....	16
4.2.2. Condução e colheita da videira .....	16
<b>4.3. Cálculos isotópicos e atributos a serem avaliados nos experimentos .....</b>	<b>17</b>
<b>4.4. Análises estatísticas.....</b>	<b>18</b>
<b>5. Resultados e discussão .....</b>	<b>19</b>
5.1. Produção de biomassa e aproveitamento do N mineral por diferentes espécies de adubos verdes .....	19
5.2. Absorção e distribuição de nitrogênio em videiras cultivar Niagara Rosada, em função do porta-enxerto e de diferentes adubos verdes .....	23
<b>6. Conclusões .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1. Conclusões do primeiro experimento .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2. Conclusões do segundo experimento .....</b>	<b>35</b>
<b>7. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>36</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>43</b>

## RESUMO

João de Ribeiro Reis Junior. Absorção e distribuição do nitrogênio em videiras cv. Niagara Rosada, em função do porta-enxerto e de adubos verdes.

O cultivo de adubos verdes é uma opção importante para reciclagem de nutrientes em cultivos orgânicos. Entretanto, seus benefícios muitas vezes não são obtidos em curto prazo. Neste contexto, esta pesquisa objetivou verificar se o uso de espécies com a finalidade de cobertura vegetal do solo no inverno pode contribuir para o fornecimento de N para a videira. Desta forma, foram desenvolvidos dois experimentos. O primeiro buscou quantificar o N nas espécies de adubos verdes (*Lupinus albus*, *Pisum arvense*, *Vicia sativa*, *Vicia villosa*, *Triticale hexaploide*, *Avena sativa*, *Lolium multiflorum* e *Raphanus sativus*). O segundo experimento visou avaliar o aproveitamento do N pela videira ‘Niagara Rosada’ enxertada em dois porta-enxertos (IAC-572 ‘Jales’ e IAC-766 ‘Campinas’), e sua distribuição na planta, a partir de cinco fontes de N, usando a técnica do traçador  $^{15}\text{N}$ . Os experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação com solo da camada de 20 a 40 cm de um Latossolo Bruno. A primeira etapa foi realizada visando à marcação isotópica dos adubos verdes, com o uso de sulfato de amônio enriquecido a 10% de átomos de  $^{15}\text{N}$ . Os adubos verdes foram cultivados em vasos com 4 L de solo, em delineamento experimental de blocos casualizados, com 8 tratamentos, 4 repetições e parcela constituída por um vaso. Na segunda etapa foram utilizados vasos com 14 L de solo, onde foram plantadas mudas de videira cv. Niagara Rosada enxertadas. O delineamento foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 (2 porta-enxertos x 4 espécies de adubos verdes e 1 adubo mineral), com quatro repetições e parcela constituída por uma planta. No primeiro experimento os resultados mostraram que a aveia branca foi quem mais produziu matéria seca ( $11,68 \text{ g vaso}^{-1}$ ). A ervilha forrageira, ervilhaca peluda e ervilhaca comum obtiveram as menores relações C/N, com valores de 16, 16 e 18, respectivamente. Quanto ao acúmulo de N, a ervilhaca peluda foi a mais eficiente ( $255,1 \text{ mg vaso}^{-1}$ ) e o triticale e a aveia branca foram as que melhor aproveitaram o N do adubo mineral. No segundo experimento, os resultados mostraram que a MS das raízes dos porta-enxertos e o teor de N acumulado nas videiras sofreram efeito significativo dos tratamentos. A eficiência de absorção de N variou de acordo com a fonte de N e com o porta-enxerto, tendo a máxima absorção com N mineral (39,5%), e entre as plantas de cobertura com ervilha forrageira (35,2%).

**Palavras chaves:** *Vitis labrusca*, nutrição mineral, manejo do solo,  $^{15}\text{N}$ .

## ABSTRACT

João de Ribeiro Reis Junior. Absorption and distribution of nitrogen in vine cv. Pink Niagara, as affected by rootstock and green manure species.

Green manures cultivation has become an important option for recycling nutrients in organic cropping. However, its benefits are often not obtained in the short term. The aim of this study was to determine whether the use of cover crops in the winter can contribute to the provision of N for the vine plant. Two experiments were carried out. The first one sought to quantify the N in green manure species (*Lupinus albus*, *Pisum arvense*, *Vicia sativa*, *Vicia villosa*, *Triticale hexaploide*, *Avena sativa*, *Lolium multiflorum* e *Raphanus sativus*). The second experiment aimed to evaluate the use of N by 'Niagara Rosada' vine on two rootstocks (IAC-572 'Jales' and IAC 766 'Campinas'), and its distribution in the plant, from five sources of N, using the  $^{15}\text{N}$  tracer technique. Experiments were conducted in a greenhouse with a soil collected from 20 to 40 layer cm classified as Latosol. The first stage of the experiment was conducted with the aim of isotopic labeling of green manure, using ammonium sulfate enriched at 10% of  $^{15}\text{N}$  atoms. Green manures were grown in pots containing 4 L of soil in a randomized block experimental design with 8 treatments, 4 replicates and the plot was constituted by a pot. In the second stage pots containing 14 L of soil were used, where vine cv. Pink Niagara grafted seedlings were planted. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 2 x 5 (2 rootstocks x 4 species of green manure or mineral fertilizer), four replicates and one plant as experimental plot. The results of the first experiment showed that oat was the largest producer of dry matter (11.68 g pot<sup>-1</sup>). The pea, hairy vetch and common vetch had the lowest C / N ratios, with values of 16, 16 and 18, respectively. Hairy vetch was the most efficient (255.1 mg pot<sup>-1</sup>) on the accumulation of N and triticale and oat were the species which best used the mineral fertilizer N. In the second experiment, the results showed that the dry matter from the rootstocks roots and the amount of N accumulated in the vines suffered significant treatments effect. The N uptake efficiency varied according to treatment and type of rootstock. The maximum absorption occurred in the N mineral treatment (39.5%), and pea showed the best result (35.2%) among cover crops.

**Keywords:** *Vitis labrusca*, mineral nutrition, soil management,  $^{15}\text{N}$ .

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o 16º maior produtor mundial de uvas, sendo que a produção nacional somou 1,34 milhões de toneladas em 2009. No País, o maior Estado produtor de uva é o Rio Grande do Sul, seguido de São Paulo, Pernambuco, Paraná e Bahia. Em 2009, metade da uva produzida no Brasil foi destinada à produção de vinhos, sucos e derivados (MELLO, 2009).

O Estado do Paraná se destaca principalmente pela produção de uvas finas de mesa. No entanto, nos últimos anos, a produção de uvas rústicas vem crescendo e se expandindo para diversas regiões do Estado, sendo esta atividade a principal fonte de renda destes agricultores. Esta produção está sendo destinada principalmente à produção de vinhos e sucos artesanais na propriedade familiar (ROCHER, 2010).

Nas áreas cultivadas com videira os agricultores utilizam nas entrelinhas das plantas a prática de manutenção da vegetação natural, associada com cultivos de adubos verdes, sendo esta vegetação mantida com roçagem frequentes. Esse sistema de manejo reduz a quantidade de nitrogênio (N) aplicada em forma de fertilizante, apesar da absorção contínua de N do solo pela videira. Brunetto (2004) observou que a recuperação de N do fertilizante pela videira é pequena, o que pode estar associado à absorção de N proveniente dos resíduos vegetais em decomposição e da matéria orgânica do solo, originários das plantas de cobertura que sofreram o processo de mineralização. Segundo Lorensini (2011), com a aplicação de grandes doses de N ( $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), o elemento não permanece no solo na forma mineral, sendo transferido ou imobilizado pela videira, pelas plantas de cobertura na área e pelos microrganismos existentes no solo. Um dos riscos ao uso excessivo de adubação nitrogenada é a contaminação do lençol freático e cursos de água, provocada pela lixiviação do íon nitrato, podendo causar problemas de saúde ao homem.

O desenvolvimento de sistemas de uso da terra mais diversificados e equilibrados, menos dependentes de insumos externos e com menor impacto ambiental, é uma necessidade atual. Nestes sistemas, tem-se adotado o cultivo de adubos verdes como fonte de nutrientes para as culturas, promovendo a fixação de nitrogênio no solo, a redução da erosão e a retenção de umidade. Além disso, estas espécies de plantas promovem a melhoria da fertilidade do solo, através da ciclagem de nutrientes e produção de biomassa para a cobertura do solo (GIACOMINI et al., 2004).

Calegari (2010), trabalhando com diferentes espécies de plantas de cobertura em sistema de plantio direto no Paraná, observou melhorias nos atributos do solo, tais como: estabilidade dos agregados do solo, aumento da infiltração da água, aumento dos teores de

nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e da matéria orgânica (M.O.) na superfície do solo, redução de alumínio tóxico, incremento de macro e micro fauna e flora e efeitos alelopáticos. Conforme este autor, as espécies que se destacaram foram: aveia preta, tremoços, ervilhacas peluda e comum, nabo forrageiro, ervilha forrageira, mucunas, Crotalárias juncea e spectabilis, entre outras.

O uso de plantas de cobertura também pode propiciar a redução do uso de fertilizantes minerais, para suprir a necessidade de alguns nutrientes a serem aplicados, e no caso de se trabalhar com leguminosas, pode-se chegar a suprir totalmente a necessidade, como no caso do nitrogênio (AMADO et al., 2002; SILVA et al., 2006). Teodoro et al. (2009), utilizando leguminosas, verificaram que a *C. juncea* proporcionou maior aporte de material orgânico ao solo e disponibilizou 18,36 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para quantificar a eficiência da utilização pela planta do nitrogênio do solo e dos fertilizantes, o uso de uma fonte marcada com <sup>15</sup>N é um método que permite obter informações bastante precisas, pois se baseia na diluição isotópica e esta técnica permite estudar as taxas de transformações do nutriente no solo (AMBROSANO et al., 1997).

Como resultado de pesquisa do uso desta metodologia de análise, Brunetto et al. (2006a), avaliando a recuperação e distribuição do nitrogênio aplicado em videiras jovens das cultivar Riesling Itália e Chardonnay, concluíram que as folhas e raízes foram os maiores reservatórios de N total e N derivado do fertilizante, que a maior recuperação de N do fertilizante pelas videiras jovens ocorreu em épocas próximas a aplicação do nutriente e, que as maiores quantidades de N acumulada nessas videiras derivaram de formas diferentes das do N fornecido no transplante das mudas.

Desta forma este experimento foi desenvolvido visando quantificar o nitrogênio nas plantas de adubos verdes de inverno, proveniente diretamente da adubação mineral, e na sequência poderemos avaliar o aproveitamento do nitrogênio mineralizado de quatro dessas espécies de adubos verdes e de fonte mineral pela videira 'Niagara Rosada', usando a técnica do traçador <sup>15</sup>N, e verificando-se sua distribuição nas diferentes partes da planta.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Determinar o aproveitamento de nitrogênio dos adubos verdes pela videira cv. Niagara Rosada.

### **2.2. Específicos**

- Avaliar a produção de matéria seca dos adubos verdes.
- Avaliar a quantidade de nitrogênio aproveitada e acumulada pelas espécies de adubos verdes cultivados, com o auxílio do isótopo  $^{15}\text{N}$ .
- Avaliar o aproveitamento do nitrogênio pela videira proveniente das fontes de N (adubos verdes e N mineral) marcadas com o isótopo  $^{15}\text{N}$  e sua distribuição na videira.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Panorama da Produção Orgânica no Brasil e no Mundo**

A produção orgânica no mundo, segundo a IFOAM (Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica), vem sendo praticada em mais de 150 países em uma área de pouco mais de 35 milhões de hectares, o que representa cerca de 1% do total das terras agrícolas do mundo. A maior parte destas áreas está localizada na Oceania (12,1 milhões de hectares, basicamente pastagens nativas), seguida da Europa (8,2 milhões de hectares) e América Latina (8,1 milhões de hectares). Em ordem decrescente, os países com maior área em produção orgânica são Austrália, Argentina, China, Estados Unidos e Brasil. O Brasil está entre os cinco países com maior área em produção orgânica, cerca de 1,7 milhões de hectares. (WILLER, 2010), (WILLER E KILCHER, 2011).

A maior parte do volume de produtos orgânicos no mundo é proveniente de pequenos e médios agricultores familiares, envolvendo um total de 1,4 milhões de propriedades. Segundo Willer e Kilcher (2011), a produção orgânica no Brasil é predominantemente originária de pequenos agricultores familiares e concentrando nas Regiões Sul e Sudeste do País. Além disso, de acordo com o Censo Agropecuário 2006 realizado pelo IBGE, o número de produtores orgânicos no Brasil representava 1,8% do total de estabelecimentos agropecuários. Segundo Darolt (2001) o perfil do consumidor de produtos orgânicos é na maioria do sexo feminino (66%), com idade entre 31 e 50 anos (62%), com grau de escolaridade elevado e com renda superior a 6 (seis) salários mínimos mensais.

No Paraná, a agricultura orgânica é desenvolvida principalmente em pequenas propriedades, sendo o principal estado em número de estabelecimentos e de maior diversidade de atividades orgânicas certificadas no país (IBGE, 2006a). Entre as principais atividades desenvolvidas destacam-se a criação de bovinos de leite e corte, e galináceos, e o cultivo de milho, horticultura, soja e café (IBGE, 2006b).

Para um produto ser considerado orgânico, ele deve ser proveniente de um sistema onde tenham sido aplicados os princípios estabelecidos na lei 10.831 da Agricultura Orgânica, preconizando a proibição do uso de fertilizantes sintéticos, agrotóxicos e recomenda as práticas como o cultivo de adubos verdes, rotação de culturas, esterco, compostagens, etc. Estas práticas contribuem na melhoria da qualidade do solo e do meio ambiente, além de reduzir a dependência externa, onde os agricultores podem produzir seus insumos a partir de materiais existentes em suas propriedades (KHATOUNIAN, 2001).

### **3.2. Panorama da Viticultura no Brasil e no Estado do Paraná**

Nos últimos anos a vitivinicultura tem se tornado uma atividade importante na geração de emprego em grandes áreas, bem como, na sustentabilidade da pequena propriedade no Brasil. Segundo dados do IBGE, em 2010 houve queda na produção brasileira da ordem de 3,74%, em relação a 2009. A crise mundial em 2009 e fatores climáticos em 2010 foram os principais responsáveis por esta queda, sendo que, da uva produzida no País na safra de 2010, 43,07% foi destinada à elaboração de vinhos, sucos e derivados, e o restante para o mercado *in natura* (MELLO, 2010).

No estado do Paraná, o cultivo de uva se concentra na região norte, onde tradicionalmente se cultivava uvas finas de mesa. A partir da década de 90, a atividade vem sendo diversificada com a introdução de novas cultivares, onde se destacam as americanas, tendo a cv. Niagara Rosada ocupado 85% da área cultivada (PROTAS et al., 2011). Em relação à área cultivada e colhida em 2010, no Estado do Paraná, não houve alteração, mantendo-se os 5.800 ha (MELLO, 2010).

### **3.3. Exigências nutricionais da videira**

A viticultura é uma atividade que pode ser desenvolvida em praticamente todos os tipos de solo, evitando-se apenas solos rasos, encharcados e altamente arenosos ou argilosos. Segundo Leão (2001), a videira é uma planta que necessita, para seu desenvolvimento, de dezesseis elementos essenciais, que são: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), molibdênio (Mo), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Os sintomas de deficiência ou excesso de um ou mais nutrientes podem ser visíveis nas folhas, ramos e frutos da videira, ou serem determinados através de análise do tecido vegetal. Os teores destes nutrientes e o estado nutricional da videira podem ser influenciados pelo clima, solo, manejo do solo, manejo do vinhedo, cultivares e porta-enxertos, estado sanitário, fertilização e adubação foliar (GIOVANNINI, 1999). Segundo Brunetto et al. (2005), a brotação inicial da videira tem contribuição importante do elemento N, que é responsável pelo crescimento inicial, sendo que a maior parte deste elemento nesta etapa vem das raízes.

A videira é uma cultura que responde à adubação nitrogenada, porém segundo Barth et al. (2006), em experimento com a cv. Niagara Rosada, não houve diferenças significativas quanto ao vigor dos ramos na época de poda, em função da adubação nitrogenada. Por outro

lado, Brunetto et al. (2009), trabalhando com a videira cv. Riesling, verificaram aumento significativo na produção quando as plantas foram submetidas à adubação nitrogenada, devido ao aumento da massa dos cachos causada pelo aumento do comprimento e da largura dos cachos, ou aumento do número de bagas. As doses de 15 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N foram as que obtiveram melhores resultados para as variáveis avaliadas. Segundo estes autores, em condições climáticas normais, com chuvas bem distribuídas durante o ciclo vegetativo e, em solos com teores médios de matéria orgânica, a planta não respondeu em produção ao aumento das doses de nitrogênio mineral.

Brunetto et al. (2006), em pesquisa realizada com videiras das cultivares Riesling Itália e Chardonnay, observaram que, durante o crescimento vegetativo, uma parte do N absorvido pelas raízes foi transportado aos pontos de crescimento e o restante foi usado para repor as reservas de N nas partes perenes. De forma semelhante, Gazzolla Neto et al. (2006), observaram que o nitrogênio absorvido pelas videiras pode ser redistribuído e armazenado nas partes perenes da planta, preferencialmente nas raízes, para o próximo ciclo. Assim, é importante que o fornecimento de N ocorra no período em que as plantas apresentem aumento da matéria seca nas raízes e folhas.

O estado nutricional das culturas pode afetar a produtividade, tamanho e peso dos frutos, sua qualidade e conservação pós-colheita, resistência a pragas e doenças, entre outros atributos (NATALE e MARCHAL, 2002). Isto foi verificado por Silva et al. (2004) que, em experimento com as cultivares de videira Thompson Seedless e Perlette, obtiveram maiores produções quando aplicaram 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. Segundo estes autores, a adubação nitrogenada aumentou o peso, o comprimento e o diâmetro das bagas da cultivar Superior Seedless.

O nitrogênio desempenha importante função estrutural, participando de compostos orgânicos vitais para a vida das plantas. É um dos constituintes das proteínas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas e citocromos (REICHARDT et al., 2009). O nitrogênio é o nutriente que tem papel determinante no vigor, na produtividade, na qualidade da uva, na fermentação do mosto e na qualidade do vinho (BRUNETTO et al., 2009).

### **3.4. Descrição das cultivares de copa e porta-enxertos**

Na viticultura, a enxertia é uma prática utilizada em todo o mundo e tem como objetivo obter plantas com sistema radicular tolerante às condições adversas de solo, como características físico-químicas, e doenças ou pragas radiculares, bem como, obter plantas com maiores produtividades e frutos de qualidade (GIOVANNINI, 1999 E LEÃO, 2001).

O porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, originário do cruzamento de ‘101-14’ x *V. caribeeae*, foi desenvolvido no noroeste paulista e é conhecido erroneamente por “Tropical sem vírus”, sendo por isso levado para várias regiões vitícolas. Atualmente é o mais utilizado nas regiões tropicais produtoras de uva de mesa. Apresenta fácil enraizamento, alto vigor e pode ser utilizado com diversas cultivares de uvas, tais como: Itália, Rubi, Benitaka, Brasil, Redglobe, Redmeire, Thompson Seedless, BRS Clara e BRS Linda (EMBRAPA, 2005).

O porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, originário do cruzamento de ‘106-6’ x *V. caribeeae* e é menos vigoroso que o IAC-572 ‘Jales’. Em regiões de ocorrências de temperaturas baixas, este porta-enxerto pode entrar em dormência no inverno. Confere menor vigor à copa, sendo recomendado para ser utilizado por algumas cultivares de uvas como Itália, Rubi, Benitaka, Brasil, Redglobe, Centennial Seedless, BRS Clara, BRS Morena e BRS Linda. Sendo que para outras cultivares ainda há necessidade de estudos (EMBRAPA, 2005).

A cultivar Niagara Rosada, também chamada de ‘Francesa Rosa’, pertence à espécie *V. labrusca*, é originária do Estado de São Paulo, e apresenta alta compatibilidade com os porta-enxertos IAC-572 ‘Jales’ e o IAC-766 ‘Campinas’ (GIOVANNINI, 1999 e LEÃO, 2001). Ela é resultante de mutação da Niagara Branca. Surgiu no município de Jundiáí no ano de 1933, no bairro do Traviú, na propriedade de Antônio Carbonari. Apresenta como características uva rosada, bagas grandes, sabor aframboezado e doce, resistente a algumas doenças como antracnose e míldio. Atualmente é a uva de mesa mais plantada no estado de São Paulo e tida como padrão nacional de uva de mesa comum. Seus frutos são destinados ao mercado para consumo *in natura*, devido a dificuldades para a clarificação do mosto, o que provocaria a perda do aroma no vinho (GIOVANNINI, 1999).

### **3.5. Adubação mineral na agricultura**

A evolução do agronegócio brasileiro tem como principais características a intensificação da exploração dos recursos naturais, a monocultura, e o uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos (RIBEIRO et al., 2011). Segundo Balsan (2006), a monocultura e a adubação química utilizadas em cultivos sucessivos ao longo dos anos, têm provocado enfraquecimento das plantas, tornando-as suscetíveis a pragas e doenças, além do desequilíbrio no ambiente, com a contaminação das águas, do solo e dos animais.

Um dos fatores que tem influenciado a contaminação das águas é a eutrofização, causada pelo uso indiscriminado de nitratos e fosfatos dos fertilizantes que leva à redução do oxigênio nos rios e a morte de peixes, devido ao crescimento de algas cianofíceas (NAIME,

2010). Segundo Biello (2008), nos Estados Unidos, cerca de metade dos lagos existente estão eutrofizados. E a partir de 2006, a aplicação de fertilizantes nitrogenados na Grã-Bretanha e nos EUA vem sendo cada vez mais controlada, visando evitar excesso do íon nitrato, que em níveis na água acima de 10 ppm, pode causar problemas de saúde, tais como a Síndrome de Baby Blue, que se caracteriza pela inibição na distribuição de oxigênio no sangue de bebês, provocado quando o nitrato é convertido em nitrito dentro do corpo da criança.

Ainda segundo este autor o uso de fertilizantes nitrogenados de forma excessiva pode levar a uma maior incidência de pragas em plantas cultivadas, aumentando a taxa de natalidade e longevidade dos insetos, além de causar acidificação do solo, diminuindo a disponibilidade de nutrientes.

Os solos, ao longo dos anos, vêm perdendo sua fertilidade natural, tendo como principal causa o seu uso intensivo e inadequado, o que tem provocado aceleração na degradação da matéria orgânica e, por consequente, alteração nas propriedades físico-químicas e biológicas, com perdas de solo por erosão e queda na produtividade das culturas (CALEGARI, 1995).

Os fertilizantes sintéticos possuem altos custos energéticos e econômicos, por serem provenientes de jazidas, tornando-se um recurso limitado por não serem renováveis. Wan Ho (2007) elaborou estudo mostrando que em 2001, no mundo, foram utilizados 82 mil toneladas de fertilizantes sintéticos, e estima-se que o nitrogênio fixado como fertilizante por cultivos de leguminosas é de aproximadamente 140 mil toneladas, correspondente a 171% do nitrogênio sintético usado atualmente no mundo. Segundo o mesmo autor, no Rodale Institute na Pennsylvania, pesquisas mostram que o cultivo de ervilhaca peluda e trevo roxo, como adubação verde em rotação, têm promovido à produtividade de aveia, trigo e soja comparável a cultivos convencionais sem a necessidade da adição de fertilizantes sintéticos.

Gliessman (2000) afirma que a produção de fertilizantes nitrogenados é responsável por cerca de um terço da energia consumida na agricultura moderna, implicando em maiores custos para os agricultores. Esse consumo de energia poderia ser reduzido consideravelmente pela prática da fixação biológica de nitrogênio.

### **3.6. Reciclagem de nutrientes por adubos verdes**

O cultivo de adubos verdes como cobertura de solo é uma prática adotada em todo o Brasil, utilizando espécies de inverno ou de verão. Várias são as espécies utilizadas como adubos verdes e as leguminosas merecem destaque, por desenvolverem associações

simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico que é disponibilizado ao solo (TEODORO et al., 2009). Essas plantas usadas como cobertura do solo também contribuem para a redução de infestação por plantas invasoras, além de proporcionar melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (MUZILLI et al., 1992). Essas espécies podem ser utilizadas de forma isolada ou com várias espécies juntas, o que é chamado de consórcio de adubos verdes.

Segundo Derpsch e Calegari (1992), a manutenção do solo protegido por plantas de cobertura no maior tempo possível ao longo do ano, é fundamental para reduzir a erosão, aumentar a infiltração da água no solo e a ciclagem de nutrientes, tanto daqueles adicionados por meio dos fertilizantes minerais e não aproveitados pelas culturas comerciais, como daqueles provenientes da mineralização da matéria orgânica e do próprio material de origem do solo (SANTI et al., 2003).

Vários trabalhos de pesquisa já demonstraram a importância dos adubos verdes como recicladores de nutrientes em agroecossistemas (WUTKE et al., 1998; FARIA et al., 2007 e TEODORO et al., 2009). Faria et al. (2004), em pesquisa realizada com o cultivo de espécies leguminosas como crotalária e feijão de porco em vinhedo da cv. Itália, verificaram que os adubos verdes aumentaram a capacidade de troca catiônica do solo, o teor de matéria orgânica e de cálcio trocável na camada de 0–10 cm. Porém, os efeitos da adubação verde não foram consistentes em relação à produtividade e qualidade da uva.

Barradas et al. (2001), em experimento com oito espécies de adubos verdes, observaram que o tremoço branco e a ervilhaca comum foram as espécies que mais acumularam N total na planta inteira, com quantidades de 251,6 kg ha<sup>-1</sup> e 228,1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já a aveia preta acumulou na parte aérea pouco mais de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Quando se avaliou o acúmulo de N nas raízes, o azevém anual foi uma das espécies que mais se destacou, atingindo 37,1 kg ha<sup>-1</sup>. Resultado semelhante foi obtido por Aita et al. (2004), que constataram maior disponibilidade de N no solo após cultivo de ervilhaca comum do que com aveia preta, sendo que este resultado foi atribuído à baixa relação C/N das leguminosas.

Giacomini et al. (2004) também observaram que, durante três safras consecutivas, o plantio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro em cultivos solteiros adicionaram 52,7; 88,8 e 86,6 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Primavesi et al. (1999), em experimento com adubação mineral, constataram que doses maiores de N alteraram a extração de nitrogênio, na forragem de aveia. Segundo Santi et al. (2003), a ciclagem de nutrientes promovida pela aveia adubada com N, entre diversos fatores, pôde ser atribuída à maior produção de matéria seca e ao maior crescimento do

sistema radicular.

Santi et al. (2003), trabalhando com adubação nitrogenada em aveia preta, observaram que a adubação nitrogenada aumentou a quantidade de N acumulado na matéria seca da aveia preta, e que o aumento da disponibilidade de N levou à redução na relação C/N dos seus resíduos vegetais. O nitrogênio é um elemento que cerca de 90% fica armazenado no solo na forma orgânica, pois outras formas, como amônio e nitrato, são perdidas facilmente por volatilização ou lixiviação (RAIJ, 1981).

Quando se realiza o cultivo de adubos verdes em áreas agrícolas, com a finalidade de fornecimento de nitrogênio, em muitas vezes os benefícios não são imediatos (LANGE et al., 2009). Estes mesmos autores comprovaram que após dois anos de cultivo de trigo, 75% do nitrogênio da crotalária que havia sido manejado antes do primeiro cultivo ainda se encontrava no solo, sendo liberado gradativamente.

Aita et al. (2004) verificaram que o nitrogênio tem maiores perdas por lixiviação após cultivo de ervilhaca comum, quando comparada à aveia e nabo forrageiro. Segundo estes autores, chuvas pesadas podem favorecer as perdas de nitrogênio da palhada da cultura de cobertura por lixiviação e desnitrificação (GIACOMINI et al., 2004).

Em pomares, a prática de se cultivar adubos verdes nas entrelinhas das plantas tem como finalidade manejar o solo protegendo da erosão, e contribuindo na melhoria da fertilidade na área. O aproveitamento das entrelinhas com plantios de adubos verdes em cultivos solteiros e/ou associados com a vegetação natural tem se tornado uma prática utilizada pelos agricultores nas últimas décadas. Diante disso, vários estudos vêm sendo realizados com a finalidade de avaliar os benefícios dessa prática.

No Estado de São Paulo, Wuttke et al. (2004) observaram que o plantio intercalar de diferentes espécies de adubos verdes, como aveia preta, chícharo e tremoço no outono/inverno e de mucuna anã no verão nas ruas de um parreral, não obteve efeito negativo nos teores de sólidos solúveis totais, do pH e da acidez total dos frutos de videira 'Niagara Rosada'.

No Rio Grande do Sul, Brunetto et al. (2007) avaliaram em videiras 'Cabernet Suvignon', que a aplicação de N não aumentou a produtividade de uva, nem o comprimento e largura dos cachos, porém aumentou o peso das bagas de uva, e que a aplicação de doses crescentes de N aumentou os valores de acidez total e N amoniacal no mosto, e diminuiu os valores de antocianinas e nas bagas da uva aumentou a porcentagem de N e K.

No Estado do Rio de Janeiro, Paulino et al. (2009), trabalhando com fixação biológica de nitrogênio em pomar orgânico de mangueira e gravioleira, avaliaram que a gliricídia apresentou maior capacidade de fixação biológica de nitrogênio que a crotalária, e que

dependendo da produção de biomassa essas espécies podem adicionar ao sistema quantidade de N superior ao exigido por estas espécies frutíferas. Quanto ao resultado da fixação biológica, a crotalária transferiu para a gravioleira 22,5% do N, e a gliricidia 40%.

No Estado do Paraná, Seyr (2011), avaliando a produção de massa seca produzida e o teor de nutrientes dos adubos verdes cultivados nas entrelinhas de um bananal cultivar Nanicão, verificou que a aveia preta em cultivo solteiro e consorciado, foi que mais produziu massa seca. Os adubos verdes (aveia preta, ervilhaca peluda, tremoço azul e nabo forrageiro) foram os que mais reciclaram N, P e K do solo, e que essas coberturas forneceram parte dos nutrientes necessários para o desenvolvimento das bananeiras, reduzindo os custos de produção.

### **3.7. Uso de isótopos para avaliação da dinâmica de nutrientes em culturas agrícolas**

Isótopos são átomos de um mesmo elemento químico que possuem diferentes números de nêutrons no núcleo, mas contém o mesmo número de prótons. Os Isótopos podem ser estáveis, e como não emitem radiações, ocorre na natureza de forma mais abundante ( $^{39}\text{K}$ ,  $^1\text{H}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{32}\text{S}$ ). Também existem os radioisótopos ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{36}\text{S}$ ) que podem ser naturais, ocorrendo em pequenas quantidades na natureza, ou artificiais, que são produzidos pelo homem em aparelhos especiais. Estes últimos, por serem em geral mais pesados, são usados como traçadores em pesquisas com compostos contendo o elemento de interesse (BOARETTO et al., 2004).

A energia nuclear para fins pacíficos tem trazido grandes benefícios à população pela sua diversidade de uso. Além da geração de energia, também o uso de radioisótopo pode ser visto na área de saúde, associados a substâncias químicas formando os radiofármacos, com objetivo de diagnóstico e tratamento de doenças. Na indústria, tem contribuído na melhoria da qualidade e produtividade nos processos de fabricação, como no controle da espessura do papel, vazão de líquidos e qualidade de junções em peças metálicas. Os traçadores radioativos podem detectar vazamentos em grandes indústrias químicas, na exploração do petróleo pode determinar o perfil do solo, quantidade de água, gás e óleo existente no material a ser extraído, além do uso na esterilização e conservação de materiais cirúrgicos, remédios, alimentos e peças de valor histórico (SILVESTRE et al., 2007).

Ainda segundo estes autores, o uso dessa técnica na alimentação animal e na pesquisa de plantas permite o acompanhamento metabólico nesses seres vivos. Pode-se observar o

efeito de microrganismos e, também, a absorção de nutrientes utilizando fertilizantes marcados e medir a quantidade existente e consumida pelas plantas. Nos solos, os radioisótopos podem ser utilizados para observar os processos de infiltração e filtragem da água no solo, verificando a qualidade do terreno e possíveis contaminações do lençol freático. Podem também ser utilizados para mapear a vazão de um rio e verificar se há contaminação por material radioativo. Os isótopos estáveis estão presentes nos ecossistemas e sua distribuição natural reflete que os processos físicos e metabólicos do ambiente, ocorrem de forma integrada (PEREIRA e BENEDITO, 2007).

Na natureza, os isótopos estáveis do elemento N ocorrem em proporções quase constantes de  $^{14}\text{N}$  (99,634 %) e  $^{15}\text{N}$  (0,366 %), e são determinados em laboratório através da espectrometria de massa (MAXIMO et al., 2005). Mesmo ocorrendo diversas transformações do N ao mesmo tempo no solo, o uso do isótopo estável  $^{15}\text{N}$  permite avaliar estas transformações individuais do N (TRIVELIN, 2002).

A utilização de isótopos estáveis demanda custos superiores, no entanto, apesar do fator custo representar uma desvantagem, esta é superada pelos aspectos de segurança, ausência de resíduos radioativos e, principalmente, confiabilidade nos resultados em experimentos de longo prazo.

O método de traçador com o isótopo estável  $^{15}\text{N}$ , usado em estudos dos processos de transformação do N no solo, é classificado como técnica do traçador  $^{15}\text{N}$ , em que um substrato ou fonte é marcado com  $^{15}\text{N}$ , e se monitora no tempo o movimento do isótopo no sistema, de forma qualitativa e/ou quantitativa. Sendo que a expressão Ndff (nitrogênio na planta derivado do fertilizante), obtida por princípios de diluição isotópica com  $^{15}\text{N}$ , permite identificar, na planta, a contribuição da fonte de interesse aplicada ao solo (REICHARDT et al., 2009).

A utilização da técnica do isótopo estável  $^{15}\text{N}$  permite obter informações precisas da dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta. Se utilizarmos um adubo verde marcado com  $^{15}\text{N}$  é possível determinar no solo e na cultura plantada, em sequência, a porcentagem e a quantidade desse nutriente que deriva do adubo verde, bem como a porcentagem deste nas diversas partes da cultura (TRIVELIN, 2005).

Alguns trabalhos de pesquisa com o uso de  $^{15}\text{N}$  em frutíferas vêm sendo realizados, como podemos citar os resultados dos trabalhos de Brunetto et al. (2005), onde observaram que o N aplicado nas videiras cultivar Chardonnay e Riesling Itálico é redistribuído as partes perenes e anuais durante o crescimento vegetativo e que o principal órgão de reserva são as raízes. Em Outro trabalho, Brunetto et al. (2006), trabalhando com as cultivares jovens de

Riesling Itálico e Chardonnay, observaram que as folhas e raízes foram os órgãos que mais acumularam N total e N derivado do fertilizante, em todas as épocas avaliadas, que a maior recuperação ocorreu em época próximo ao período de fornecimento de N e que a maior quantidade de N acumulado foi derivado de formas diferentes da que foi utilizada no transplante das mudas. Neste mesmo ano, trabalhando com as cultivares ‘Chardonnay e Riesling Renano’, eles verificaram que na colheita da uva a maior quantidade de N acumulado nas partes anuais e perenes é derivada do solo, mesmo aplicando N na fase de inchamento das gemas. Ainda, Brunetto et al. (2008), verificaram que as palhadas de azevém e trevo branco forneceram as mesmas quantidades de N para a cultivar Chardonnay durante seu desenvolvimento. E, Natale e Marchal (2002) mostraram que a eficiência de absorção de N variou de acordo com a fonte do fertilizante mineral, onde o sulfato de amônio foi mais eficiente que a uréia aos 12 e 20 dias após aplicação, porém, não houve alteração no peso de matéria seca e na quantidade de N das plantas de citrus *mitis Bl.*

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Produção de biomassa e aproveitamento do N mineral por diferentes espécies de adubos verdes

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, sob as coordenadas geográficas 25°23'36"S e 51°27'19"O e 1.120 m de altitude, na região central do estado do Paraná, com clima que conforme classificação de Köppen é Cfb (subtropical mesotérmico-úmido) (CAVIGLIONE, et al., 2000).

#### 4.1.1. Solo utilizado no experimento

Para o experimento, foi utilizado solo da camada de 20 a 40 cm de um Latossolo Bruno, cujas características químicas conforme Pavan, et al. (1992), encontram-se na Tabela 1. O solo foi peneirado em malha de 4 mm e misturado ao calcário calcítico para atingir a saturação de bases (V%) de 70%. Este solo foi incubado durante 30 dias e, em seguida, colocado em vasos plásticos com capacidade de 4 L onde, posteriormente, foram semeadas as diferentes espécies de adubos verdes.

**Tabela 1.** Resultado da análise química do solo (0,2 – 0,4 m) utilizado no experimento. (Guarapuava, 2010).

pH CaCl <sub>2</sub>	MO g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	H+Al	Al <sup>+3</sup>	Ca	Mg	K
5,20	20,10	0,65	3,97	0,00	0,99	0,90	0,18
SB	CTC	V	Zn	Fe	Cu	Mn	SAT. Al
----- cmol dm <sup>-3</sup>	-----	%	-----	mg dm <sup>-3</sup>	-----	-----	%
2,07	6,04	34,27	1,10	15,41	0,21	9,66	0,00

Metodologias: M.O. por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich-I; pH em CaCl<sub>2</sub> 1:2,5 Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

#### 4.1.2. Delineamento experimental e condução do experimento

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos (espécies de adubos verdes), 4 repetições (cada espécie foi destinados quatro vasos) e parcela experimental constituída por um vaso. As espécies de adubos verdes utilizadas foram:

tremoço branco (*Lupinus albus*), ervilha forrageira (*Pisum arvense*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), triticale (*Triticale hexaploide*), aveia branca (*Avena sativa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*).

A semeadura foi realizada em 13/05/2010. A densidade de semeadura dos adubos verdes foi realizada em função da recomendação para cada espécie e considerando a área de 0,066 m<sup>2</sup> por vaso, resultando em: 8 sementes para tremoço e nabo forrageiro; 12 sementes para ervilhaca comum, ervilhaca peluda, aveia branca e ervilha forrageira e; 25 sementes para triticale e azevém (PIRAI SEMENTES, 2011; RAIJ et al., 1997).

Após 10 dias da germinação, foram desbastadas as plantas dos vasos, deixando-se apenas 5 plantas por vaso para o tremoço e nabo forrageiro; 7 plantas por vaso para ervilhaca comum, ervilhaca peluda, aveia branca, e ervilha forrageira e; 15 plantas por vaso para triticale e azevém.

A marcação dos adubos verdes foi realizada com aplicação de 3 doses de N marcado na forma de sulfato de amônio. As aplicações ocorreram aos 15, 30 e 45 dias após germinação mediante solução contendo 100 mg de sulfato de amônio enriquecido a 10 % em <sup>15</sup>N, por vaso. Aos 30 dias após a germinação, foram efetuadas adubações com P e K nas doses de 70 mg de P e 88 mg de K por vaso, na forma de fosfato de potássio em solução.

Os vasos foram mantidos em casa de vegetação, por período variável, em função do desenvolvimento vegetativo de cada espécie, sendo que a colheita das plantas foi realizada quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo, ou seja, em pleno florescimento, respeitando o ciclo fenológico de cada espécie. Desta forma, a partir da data de semeadura, as colheitas foram realizadas aos 96 dias para a ervilha forrageira, aos 103 dias para a aveia branca, aos 105 dias para o tremoço branco e nabo forrageiro, aos 108 dias para a ervilhaca peluda, aos 115 dias para a ervilhaca comum, aos 119 dias para o triticale e aos 139 dias para o azevém.

As plantas foram cortadas rente ao solo, tomando-se o cuidado para evitar a contaminação com o solo. Depois de colhidas, as amostras foram lavadas em água destilada, previamente secas em temperatura ambiente para retirada da água superficial, pesadas, secas em estufa a 65 °C por 3 dias, e armazenadas em sacos de papel para posterior análise química.

#### **4.1.3. Preparo e análises químicas das amostras vegetais**

Os adubos verdes foram fragmentados em pedaços de aproximadamente 2 cm, homogeneizados, retirando-se uma amostra composta de aproximadamente 1 g de material

seco de cada parcela experimental (vaso), para moagem e análise. As amostras vegetais foram analisadas em relação ao teor de C, N e  $^{15}\text{N}$ . As análises do enriquecimento em  $^{15}\text{N}$  (% de átomos) e de N total foram determinadas em espectrômetro de massa ANCA - GSL da Sercon, conforme metodologia descrita em Barrie & Prosser (1996). Os teores de C total foram determinados por combustão a seco em equipamento LECO.

## **4.2. Absorção e distribuição de nitrogênio em videiras cultivar Niagara Rosada, em função do porta-enxerto e de diferentes adubos verdes**

### **4.2.1. Local e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido no período de 26/08/2010 a 24/03/2011, em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, em Guarapuava-PR com coordenadas geográficas de 25°23'36" S, 51°27'19" O e 1.120 m de altitude, com clima que conforme classificação de Köppen é Cfb (subtropical mesotérmico-úmido) (CAVIGLIONE, et al., 2000).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 (porta-enxertos x fonte de N), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições e parcela experimental constituída por uma planta. Os porta-enxertos utilizados foram o IAC-766 'Campinas' e o IAC-572 'Jales', provenientes da Estação Experimental de Caldas, da EPAMIG.

As espécies de adubos verdes estudadas foram selecionadas a partir do experimento anterior, sendo utilizado como critério de escolha a maior produção de matéria seca e o maior acúmulo de N dos adubos verdes. Respeitando estes dois critérios, foram selecionadas a ervilha forrageira (*Pisum arvense*), a ervilhaca comum (*Vicia sativa*), a ervilhaca peluda (*Vicia villosa*) e a aveia branca (*Avena sativa*). Além disso, foi acrescentado um quinto tratamento com adubação mineral.

### **4.2.2. Condução e colheita da videira**

Vasos com capacidade de 14 L foram preenchidos com o mesmo tipo de solo do experimento anterior, previamente corrigido. Em 26/08/10, as mudas de videira foram transplantadas para os vasos. Após 45 dias do plantio das mudas, em 09/10/10, foram aplicados os adubos verdes em cobertura, definindo como critério o peso de MS, na dose de 3

g de MS vaso<sup>-1</sup>. Esta dose corresponderia a aproximadamente 492 kg de matéria seca por hectare, em condições de campo. O tratamento com fertilizante mineral foi composto da aplicação de sulfato de amônio na dose de 300 mg vaso<sup>-1</sup> de N, marcado com 2 % em excesso de <sup>15</sup>N, parcelado em 3 aplicações. As aplicações foram realizadas de 30 em 30 dias após o plantio.

As videiras foram conduzidas em casa de vegetação em sistema de espaldeira e com sistema de nebulização intermitente. Em 24/03/11, as plantas foram retiradas dos vasos, separadas em raiz, folhas, caule do enxerto e do porta-enxerto. As raízes foram lavadas em água corrente até a completa retirada das partículas de solo. As amostras vegetais foram secas a 65°C em estufa de circulação de ar forçada. Após 5 dias na estufa, as amostras foram pesadas, moídas em moinho tipo Wiley e armazenadas em sacos plásticos para posterior análise química.

As amostras vegetais foram analisadas em relação ao enriquecimento de <sup>15</sup>N (% de átomos) e do N total em espectrômetro de massa (IRMS), interfaceado com um analisador elementar, conforme metodologia descrita em Barrie & Prosser (1996).

#### **4.3. Cálculos isotópicos e atributos a serem avaliados nos experimentos**

Os cálculos da eficiência de utilização do N foram realizados considerando-se a quantidade e o enriquecimento (% de átomos de <sup>15</sup>N em excesso) da fonte de N aplicada, adubos verdes marcados com <sup>15</sup>N, descontados a abundância natural do isótopo estável de <sup>15</sup>N, que é de 0,366%. Os tratamentos foram avaliados pela produtividade de matéria seca, teor e acúmulo de N, porcentagem de N na planta proveniente dos adubos verdes (% NppAV), quantidade de N na planta proveniente dos adubos verdes (QNppAV) e o aproveitamento do N pela planta proveniente dos adubos verdes (ApAV).

A seguir as formulas utilizadas para os cálculos dos parâmetros:

a) Nitrogênio acumulado

$$NA = N \times MS$$

Em que:

NA = nitrogênio acumulado (mg vaso<sup>-1</sup>).

N = teor de nitrogênio (g kg<sup>-1</sup>).

MS = massa seca (g vaso<sup>-1</sup>).

b) Porcentagem de nitrogênio na planta proveniente do adubo verde (% NppAV)

$$\%NppAV = \frac{a - c}{b - c} \times 100$$

Em que:

a = abundância de  $^{15}\text{N}$  (% de átomos) na planta (parte aérea, grãos ou frutos).

b = abundância de  $^{15}\text{N}$  (% de átomos) no adubo verde.

c = abundância natural de  $^{15}\text{N}$  (0,366 % de átomos) no solo.

c) Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do adubo verde (QNppAV)

$$QNppAV = \frac{\%Nppf}{100} \times NA$$

Em que:

$\% Nppf$  = Porcentagem de nitrogênio na planta proveniente da fonte de N (%).

NA = nitrogênio acumulado (mg vaso<sup>-1</sup>).

d) Aproveitamento do nitrogênio pela planta proveniente do adubo verde (% ApAV)

$$\%ApAV = \frac{QNppAV}{QNaAV} \times 100$$

Em que:

QNppAV = Quantidade de nitrogênio na planta proveniente do adubo verde.

QNaAV = Quantidade de nitrogênio aplicado através do adubo verde.

#### 4.4. Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância e em caso de significância, os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2011).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Produção de biomassa e aproveitamento do N mineral por diferentes espécies de adubos verdes

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das produções de matéria fresca e seca e o teor de matéria seca (MS) das espécies de adubos verdes estudados. A maior produção de matéria fresca foi obtida com ervilhaca peluda, seguida pela aveia branca, ervilha forrageira e ervilhaca comum. O menor valor obtido foi com triticale que não se diferiu do azevém e do nabo forrageiro.

Em relação à produção de matéria seca o maior valor obtido foi com a aveia branca, seguido pela ervilhaca peluda, ervilha forrageira, ervilhaca comum, que não se diferiram entre si. A menor produção de massa seca foi verificada para nabo forrageiro, seguido do triticale, azevém e tremoço branco que não diferiram entre si.

As diferenças de produção de massa seca entre as espécies de adubos verdes podem estar relacionadas não somente a uma característica genética, mas podem ter sido influenciadas pelo clima e época de cultivo. Os resultados deste experimento foram contrastantes com aqueles verificados por Carvalho et al. (2007), que em condições de campo obtiveram as maiores produções de matéria seca para as espécies aveia preta e azevém.

**Tabela 2.** Produção de Matéria verde e porcentagem de matéria seca de diferentes espécies de adubos verdes (Guarapuava-PR, 2010).

Adubo Verde	Matéria Fresca		Matéria Seca		
	g vaso <sup>-1</sup>		g vaso <sup>-1</sup>		%
Aveia Branca	38,22	b	11,69	a	30,6
Azevém	13,27	e	4,96	cd	37,4
Ervilha Forrageira	32,93	bc	7,38	b	22,4
Ervilhaca comum	27,45	bcd	7,08	bc	25,8
Ervilhaca Peluda	52,41	a	8,37	b	16,0
Nabo Forrageiro	14,97	e	2,23	e	14,9
Triticale	18,87	de	4,79	d	25,4
Tremoço Branco	22,01	cde	5,01	cd	22,8
DMS	12,4		2,27		
CV (%)	19,9		15,0		

Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Em função de uma maior produção de biomassa, os adubos verdes podem aumentar os níveis de N no solo e, em muitos casos, substituir parcial ou totalmente a adubação

nitrogenada da cultura subsequente (CARVALHO e AMABILE, 2006). A adubação verde pode proporcionar aumento de matéria orgânica no solo e promover aumento na capacidade de troca de cátions (CTC), conforme observado por Chaves et al. (1997) e Chaves (2000) com a utilização de leucena (*Leucena leucocephala*), amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*), mucuna cinza (*Stizolobium pruriens*) e crotalária mucronata (*Crotalaria mucronata*), plantadas na entrelinha do cafeeiro. As práticas visando à manutenção da matéria orgânica são caracterizadas pelo melhor manejo dos resíduos, incorporação dos nutrientes no ciclo biológico e diminuições das perdas por erosão e lixiviação (PAVAN e CHAVES, 1998).

Algumas espécies de adubos verdes de inverno como ervilhaca, tremoço e nabo forrageiro podem proporcionar quantidades de N fixado ou reciclado, da ordem de 148, 129 e 138 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente (FIORIN, 1999). Doneda (2010) obteve em média em cultivo solteiro acúmulo de N na fitomassa de nabo forrageiro e ervilha forrageira 190,3 kg ha<sup>-1</sup> e na aveia preta e centeio uma média de 136,9 kg ha<sup>-1</sup>. A elevada quantidade de N acumulada se deve ao fato da leguminosa fixar o N da atmosfera pelos rizóbios, e o nabo pelo elevado teor de M.O. no solo do experimento, além da capacidade de extração de N do solo. Weber et al. (2005), trabalhando com ervilhaca peluda, obtiveram acúmulo de N que variou de 108,5 a 217 kg ha<sup>-1</sup>.

Estudos sobre a dinâmica do N em adubos verdes podem ser comprometidos devido à baixa alteração da razão isotópica do N contido na planta. Neste trabalho, verificou-se que os adubos verdes marcados apresentaram porcentagem de átomos de <sup>15</sup>N de no mínimo 1,84% (tremoço branco) até acima de 8%, as quais foram obtidas com aveia branca e tritcale (Tabela 3). Ambrosano et al. (2003), com o objetivo de estudar a dinâmica do N contida na Crotalária juncea marcada isotopicamente com <sup>15</sup>N, obteve material vegetal seco com 2,412% em átomos de <sup>15</sup>N.

Segundo Ambrosano et al. (1997), valores acima de 2% permitem o estudo da dinâmica do N. No presente trabalho, somente o tremoço branco não obteve esta porcentagem mínima. Porcentagens de átomos de <sup>15</sup>N superiores podem ser obtidas aumentando-se o fornecimento de N mineral marcado. Ambrosano et al. (1997) obtiveram crotalária com porcentagem de átomos de <sup>15</sup>N de 8%, com aplicação de 1,2 g de N na forma de sulfato de amônio com 11,37% de átomos de <sup>15</sup>N, quantidade quatro vezes superior à aplicada neste experimento. Em termos de átomos de <sup>15</sup>N, no presente trabalho se aplicou 6,3 mg de <sup>15</sup>N, enquanto que no trabalho de Ambrosano et al. (1997) foram aplicados 136,4 mg de <sup>15</sup>N.

As relações C/N dos diferentes adubos verdes são apresentadas na Tabela 3. A ervilha forrageira, a ervilhaca peluda e a ervilhaca comum, apresentaram relação C/N inferior a 25. Já

o tremoço branco, a aveia branca, o azevém, o nabo forrageiro e o triticale apresentaram uma relação C/N superior a 25. Vários trabalhos demonstraram que resíduos vegetais com relação C/N acima de 25/1 favorecem o processo de imobilização temporária do N mineral da solução do solo pelos microrganismos. Por outro lado, resíduos com relação C/N inferior a 25/1 aceleram a mineralização e a liberação do N e demais nutrientes presentes na biomassa (AMADO et al., 2002; MURAOKA et al., 2002; SILVA et al., 2008).

**Tabela 3.** Abundância isotópica em  $^{15}\text{N}$  e relação C/N de diferentes adubos verdes adubados com sulfato de amônio (Guarapuava-PR, 2010).

Adubo Verde	Excesso $^{15}\text{N}$	Relação
	%	C/N
Aveia Branca	8,16	32
Azevém	5,51	38
Ervilha Forrageira	2,66	16
Ervilhaca comum	3,08	18
Ervilhaca Peluda	2,25	16
Nabo Forrageiro	5,88	37
Triticale	8,91	50
Tremoço Branco	1,84	27

A adição ao solo de adubos verdes com relação C/N elevada, promove a competição pelo N disponível entre os microrganismos e as plantas. Segundo Kiehl (2010) se a relação C/N for alta (60/1), com excesso de carbono sobre o nitrogênio, a redução dessa alta relação C/N será realizada por microrganismos, sendo eliminados dois terços de C como gás carbônico e um terço do N será incorporado nas células dos microrganismos. Entretanto adubos verdes com relação C/N baixa, podem favorecer o desenvolvimento microbiológico no processo de decomposição, implicando em maior quantidade de N mineralizado. Em valores extremos de C/N baixos da ordem de 6/1 ocorre a formação de amônia (KIEHL, 2010).

Doneda (2010), em estudo com adubos verdes, verificou as seguintes relações C/N: para aveia preta 27/1; nabo forrageiro 16,7/1; ervilha forrageira 13,7/1; e ervilhaca comum 11,7/1. O mesmo autor também constatou que o teor de C no tecido vegetal é pouco variável entre as espécies, e a redução da relação C/N pode ser atribuída ao N acumulado na fitomassa dessas plantas pela capacidade de absorver o N do solo ou de fixar o N atmosférico. Esta relação pode então afetar a taxa de decomposição dos resíduos culturais, proporcionando uma proteção do solo mais duradoura e uma melhor sincronia entre o fornecimento e demanda de

N pela cultura em sucessão. Porém, segundo Weber et al. (2005), para a ervilhaca peluda, que chega a ter uma taxa de fixação de 66-67%, e baixa relação C/N, seu valor como fertilizante não é tão bom, devido à alta velocidade de decomposição e liberação de N, não havendo tempo para a próxima cultura aproveitar o N.

Os teores de N se diferiram entre os adubos verdes, havendo variação de até 435% (Tabela 4). De forma geral, as leguminosas ervilhaca peluda, ervilhaca comum e ervilha forrageira foram as que apresentaram maior teor de N. Logo em seguida o tremoço branco, nabo forrageiro e por último as gramíneas.

Seyr (2011), em experimento com adubos verdes de inverno, observaram teores de N na aveia preta e na ervilhaca peluda correspondente a 11,09 e 21,15 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, valores baixos quando comparados aos resultados deste experimento, enquanto que no nabo forrageiro e no tremoço verificaram 12,12 e 17,26 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo estes valores bem próximos aos observados no presente estudo.

Em relação ao acúmulo de N dos adubos verdes, os maiores valores foram obtidos com ervilhaca peluda, ervilhaca comum, ervilha forrageira e aveia branca, sendo que os demais adubos verdes apresentaram acúmulo inferior a 100 mg vaso<sup>-1</sup> (Tabela 4).

Para a porcentagem de nitrogênio na planta proveniente do adubo mineral (%NppAM), os maiores valores encontrados foram nas gramíneas e no nabo forrageiro, o que pode estar relacionado a sua alta capacidade de extrair o N do solo (SEYR, 2011). As leguminosas apresentaram os menores valores, possivelmente em função da fixação biológica do N, que pode contribuir com o teor de N na parte aérea. Em relação à quantidade de N na planta proveniente do adubo mineral (QNppAM), a aveia branca foi a que obteve o maior valor seguido de ervilhaca comum, ervilhaca peluda e tritcale, sendo que o menor valor foi encontrado para o tremoço.

**Tabela 4.** Teor e acúmulo de N, NppAM, QNppAM e ApAM de diferentes espécies de adubos verdes (Guarapuava-PR, 2010).

Adubo Verde	Teor	Acúmulo de N	NppAM <sup>(1)</sup>	QNppAM <sup>(2)</sup>	ApAM <sup>(3)</sup>
	g kg <sup>-1</sup>	mg vaso <sup>-1</sup>	%	mg vaso <sup>-1</sup>	%
Aveia Branca	9,3 f	109,3 c	39,7 b	43,4 a	66,1 b
Azevém	5,7 g	28,2 e	26,2 d	7,4 c	43,6 d
Ervilha Forrageira	20,8 c	153,7 b	11,7 f	17,9 b	19,4 f
Ervilhaca comum	25,9 b	183,4 b	13,8 e	25,4 b	23,0 e
Ervilhaca Peluda	30,5 a	255,1 a	9,6 g	24,5 b	16,0 g
Nabo Forrageiro	11,5 e	25,4 e	28,1 c	7,1 c	46,8 c
Triticale	11,2 ef	53,5 de	43,5 a	23,3 b	72,5 a
Tremoço branco	17,2 d	86,2 cd	7,5 h	6,4 c	12,5 h

1 Porcentagem de nitrogênio na planta proveniente do adubo mineral; 2 Quantidade de N na planta proveniente do adubo mineral; 3 Aproveitamento do N do adubo mineral. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aproveitamento do N do adubo mineral (ApAM) foi muito variável entre as espécies de adubos verdes, havendo diferenças significativas entre todos os tratamentos. O maior ApAM (%) foi encontrado no triticale, seguido de aveia branca, nabo forrageiro, azevém, ervilhaca comum, ervilha forrageira, ervilhaca peluda e tremoço. Sendo que a taxa de aproveitamento variou de 12,5 a 72,5% (Tabela 4). A alta taxa de aproveitamento observado nas gramíneas se deve a sua capacidade de absorver o N (SEYR, 2011).

## **5.2. Absorção e distribuição de nitrogênio em videiras cultivar Niagara Rosada, em função do porta-enxerto e de diferentes adubos verdes**

Os resultados relativos à produção de matéria seca pelas diferentes partes da videira são apresentados nas tabelas 5 e 6. Em relação à matéria seca das raízes, houve interação entre os fatores, sendo que os diferentes tratamentos apresentaram diferenças para o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, em que a ervilhaca comum e a adubação mineral tiveram as maiores médias, diferindo-se da aveia branca. Para o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, não houve diferenças significativas, embora a aveia branca também tenha proporcionado a menor média entre todos os tratamentos. Possivelmente, por ser menos vigoroso, o IAC-766 ‘Campinas’ apresentou maior limitação de crescimento do sistema radicular quando não houve aporte de nitrogênio pela adubação mineral, nem pela fixação biológica de leguminosas, quando utilizado como cobertura a aveia branca. De forma semelhante, Gonçalves et al. (1996) verificaram que na média de 4 anos de cultivo, a ervilha forrageira acumulou na parte aérea 69 kg ha<sup>-1</sup> de N e a aveia preta 42 kg ha<sup>-1</sup>, e que boa parte do N

presente na fitomassa da leguminosa foi fixado biologicamente. Enquanto que Gouveia e Almeida (1997) obtiveram para ervilha forrageira valor semelhante equivalente a 66,38 kg ha<sup>-1</sup> e; para ervilhaca comum, ervilhaca peluda e aveia preta: 74,27 kg ha<sup>-1</sup>, 59,49 kg ha<sup>-1</sup> e 34,15 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em relação à parte lenhosa do porta-enxerto (caule), não houve interação entre os fatores, tendo havido efeito apenas do porta-enxerto, em que o IAC-766 ‘Campinas’ apresentou a menor média. De acordo com Pommer et al. (2003) o IAC-572 ‘Jales’ é considerado um porta-enxerto muito vigoroso, enquanto que o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’ é classificado como mediamente vigoroso.

**Tabela 5.** Produção de matéria seca (g) de raízes e lenho do porta-enxerto de videiras cv. Niagara Rosada em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Raízes			Lenho do porta-enxerto		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N Mineral	22,5 aA	20,3 aA	<b>21,4</b>	13,9	13,2	<b>13,5</b>
Ervilhaca comum	23,2 aA	20,3 aA	<b>21,7</b>	11,4	13,9	<b>12,7</b>
Ervilhaca peluda	14,8 bAB	25,3 aA	<b>20,1</b>	11,1	13,9	<b>12,5</b>
Ervilha forrageira	18,0 aAB	22,0 aA	<b>20,0</b>	9,6	13,1	<b>11,3</b>
Aveia branca	12,0 aB	16,9 aA	<b>14,4</b>	9,4	14,9	<b>12,2</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>18,1</b>	<b>21,0</b>		<b>11,1 b</b>	<b>13,8 a</b>	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a produção de massa seca pelo lenho do enxerto, não houve diferenças significativas, embora as plantas que tiveram o uso de cobertura com aveia branca tenham tido os menores valores absolutos, corroborando com os resultados obtidos de produção de massa seca pelas raízes e pelo lenho do porta-enxerto (Tabela 6). Em relação à massa seca de folhas, houve interação entre os fatores. O porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, apresentou maior massa seca das folhas em comparação ao porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, no entanto, quando utilizou-se como cobertura morta a aveia branca, a massa seca das folhas foi superior para o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’. Esse resultado pode ter sido provocado devido o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’ apresentar maior vigor favorecendo o maior desenvolvimento foliar, e os tratamentos com N mineral e ervilha forrageira, ervilhaca comum e peluda ter disponibilizado maior quantidade de N. Enquanto o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’ por

ser menos vigoroso o tratamento com aveia branca produziu melhor efeito tendo disponibilizado menor quantidade de N.

**Tabela 6.** Produção de matéria seca (g) pelo lenho do enxerto e pelas folhas de videiras cv. Niagara Rosada em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Lenho do enxerto			Folhas		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N Mineral	2,1	2,3	<b>2,2</b>	4,6 aB	5,7 aAB	<b>5,2</b>
Ervilhaca comum	2,7	2,3	<b>2,5</b>	4,0 bB	5,3 aAB	<b>4,6</b>
Ervilhaca peluda	2,4	2,2	<b>2,3</b>	3,5 bB	5,2 aAB	<b>4,4</b>
Ervilha forrageira	2,2	2,2	<b>2,2</b>	4,9 aB	5,9 aA	<b>5,4</b>
Aveia branca	2,0	1,9	<b>1,9</b>	6,8 aA	4,0 bB	<b>5,4</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>		<b>4,7</b>	<b>5,2</b>	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As letras minúsculas na linha e as maiúsculas na coluna.

Em relação à produção de matéria seca total, não houve interação entre os fatores. No entanto, houve efeito significativo do porta-enxerto, sendo que na média, independente da fonte de N, o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, superou o IAC-766 ‘Campinas’, estando de acordo com a classificação de Pommer et al. (2003) quanto ao vigor. Não houve efeito dos tratamentos das diferentes fontes de N na produção de matéria seca total (Tabela 7).

**Tabela 7.** Produção de matéria seca total (g) de videiras cv. Niagara Rosada em função de fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Porta-enxertos	Fontes de N					
	N mineral	Ervilhaca comum	Ervilhaca peluda	Ervilha forrageira	Aveia branca	Média
IAC-766	43,2	41,2	31,9	34,6	30,2	<b>36,2 b</b>
IAC-572	41,5	41,9	46,6	43,1	37,6	<b>42,2 a</b>
<b>Média</b>	<b>42,3</b>	<b>41,6</b>	<b>39,3</b>	<b>38,9</b>	<b>33,9</b>	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados referentes ao acúmulo de nitrogênio nas diferentes partes das videiras cv. Niagara Rosada são apresentados nas tabelas 8 e 9. Em relação ao N acumulado nas raízes não houve interação entre os fatores, sendo que o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’ apresentou maior acúmulo de N superando em média 41% o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, independente da fonte de N. Houve também efeito isolado das fontes de N, sendo que o maior acúmulo de N foi

verificado para o tratamento com adubo mineral que se diferenciou de todos os outros tratamentos. O menor acúmulo de N foi verificado para a aveia branca que somente não se diferenciou da ervilhaca peluda (Tabela 8).

**Tabela 8.** Nitrogênio acumulado (mg vaso<sup>-1</sup>) nas raízes e pelo lenho do porta-enxerto de videiras cv. Niagara Rosada em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Raízes			Lenho do porta-enxerto		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N Mineral	235,3	266,6	<b>250,9 a</b>	99,2 aA	84,1 bAB	<b>91,6</b>
Ervilhaca comum	148,3	206,3	<b>177,3 b</b>	63,9 bB	89,4 aA	<b>76,6</b>
Ervilhaca peluda	116,4	193,0	<b>154,7 bc</b>	59,3 bBC	72,1 aB	<b>65,7</b>
Ervilha forrageira	151,7	200,5	<b>176,1 b</b>	54,7 bBC	70,9 aB	<b>62,8</b>
Aveia branca	85,6	173,6	<b>129,6 c</b>	45,5 bC	86,3 aAB	<b>65,9</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>147,5 b</b>	<b>208,0 a</b>		<b>64,5</b>	<b>80,5</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e a maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o acúmulo de N pelo lenho do porta-enxerto, houve interação entre os fatores, em que o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, superou o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, excetuando-se para o tratamento com adubo mineral. Em relação aos tratamentos, houve maior acúmulo de N para o adubo mineral, semelhante aos resultados para as raízes. No entanto, para o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, houve um comportamento diferente em que o tratamento com aveia branca não se diferiu dos melhores tratamentos com cobertura de ervilhaca comum e com adubação mineral (Tabela 8).

Em relação ao nitrogênio acumulado pelo lenho do enxerto e na folhas, houve interação entre os fatores. Para o lenho do enxerto, para o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, o maior acúmulo foi verificado com a cobertura de ervilhaca peluda, não se diferenciando da cobertura com ervilhaca comum e da adubação mineral. Para o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, o tratamento com adubo mineral apresentou o maior acúmulo de N, diferenciando-se apenas da cobertura com aveia branca (Tabela 9).

Para o acúmulo de N nas folhas, em videiras enxertadas sobre o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, o adubo mineral, a cobertura com ervilha forrageira ou com aveia branca superaram a ervilhaca comum e a ervilhaca peluda, Por outro lado, para o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, o maior acúmulo de N foi para o tratamento com ervilha forrageira, que não se diferiu do tratamento com ervilhaca comum e N mineral (Tabela 9).

**Tabela 9.** Nitrogênio acumulado (mg vaso<sup>-1</sup>) no lenho do enxerto e nas folhas de videiras cv. Niagara Rosada em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Lenho do enxerto			Folhas		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N Mineral	13,8 aAB	14,3 aA	<b>14,0</b>	68,4 bA	79,7 aA	<b>74,1</b>
Ervilhaca comum	13,9 aAB	13,4 aAB	<b>13,7</b>	39,4bB	73,9 aAB	<b>56,7</b>
Ervilhaca peluda	15,9 aA	12,0 bAB	<b>14,0</b>	32,8 bB	65,3 aB	<b>49,0</b>
Ervilha forrageira	12,3 aB	13,3 aAB	<b>12,8</b>	72,8 bA	80,9 aA	<b>76,8</b>
Aveia branca	12,5 aB	10,8 aB	<b>11,7</b>	64,1 aA	43,2 bC	<b>53,6</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>13,7</b>	<b>12,8</b>		<b>55,5</b>	<b>68,6</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e a maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De maneira geral, as quantidades de N acumulados nas raízes superaram às demais partes, o que leva à conclusão de que este é o principal órgão de reserva de N em videiras. Segundo Brunetto et al. (2005), a brotação inicial da videira tem contribuição importante do elemento N, responsável pelo crescimento inicial, sendo que a maior parte deste elemento neste período vem das raízes.

Em relação ao acúmulo total de N pela videira ‘Niagara Rosada’, não houve interação entre os fatores (Tabela 10). Independente dos tratamentos, o porta-enxerto IAC-572 ‘Jales’, proporcionou maior acúmulo de N, possivelmente devido ao seu maior vigor vegetativo. O tratamento que conferiu maior acúmulo de N foi a adubação mineral, seguida pelas espécies leguminosas. O menor acúmulo foi verificado pela aveia branca, que por sua vez não se diferiu da ervilhaca peluda. A partir destes resultados, é possível concluir que as espécies leguminosas apresentam papel importante na ciclagem de N, através da fixação biológica, no entanto, o processo de aproveitamento pelas videiras se dá mais lentamente, quando comparado ao adubo mineral.

**Tabela 10.** Nitrogênio total acumulado (mg vaso<sup>-1</sup>) em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Porta-enxertos	Fontes de N					Média
	N mineral	Ervilhaca comum	Ervilhaca peluda	Ervilha forrageira	Aveia branca	
IAC-766	416,7	265,4	342,4	291,6	207,8	<b>281,2 b</b>
IAC-572	444,6	383,1	342,4	365,6	313,9	<b>369,9 a</b>
<b>Média</b>	<b>430,6 a</b>	<b>324,3 b</b>	<b>283,4 bc</b>	<b>328,6 b</b>	<b>260,8 c</b>	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Giongo et al., (2011), em experimento com consórcios de espécies leguminosas (calopogônio, Crotalaria juncea, Crotalaria spectabilis, feijão de porco, Guandu e lab-lab) e não leguminosas (gergelim, girassol, mamona, milho e sorgo) observaram que nos tratamentos com 100% de não leguminosas e 100% de leguminosas, necessitaram de 56 e 63 dias respectivamente, para liberarem, respectivamente 57 e 42 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Em relação aos resultados de porcentagem de nitrogênio proveniente das fontes de N encontrados na videira, houve interação para todas as partes (Tabelas 11 e 12). Para todas as partes avaliadas, a maior porcentagem de N foi verificada para o tratamento com adubo mineral, variando entre 29,9 e 19,0%, haja vista a sua pronta disponibilidade para absorção pelas raízes das videiras. Em todas as partes, a menor porcentagem de N proveniente das fontes de N, foi verificada pela aveia branca, sendo, portanto, considerado o adubo verde que apresentou a pior função na reciclagem de N do solo, pelo menos em curto prazo.

As espécies leguminosas de adubos verdes se situaram em posição intermediária para a porcentagem de N proveniente das fontes de N, superando a aveia branca, mas com valores significativamente inferiores ao tratamento com adubo mineral, prontamente disponível para as videiras. Situando-se entre 4,2 e 9,4%, variando em função da parte da planta e do porta-enxerto.

As diferenças de porcentagem de N proveniente das fontes de N em função do porta-enxerto, foi bastante variável para cada parte da planta e tratamento de cobertura, porém, de maneira geral, o porta-enxerto IAC-766 ‘Campinas’, apresentou maiores porcentagens, possivelmente devido ao seu menor vigor, e menor capacidade de absorver nitrogênio já existente no solo.

**Tabela 11.** Porcentagem de nitrogênio proveniente das fontes de N, nas raízes e no lenho do porta-enxerto em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Raízes			Lenho do porta-enxerto		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N mineral	29,3 aA	28,9 aA	<b>29,1</b>	25,7 aA	19 bA	<b>22,4</b>
Ervilhaca comum	6,0 aC	4,7 aB	<b>5,3</b>	5,3 aB	4,3 aC	<b>4,8</b>
Ervilhaca peluda	9,0 aB	6,1 bB	<b>7,5</b>	4,3 aB	4,2 aC	<b>4,3</b>
Ervilha forrageira	4,7 aC	6,0 aB	<b>5,3</b>	4,7 bB	7,2 aB	<b>5,9</b>
Aveia branca	2,2 aD	1,7 bC	<b>1,9</b>	1,1 aC	1,2 aD	<b>1,2</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>10,2</b>	<b>9,5</b>		<b>8,2</b>	<b>7,2</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 12.** Porcentagem de nitrogênio proveniente das fontes de N, nas folhas e no lenho do enxerto em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Lenho do enxerto			Folhas		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N mineral	29,9 bA	32,3 aA	<b>31,1</b>	24,8 bA	26,3 aA	<b>25,5</b>
Ervilhaca comum	7,1 aC	5,7 aB	<b>6,4</b>	6,2 bC	8,0 aB	<b>7,1</b>
Ervilhaca peluda	9,4 aB	5,6 bB	<b>7,5</b>	5,4 aC	4,5 aC	<b>4,9</b>
Ervilha forrageira	6,5 aC	4,3 bB	<b>5,4</b>	8,5 aB	5,4 bC	<b>7,0</b>
Aveia branca	1,2 aD	1,1 aC	<b>1,2</b>	0,9 aD	0,7 aD	<b>0,8</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>10,8</b>	<b>9,8</b>		<b>9,2</b>	<b>9,0</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados das quantidades de N provenientes das fontes de N, nas diferentes partes de videiras cv. Niagara Rosada apresentaram interação entre os fatores, exceto para as raízes (Tabelas 13 e 14). Estes resultados foram similares àqueles verificados para a porcentagem de nitrogênio provenientes das fontes de N (Tabelas 11 e 12), em que as maiores quantidades foram verificadas para o tratamento com adubação mineral, as menores quantidades para a cobertura com aveia branca e, as espécies leguminosas com valores intermediários. Em relação à influência do porta-enxerto, esta foi bastante variável entre os tratamentos e, portanto, inconclusivo. As raízes se mostraram como o maior reservatório de N proveniente do adubo mineral.

**Tabela 13.** Quantidade de nitrogênio proveniente das fontes de N ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), nas raízes e no lenho do porta-enxerto em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Raízes			Lenho do porta-enxerto		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N mineral	68,7	77,1	<b>72,9 a</b>	25,5 aA	16,0 bA	<b>20,7</b>
Ervilhaca comum	8,9	9,7	<b>9,3 b</b>	3,4 aB	3,8 aB	<b>3,6</b>
Ervilhaca peluda	10,4	11,7	<b>11,0 b</b>	2,6 aBC	3,0 aBC	<b>2,8</b>
Ervilha forrageira	7,0	12,1	<b>9,5 b</b>	2,5 bBC	5,1 aB	<b>3,8</b>
Aveia branca	1,8	2,9	<b>2,4 c</b>	0,5 aC	1,1 aC	<b>0,8</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>19,4 b</b>	<b>22,7 a</b>		<b>6,9</b>	<b>5,8</b>	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As letras minúsculas na linha e as maiúsculas na coluna.

**Tabela 14.** Quantidade de nitrogênio ( $\text{mg planta}^{-1}$ ), proveniente das fontes de N, nas folhas e no lenho do enxerto em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Lenho do enxerto			Folhas		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N mineral	4,1 bA	4,6 aA	4,4	17,0 bA	20,9 aA	19,0
Ervilhaca comum	1,0 aC	0,8 aB	0,9	2,5 bC	5,9 aB	4,2
Ervilhaca peluda	1,5 aB	0,7 bB	1,1	1,8 aCD	2,9 aC	2,4
Ervilha forrageira	0,8 aC	0,6 aB	0,7	6,2 aB	4,4 bBC	5,3
Aveia branca	0,2 aD	0,1 aC	0,1	0,6 aD	0,3 aD	0,4
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>		<b>5,6</b>	<b>6,9</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as quantidades de N provenientes das fontes de N, considerando a planta toda (Tabela 15), não houve interação, mas efeito dos fatores isolados. Seguindo a mesma tendência das demais avaliações, independente do porta-enxerto, o tratamento com adubação mineral proporcionou as maiores quantidades de nitrogênio, as leguminosas obtiveram valores intermediários e a menor quantidade foi verificado para a cobertura com aveia branca. Em relação aos porta-enxertos, o IAC-572 ‘Jales’, superou o IAC-766 ‘Campinas’, possivelmente por apresentar maior vigor vegetativo e maior exploração das raízes no solo, embora o N proveniente das fontes de N tenha representado menor proporção em relação ao total de N absorvido.

**Tabela 15.** Quantidade de nitrogênio proveniente das fontes de N ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Porta-enxertos	Fontes de N					Média
	N mineral	Ervilhaca comum	Ervilhaca peluda	Ervilha forrageira	Aveia branca	
IAC-766	115,4	15,7	16,3	16,6	3,1	<b>33,4 b</b>
IAC-572	118,5	20,1	18,3	22,1	4,4	<b>36,7 a</b>
<b>Média</b>	<b>116,9 a</b>	<b>17,9 b</b>	<b>17,3 b</b>	<b>19,3 b</b>	<b>3,7 c</b>	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A maior quantidade de N na planta da videira proveniente das fontes de N foi encontrada no tratamento com N mineral, mostrando que a absorção ocorre mais rapidamente

quando se trabalha com fertilização química do que com adubação verde. Por se tratar de material vegetal, as plantas de cobertura precisam passar pelo processo de mineralização da matéria orgânica para poder liberar os nutrientes para o solo, e estes serem absorvidos pela videira. Esse processo ocorre de forma lenta e gradativa no solo e depende das condições ambientais.

Em relação aos resultados de porcentagem de aproveitamento de N provenientes das fontes de N, houve interação para todas as partes da planta (Tabela 16 e 17). A maior porcentagem de aproveitamento de N foi verificada nas raízes, e neste caso o tratamento com adubação mineral proporcionou maior aproveitamento. As leguminosas obtiveram valores intermediários superando a aveia branca.

**Tabela 16.** Aproveitamento do nitrogênio (%) proveniente das fontes de N pelas raízes e pelo lenho do porta-enxerto em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Raízes			Lenho do porta-enxerto		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N mineral	22,9 bA	25,7 aA	<b>24,3</b>	8,5 aA	5,3 bB	<b>6,9</b>
Ervilhaca comum	11,4 aB	12,5 aC	<b>12,0</b>	4,3 aB	4,9 aB	<b>4,6</b>
Ervilhaca peluda	11,5 aB	12,8 aC	<b>12,1</b>	2,8 aC	3,3 aC	<b>3,1</b>
Ervilha forrageira	11,2 bB	19,2 aB	<b>15,2</b>	4,1 bB	8,1 aA	<b>6,1</b>
Aveia branca	2,6 aC	4,1 aD	<b>3,3</b>	0,7 bD	1,5 aD	<b>1,1</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>11,9</b>	<b>14,7</b>		<b>4,1</b>	<b>4,6</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e a maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 17.** Aproveitamento do nitrogênio (%) proveniente das fontes de N pelas folhas e pelo lenho do enxerto em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Fontes de N	Lenho do enxerto			Folha		
	IAC-766	IAC-572	Média	IAC-766	IAC-572	Média
N mineral	1,4 aB	1,5 aA	<b>1,5</b>	5,7 bB	7,0 aA	<b>6,3</b>
Ervilhaca comum	1,3 aB	1,0 bB	<b>1,1</b>	3,2 bC	7,6 aA	<b>5,4</b>
Ervilhaca peluda	1,6 aA	0,7 bB	<b>1,2</b>	1,9 bCD	3,2 aB	<b>2,6</b>
Ervilha forrageira	1,3 aB	0,9 bB	<b>1,1</b>	9,9 aA	7,0 bA	<b>8,4</b>
Aveia branca	0,2 aC	0,2 aC	<b>0,2</b>	0,8 aD	0,4 aC	<b>0,6</b>
<b>Média porta-enxerto</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>		<b>4,3</b>	<b>5,0</b>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à porcentagem do aproveitamento de N pelo lenho (porta-enxerto e enxerto) e pelas folhas da videira, os resultados não foram semelhantes ao verificado para as raízes para ambos os porta-enxertos. O porta-enxerto IAC-572 'Jales' teve maior aproveitamento no lenho do porta-enxerto com o tratamento ervilha forrageira (8,1%), e o porta-enxerto IAC-766 'Campinas' teve maior aproveitamento no lenho do enxerto e nas folhas com os tratamentos ervilhaca peluda (1,6%) e ervilha forrageira (9,9%), respectivamente. Nestas partes, a aveia branca resultou a menor porcentagem de aproveitamento de N mineral.

Esta resposta superior obtida em alguns casos para a cobertura com ervilha forrageira provavelmente pode estar relacionada ao seu maior teor de matéria seca, à sua capacidade de fixação biológica, além de apresentar relação C/N inferior a 25:1, o que pode ter favorecido a mineralização do N quando adicionado ao solo, levando a maior disponibilidade de N para as videiras.

A gramínea aveia branca apresentou alta relação C/N favorecendo o processo de imobilização, porém, o processo de mineralização ocorrido nos resíduos das plantas de leguminosas (ervilha forrageira, ervilhaca peluda e ervilhaca comum) conseguiu disponibilizar maior quantidade de N para as diferentes partes da videira. Corroborando com esta afirmação, Contreras-Espinal (2008), em experimento com milho e crotalária, também observou que a leguminosa favoreceu o aproveitamento de N em porcentagem superior ao da gramínea, tanto na palha como nos grãos da cultura do arroz.

Para a porcentagem de aproveitamento de N proveniente das fontes de N considerando a planta inteira da videira, verificou-se que não houve interação entre os fatores. Independente do porta-enxerto o tratamento com adubação mineral proporcionou maior porcentagem de aproveitamento de N, as leguminosas obtiveram valores intermediários e a aveia branca o menor aproveitamento. Os coeficientes indicaram uma recuperação máxima de 39,5% do N aplicado no tratamento com N mineral, e entre os tratamentos com plantas de cobertura o melhor resultado foi verificado para a ervilhaca forrageira (35,2%), seguido pela ervilhaca comum (25,9%) e pela ervilhaca peluda (20,1%) (Tabela 18).

Estas diferenças de aproveitamento entre as espécies de leguminosas podem estar relacionado a fatores intrínsecos dos resíduos vegetais como teor de lignina e sua relação com o N, favorecendo uma maior ou menor mineralização pelos microorganismos e disponibilização do N para as videiras. Na tabela 3, verificam-se diferenças de relação C/N entre as espécies de leguminosas, com 16:1 para ervilha forrageira, 18:1 para ervilhaca comum e 16:1 para ervilhaca peluda.

Estes resultados foram contrastantes com aqueles obtidos por Weber et al. (2005), em experimento com ervilhaca peluda, em que observaram que a fixação de N pela planta ficou na faixa de 66 a 67%, com um teor de 4% de N, sendo a liberação do nutriente muito rápida no início da decomposição dos resíduos, devido principalmente à sua baixa relação C/N e a alta concentração de N no tecido vegetal.

**Tabela 18.** Aproveitamento do nitrogênio (%) proveniente das fontes de N em videiras cv. Niagara Rosada, em função de diferentes fontes de N e do porta-enxerto (Guarapuava-PR, 2011).

Porta-enxertos	Fontes de N					Média
	N mineral	Ervilhaca comum	Ervilhaca peluda	Ervilha forrageira	Aveia branca	
IAC-766	38,5	20,2	17,9	26,5	4,3	<b>21,5 b</b>
IAC-572	39,5	25,9	20,1	35,2	6,1	<b>25,4 a</b>
<b>Média</b>	<b>39,0 a</b>	<b>23,1 c</b>	<b>19,0 d</b>	<b>30,8 b</b>	<b>5,2 e</b>	

As médias seguidas pela mesma letra diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação a outras pesquisas sobre aproveitamento de N, os resultados são bastante variados. Syvertsen & Smith (1996) determinaram a eficiência de absorção de N aplicado ao solo que variou de 61 a 68%, dependendo do porta-enxerto de citros e da dose do fertilizante mineral utilizado, em um experimento com duração de 2,5 anos.

Brunetto (2008), trabalhando na Università di Bologna, em Bologna, Itália com videira cultivar Chardonnay, aplicou sobre a superfície do solo em torno das videiras 30,11 g de matéria seca de azevém perene e de trevo branco em uma área de 0,96 m<sup>2</sup>, o equivalente a 313 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de cada espécie e obteve um aproveitamento de N correspondente a 5,78 e 3,42%, respectivamente. Conforme o autor, essa porcentagem de aproveitamento pela videira pode ser maior devido esses adubos verdes produzirem maiores quantidades de matéria seca nessa região, e que neste estudo só foi avaliado as folhas, desprezando o caule e as raízes e, também o N dos resíduos liberados durante a decomposição que pode ter sido percolado no solo.

Outra observação é que o N presente nas partes perenes da videira, após a brotação tendem a diminuir devido à redistribuição para os tecidos em crescimento, o que é muito comum em plantas frutíferas, como relatado por Brunetto (2004) e Brunetto et al. (2005).

Em relação ao efeito do porta-enxerto sobre o aproveitamento de N, independente da fonte de N, o IAC-572 'Jales' foi superior ao IAC-766 'Campinas', o que está diretamente

relacionado ao maior vigor vegetativo do IAC-572 'Jales', que possibilitou melhor exploração do solo pelas raízes e, conseqüentemente, maior aproveitamento do N.

Os resultados obtidos neste experimento comprovaram que as plantas de cobertura, ao serem mineralizadas, podem levar à redução do uso de adubo mineral visando o suprimento de N exigido pela cultura da videira, bem como, melhorar as condições químicas do solo (Almeida, 2007). Segundo Calegari (2010a), a produção de MS da aveia branca pode chegar a média de  $3,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , a ervilha forrageira a  $4,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , ervilhaca comum a  $3,75 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e ervilhaca peluda a  $4,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Com base nos resultados obtidos no primeiro experimento, essas quantidades de MS dessas espécies poderiam aportar ao solo 32,6; 87,4; 97,0 e;  $137,3 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, respectivamente.

Adicionalmente, é possível verificar pelos resultados de aproveitamento, que a maior parte do N dos adubos verdes, possivelmente permaneceu no solo na forma orgânica. Segundo Amado et al. (2002), menos de 50% do N incorporado no solo na forma orgânica é transformado em N inorgânico pela mineralização e a outra parte é encontrada em associação à massa microbiana do solo, podendo ser disponibilizado em médio prazo.

## 6. CONCLUSÕES

### 6.1. Conclusões do primeiro experimento

- 1- A aveia branca foi o adubo verde que produziu maior quantidade de matéria seca.
- 2- Os adubos verdes que apresentaram baixa relação C/N foram ervilha forrageira, ervilhaca peluda e ervilhaca comum. E com alta relação C/N foi triticales, azevém, nabo forrageiro, aveia branca e tremoço branco.
- 3- Os adubos verdes que mais acumularam N foram ervilhaca peluda (255,10 mg vaso<sup>-1</sup>), ervilhaca comum (183,40 mg vaso<sup>-1</sup>), ervilha forrageira (153,70 mg vaso<sup>-1</sup>) e aveia branca (109,30 mg vaso<sup>-1</sup>).
- 4- Os adubos verdes que melhor aproveitaram o N mineral aplicado foram da família das gramíneas (triticales 72,5% e aveia branca 66,1%).

### 6.2. Conclusões do segundo experimento

- 1- As diferentes fontes de N contribuíram de forma significativa para alterar o peso de matéria seca das raízes e do porta-enxerto e o teor de N acumulado nas plantas.
- 2- A eficiência de absorção e acúmulo de N pela videira variou de acordo com a fonte de N utilizada, bem como, com o tipo de porta-enxerto. O N mineral foi superior, seguido pelas leguminosas, com valores intermediários e por último a aveia branca. O porta-enxerto IAC-572 'Jales' foi mais eficiente do que o IAC-766 'Campinas'.
- 3- As espécies de leguminosas apresentaram diferenças em relação ao aproveitamento de N pela videira cv. Niagara Rosada, sendo que a ervilha forrageira chegou a aproveitar até 35,2%, ervilhaca comum 25,9% e ervilhaca peluda 20,1%.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R.. **Consortiação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I - dinâmica do nitrogênio no solo.** R. Bras. Ci. Solo, 28:739-749, 2004.
- ALMEIDA, M. M. T. B. **Fertilizantes de leguminosas: Tecnologia inovadora de adubação verde para provisão de nitrogênio em sistemas orgânicos de produção.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ. 2007.
- AMADO, T.J.C.; MILNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.
- AMBROSANO, E.J.; MURAOKA, T.; TRIVELIN, P.C.O. **Técnica para marcação dos adubos verdes crotalária júncea e mucuna-preta com <sup>15</sup>N para estudos da dinâmica do nitrogênio.** Bragantia, Campinas, v.56, p.219-224, 1997.
- AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MURAOKA, T.; BENDASSOLLI, J.A.; AMBROSANO, G.M.B.; TAMISO, L.G.; VIEIRA, F. de C.; PRADA NETO, I. **Nitrogen-15 labeling of *Crotalaria juncea* Green manure.** Scientia Agricola, v.60, p.181-184, 2003.
- BALSAN, R. **Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira.** Campo-Território: revista de geografia agrária, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.
- BARRADAS, C. A. A.; FREIRE, L. R.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H. **Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 12, p. 1461-1468, dez. 2001.
- BARTH, C. V.; CARVALHO, R. I. N.; SIMÕES, F. **Expressão da fertilidade de gemas da videira em função de diferentes épocas de poda e doses de nitrogênio.** Scientia Agrária, v.7, n. 1-2, p.67-73, 2006.
- BEUTLER, A. N.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R.; LOVATO, T. **Fornecimento de nitrogênio por plantas de cobertura de inverno e de verão para o milho em sistema de plantio direto.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 27, nº 4, p. 555-560, 1997.
- BIELLO, D. **Fertilizer Runoff Overwhelms Streams and Rivers – Creating Vast “Dead Zones”.** “Scientific American”. March 14, 2008.
- BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. **Uso de isótopos como traçadores em fertilidade do solo e nutrição de plantas.** FERTBIO, 2004. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. Lages, SC. p. 1-75.
- BRUNETTO, G. **Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado em plantas de videira.** Dissertação (Mestrado em ciência do solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS. 74 f. 2004.

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; GATIBONI, L. C.; URQUIAGA, S. **Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado via foliar em videiras jovens.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 110-114, Abril 2005.

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

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W.; BRUNNING, F.; MALLMANN, F. J. K. **Destino do nitrogênio em videiras ‘Chardonnay’ e ‘Riesling Renano’ quando aplicado no inchamento das gemas.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 28, n. 3, p. 497-500, Dezembro 2006.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; LOURENZI, C. R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. **Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: produtividade e características químicas do mosto da uva.** Cienc. Rural vol.37, n.2 Santa Maria Mar./Abr. 2007.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W.; VENTURA, M.; SCUDELLARI, F.; TAGLIAVINI, M. **Recuperação e acumulação na videira do nitrogênio derivado da decomposição de resíduos de plantas de cobertura.** 15 a 19 de setembro, Londrina – Pr. FertBio 2008.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; GATIBONI, L. C. **Produção e composição química da uva de videiras Cabernet Sauvignon submetidas à adubação nitrogenada.** Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.7, p 2035 a 2041, out, 2009.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná.** Londrina: IAPAR, 1995. 118p. (IAPAR. Circular, 80).

CALEGARI, A. **Alternativas de manejo de cobertura do solo em pomares.** FENAFRUT, São Joaquim, SC. 22 a 24 de junho de 2010.

CALEGARI, A. **Plantas alternativas como cobertura e rotação de culturas.** ENPDP, Foz do Iguaçu, PR. 23 a 25 de junho de 2010a.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado: adubação verde.** EMBRAPA, Planaltina-DF, 2006.

CARVALHO, I. Q.; SILVA, M. J. S.; PISSAIA, A.; PAULETTI, V.; POSSAMAI, J. C. **Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto.** Scientia Agraria, v.8, n.2, p.179-184, 2007.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000. CD.

CHAVES, J.C.D.; GORRETA, R.U.; DEMONER, C.A.; CASANOVA JÚNIOR, G.; FANTIN, D. **O amendoim cavalo (*Arachis hypogoea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira.** Londrina: IAPAR, 1997. (IAPAR. Boletim Técnico, 55).

CHAVES, J.C.D. **Efeito da adubação mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro**. I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. EMBRAPA Café e MINASPLAN, Poços de Caldas, Resumos, p. 1389-1392, v.2, 2000.

CONTRERAS ESPINAL, F. S. **Adubação nitrogenada com uréia e adubos verdes na cultura do arroz e efeito residual no feijoeiro**. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba, 2008. 96p.

DAROLT, M. R. **O papel do consumidor no mercado de produtos orgânicos**. Agroecologia hoje, ano II, n. 7, p. 8-9, 2001.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina, IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR. Circular, 73).

DONEDA, A. **Plantas de cobertura de solo consorciadas e em cultivo solteiro: Decomposição e fornecimento de nitrogênio ao milho**. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2010.

EMATER –PARANÁ (OLEYNIK, J.; BRAGAGNOLO, N.; BUBLITZ, U.; SILVA, J. C. C.). **Análise de solo, tabelas para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados**. 3ª edição, Curitiba-Pr. 64 p.2004.

EMBRAPA. **Sistema de Produção, nº 10**. Dez/2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/cultivares.htm>. Acesso em 10 de dezembro de 2011.

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S.. **Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco**. R. Bras. Ci. Solo, 28:641-648, 2004.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F.. **Atributos químicos de um argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação**. R. Bras. Ci. Solo, 31:299-307, 2007.

FIORIN, J. E. **Plantas recuperadoras da fertilidade do solo**. In: **Curso sobre Fertilidade do solo em Plantio Direto**. Cruz Alta, RS. Resumos. Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte, p. 39-55, 1999.

GAZOLLA NETO, A.; GIACOBBO, C. L.; PAZZIN, D.; FACHINELLO, J. C. **Efeito da adubação na qualidade e produtividade de pêssegos cultivar maciel em Pelotas/RS**. Disponível em: [http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/CA\\_00092.rtf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/CA_00092.rtf). Acesso em: 06 de abril de 2010.

GIACOMINI, S. J; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. **Consortiação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II - nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos**. R. Bras. Ci. Solo. 28:751-762, 2004.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. **Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro**. Rev. Cienc. Agron., v. 42, n. 3, p. 611-618, jul-set, 2011.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Ed. Renascença, 1999. 364p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2000. 357 p.

GONÇALVES, C. N.; BASSO, C.; CERETTA, C. A.; AITA, C. **Utilização de espécies de cobertura de inverno sobre a disponibilidade de nitrogênio e rendimento do milho no sistema de plantio direto**. XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo. Águas de Lindóia, SP. 1996.

GOUVEIA, R. F.; ALMEIDA, D. L. **Avaliação das características agronômicas de sete adubos verdes de inverno no município de Paty do Alferes (RJ)**. EMBRAPA – Comunicado Técnico n.20 p.1/7. Dez. 1997.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006a.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Agricultura Familiar, Primeiros Resultados, Brasil Grandes Regiões e Unidades da Federação. Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006b.

LANGE, A.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; TRIVELIN, P. C. O. **Aproveitamento pelo trigo do nitrogênio residual da crotalária (*Crotalaria juncea*) e da uréia aplicado ao solo em cultivo precedente**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.6, p.1715-1720, set, 2009.

LEÃO, P. C. DE S. **Uva de mesa produção – Aspectos técnicos**. Embrapa Semi-Árido (Petrolina, PE). Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2001. 128p.

LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E.; PRIMO-YUFERA, E.; GIL, C.; RUBIO, J.L. **Nitrogen fertilization in citrus. I Absortion and distribution of nitrogen in calamondin trees (*Citrus mitis* Bi) during flowering, fruit set and initial fruit developments periods**. Plant and Soil, Dordrecht, v.66, p.339-351, 1982.

LORENSINI F. **Adubação nitrogenada em videira: Perdas e mineralização do nitrogênio**. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2011.

KHATOUNIAN, C. A.. **A reconstrução ecológica da agricultura**. 1. ed. Botucatu/Londrina: Agroecológica/IAPAR, 2001. v. 1. 348 p.

KIEHL, E. J. **“Novo” fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, SP. 2010. Editora Degaspari, 248p.

MAXIMO, E.; BENDASSOLLI, J. A.; TRIVELIN, P. C. O.; ROSSETE, A. L. R. M.; OLIVEIRA, C. R.; PRESTES, C. V. **Produção de sulfato de amônio duplamente marcado com os isótopos estáveis <sup>15</sup>N e <sup>34</sup>S**. Quim. Nova, v. 28, nº. 2, p 211-216, 2005.

MELLO, L. M. R.. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2009**. Disponível em: <http://www.folharural.net/blog/2010/03/01/vitivinicultura-brasileira-panorama-2009>. Acesso em: 05 de abril de 2010.

MELO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2010**. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2010.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2011.

MURAOKA, T.; AMBROSANO, E.J.; ZAPATA, F.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; TRIVELIN, P.C.O.; BOARETTO, A.E.; SCIVITTARO, W.B. **Eficiencia de abonos verdes (crotalaria y mucuna) y urea, aplicados solos o juntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz**. Terra, v.20, p.17-23, 2002.

MUZILLI, O.; LUGÃO, S. M. B.; FIDALSKI, J.; SOARES JR, D.; RIBEIRO, M. F. S.; FAGUNDES, A. C. **Adubação verde para melhoria dos solos ocupados com lavouras cafeiras na região do arenito Caiuá**. Londrina, IAPAR, 1992. (Informe da pesquisa, 101).

NAIME, R. **Impactos ambientais gerais do agronegócio**. 08/09/2010. Disponível em <http://mercadoetico.terra.com.br/arquivo/impactos-ambientais-gerais-do-agronegocio>. Acesso em: 18 de setembro de 2011.

NATALE, W.; MARCHAL, J. **Absorção e redistribuição de nitrogênio (<sup>15</sup>N) em *Citrus mitis* Bl**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 183-188, abril 2002.

PAULINO, G. M; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. A. **Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira**. Pesq. agropec. bras. vol.44 n.12, Brasília dez. 2009.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M. de F.; ZEMPULSKI, H. da C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992, 40p. (IAPAR Circular, 76).

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas com base nos resultados de pesquisa**. Londrina: IAPAR, 1998, 36p. (IAPAR Circular, 98).

PEREIRA, A. L.; BENEDITO, E. **Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas**. Revista biociências, Taubaté, v.13, n.1-2, p.16-27, jan/jun. 2007.

PIRAI SEMENTES, **Folder**, acessado em: [http://www.pirai.com.br/adm/FSONline/FCKeditor/UserFiles/image/folder\\_pirai.jpg](http://www.pirai.com.br/adm/FSONline/FCKeditor/UserFiles/image/folder_pirai.jpg), acessado em 12 de abril de 2010.

POMMER, C.V.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P. **Cultivares, melhoramento e fisiologia**. In: **Uva: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2003. p. 109-294.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; GODOY, R. **Extração de nutrientes e eficiência nutricional de cultivares de aveia, em relação ao nitrogênio e a intensidades de corte**. Scientia Agrícola, vol.56 n.3 Piracicaba. Julho, 1999.

PROTAS, J. F. DA S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. R. **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas.** Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitivinicultura>. Acesso em: 18 de setembro de 2011.

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo.** Instituto da Potassa e Fosfato. Piracicaba, 1981. 142p.

RAIJ, B. V.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REICHARDT, K.; SILVA, A. L.; FENILLI, T. A. B.; TIMM, L. C.; BRUNO, I. P.; VOLPE, C. A. **Relação entre a adubação nitrogenada e as condições hídricas do solo para um cafezal de Piracicaba, SP.** Coffee Science, Lavras, v. 4, n. 1, p. 41-55, jan./jun. 2009.

RIBEIRO, A. B.; MARTINS, J. C. B.; SILVA, P. S. **Desenvolvimento regional e impactos sócio-ambientais do agronegócio brasileiro: mitos e perspectivas.** Disponível em: <http://www.ficms.com.br/web/revista/index.php>. Acesso em: 18 de setembro de 2011.

ROCHER, J. **Uva prepara nova expansão no Paraná.** Jornal Gazeta do Povo, Paraná. Publicado em 14 de janeiro de 2010. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=20781>. Acesso em: 12 de maio 2010.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. **Adubação nitrogenada na aveia preta. I – Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto.** R. Bras. Ci. Solo, 27:1075-1083, 2003.

SEYR, L. **Manejo do solo e ensacamento do cacho em pomar de bananeira ‘Nanicão’.** Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, PR. 2011.

SILVA, D. J.; LEÃO, P. C. DE S.; SILVA, E. E. G. **Adubação nitrogenada em uvas sem sementes no Vale do São Francisco: 4º ciclo de produção.** In. VI Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas, 2004, Petrolina-Pe. Disponível em: [http://www.cpatas.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB837.pdf](http://www.cpatas.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB837.pdf). Acesso em: 25 de abril de 2010.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. C.; TRIVELIN, P. C. O. **Aproveitamento do nitrogênio (<sup>15</sup>N) da crotalária e do milho pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n° 3, p. 739-746, 2006.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; ESPINAL, F. S. C.; TRIVELIN, P. C. O.; BUZETTI, S. **Utilização do nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.2853-2861, 2008.

SILVA, F. DE A. S. **ASSISTAT Versão 7.6 beta.** DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande-PB. 2011. Disponível em: <http://www.assistat.com>. Acesso em 10 de agosto de 2011.

SILVESTRE, C. H. C.; CUNHA, D. C. N.; PEREIRA, F. P. M. M.; LIMA, F. R. M.; GONÇALVES, G. C.; MENDES, R. F. P. **A energia nuclear e seus usos na sociedade.** 2007. Disponível em: [http://www.fis.unb.br/pet-fisica/artigos/Energia\\_nuclear\\_e\\_seus\\_usos\\_na\\_sociedade.htm](http://www.fis.unb.br/pet-fisica/artigos/Energia_nuclear_e_seus_usos_na_sociedade.htm). Acesso em: 24 de setembro de 2011.

SYVERTSEN, J. P.; SMITH, M. L. **Nitrogen uptake efficiency and leaching losses from lysimeter-grown *Citrus* trees fertilized at three nitrogen rates.** Journal American of the Horticultural Science, Alexandria, v.121, p.57-62, 1996.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FAVERO, C. **Produção de Fitomassa e Acúmulo de Nutrientes em Leguminosas Arbustivas, no Município de Turmalina-MG.** Rev. Bras. de Agroecologia/nov. 2009. Vol. 4 N°. 2.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. **Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado.** R. Bras. Ci. Solo, 32:1609-1618, 2008.

TRIVELIN, P. C. O. **Técnica da diluição do isótopo  $^{15}\text{N}$  em estudos das transformações do nitrogênio no solo: taxas de mineralização, nitrificação e imobilização brutas - CENA/USP Piracicaba,** agosto de 2002.

TRIVELIN, P. C. O. **Isótopos Estáveis. Espectrometria de Massas para Determinação de Razão Isotópica de Elementos de Baixo Número Atômico (IRMS). A Técnica de Traçador e a Diluição Isotópica.** In. CENA-USP, Piracicaba, 2005. Disponível em: [http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras\\_Cena/Trivelin/DiluicaoIsotopica.doc](http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_Cena/Trivelin/DiluicaoIsotopica.doc). Acesso em: 23 de junho 2010.

WAN HO, M. **Scientists Find Organic Agriculture Can Feed the World & More.** Institute of Science in Society. 06/09/2007. Disponível em <http://www.i-sis.org.uk/organicagriculturefeedtheworld.php>. Acesso em 08/12/2011.

WEBER, M. A., VINTHER, M., NEERGAARD, A., AMADO, T. J. C., LOVATO, T., ACOSTA, J. A. A., ROSSATO, O. B. **Capacidade de fixação simbiótica e liberação de nitrogênio pela ervilhaca (*Vicia villosa*) medido através de marcação isotópica com  $^{15}\text{N}$ .** XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife, PE. 2005.

WILLER, H. **Organic Agriculture Worldwide: The main results of the FiBL-IFOAM Survey 2010.** Disponível em: <http://www.ifoam.org>. Acessado em 10/05/2010.

WILLER, H.; KILCHER, L. **The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011.** IFOAM, Bonn, & FiBL, Frick. 2011.

WUTKE, E. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; AMBROSANO, G. M. B. **Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes.** Bragantia vol. 57 n. 2, Campinas 1998.

WUTKE, E. B.; CARVALHO, C. R. L.; COSTA, F.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; SECCO, I. L.; RIBEIRO, I. J. A. **Qualidade de frutos de videira 'Niagara Rosada' em cultivo intercalar com gramínea e leguminosas.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 92-96, Abril 2004.

## 8 – ANEXOS

**Foto 1** - Plantio das cultivares de adubos verdes



**Foto 2** - Parcelas cultivadas com nabo forrageiro, tremço branco e aveia branca.



**Foto 3** - Plantio da cultivar Niagara Rosada sobre os 2 porta-enxertos, antes da casualização das parcelas.



**Foto 4 - Videiras após aplicação dos adubos verdes**



**Foto 5 - Videiras em pleno desenvolvimento vegetativo**

