

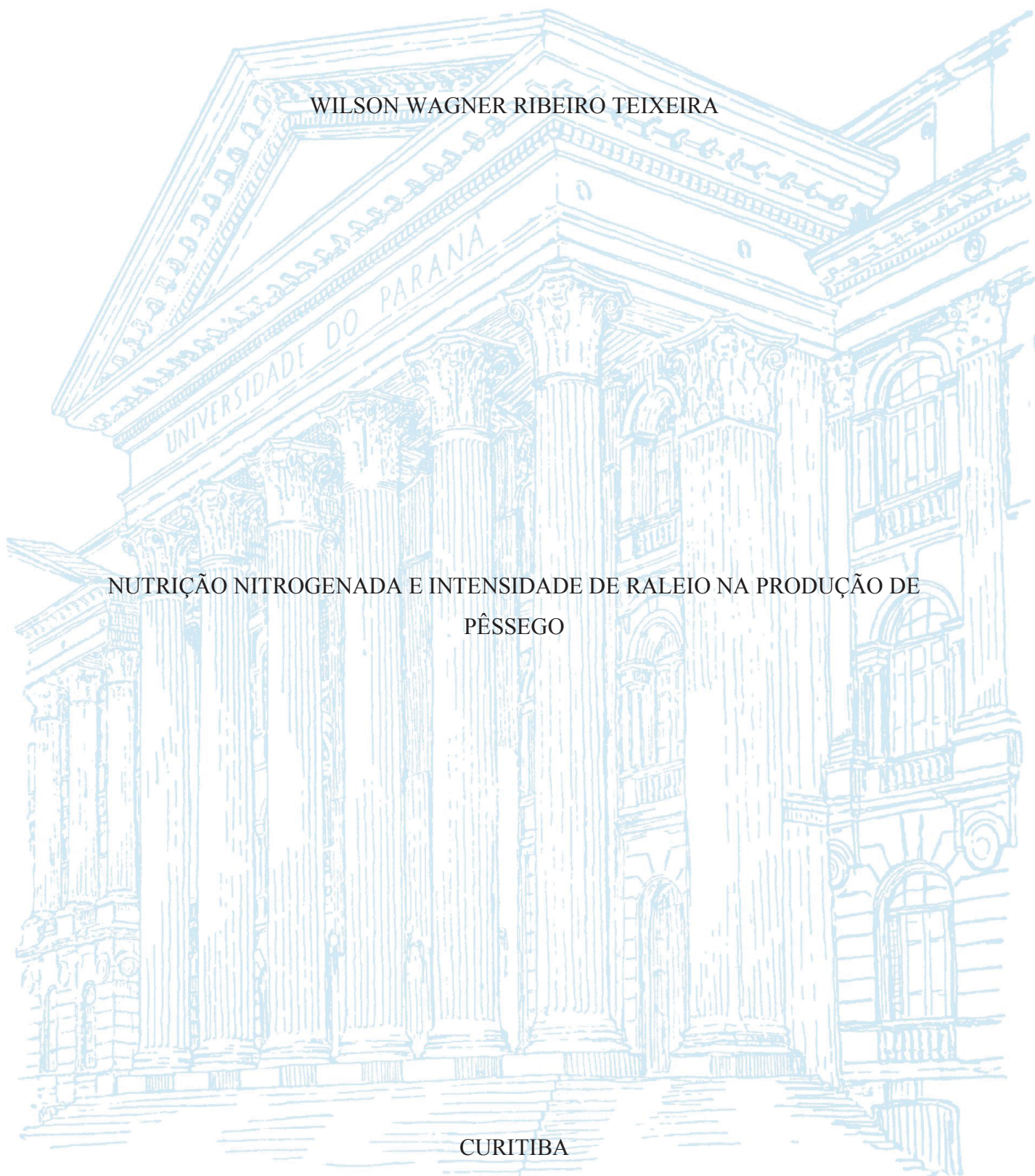
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WILSON WAGNER RIBEIRO TEIXEIRA

NUTRIÇÃO NITROGENADA E INTENSIDADE DE RALEIO NA PRODUÇÃO DE
PÊSSEGO

CURITIBA

2013



WILSON WAGNER RIBEIRO TEIXEIRA

NUTRIÇÃO NITROGENADA E INTENSIDADE DE RALEIO NA PRODUÇÃO DE
PÊSSEGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Propriedades e processos biogeoquímicos nos ecossistemas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes
Co-orientador: Prof. Dr. Ruy Inácio Neiva de Carvalho
Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Vargas Motta

CURITIBA

2013

T266n

Teixeira, Wilson Wagner Ribeiro

Nutrição nitrogenada e intensidade de raleio na produção de pêssego / Wilson Wagner Ribeiro Teixeira. - Curitiba, 2013.
57 p.: il.,

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo.

Orientador: Milton Ferreira De Moraes

Coorientador: Ruy Inácio Neiva De Carvalho

Coorientador: Antônio Carlos Vargas Morra

1. Pêssego - cultivo. 2. Pêssego - desbaste. 3. Nitrogênio na agricultura. 4. Adubação. I. Moraes, Milton Ferreira De (Orientador). II. Carvalho, Ruy Inácio Neiva De (Coorientador). III. Morra, Antônio Carlos Vargas (Coorientador). IV. Título. V. Universidade Federal do Paraná.

CDU 631.811



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA DO SOLO

P A R E C E R

A Banca Examinadora designada para avaliar a defesa da Dissertação de Mestrado de **WILSON WAGNER RIBEIRO TEIXEIRA**, intitulada “**Nutrição nitrogenada e intensidade de raleio na produção de pêssego**”, do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após análise do texto e arguição do candidato, emitem parecer pela “**APROVAÇÃO**” da referida Dissertação. O candidato atende assim um dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração Solo e Ambiente**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 28 de fevereiro de 2013.

Prof. Dr. Milton Ferreira de Moraes, Presidente

Prof^a. Dr^a. Cyntia Maria Wachowics, I^o. Examinadora

Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta, II^o. Examinador

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Jorge de Paulo Teixeira e Lucia Maria Ribeiro, ao meu padrasto Francisco, minha irmã, Andreia e minha namorada Leticia Rocha Ribeiro pelo incentivo na minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por mais este motivo de felicidade.

Ao meu orientador, Professor Milton Ferreira de Moraes, pela amizade, orientação, ensinamentos, confiança, paciência e fundamental colaboração para o término desta dissertação.

Ao Professor Antônio Carlos Vargas Motta pela orientação, dedicação, compreensão, confiança, amizade e pelos ensinamentos para a minha formação científica, profissional e pessoal.

Ao Professor Dr. Ruy Inacio Neiva de Carvalho, pela orientação e contribuição para a realização deste trabalho.

A Professora Dr^a. Cyntia Maria Wachowicz por seu acolhimento, por aceitar participar da banca.

Aos colegas da turma 2011, Rodrigo Ambrosio, Eduardo, Anderson, Daniel, Giovanni, Julierme, Rodrigo Weeis, cujas sugestões e críticas construtivas durante as aulas de Seminário foram essenciais para melhorar a dissertação.

Aos colegas da turma de 2012; Steve Jasson, Bruna Wurr e João Augusto.

A Thais Regina de Souza, pela imensa ajuda na análise da seiva.

Aos funcionários do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Gerson, Marla e Leticia, em especial ao Aldair e Roberto, pela gentileza e amizade.

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná PUC PR, por conceder a área para a instalação do experimento de campo na Unidade da Fazenda Experimental Galha Azul.

Aos Funcionários da PUC PR, em especial Maurício, Sandra e Zenildo.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar esta dissertação e à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para sua conclusão, Muito Obrigado.

O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.

Abraham Lincoln

RESUMO

No estado do Paraná, a baixa produtividade do pêssego [*Prunus persica* (L.) Batsch] é causada em parte pelas baixas doses de corretivos e fertilizantes, em especial o nitrogênio (N). O N é exigido em grande quantidade pela cultura, no entanto deve ser acompanhado de práticas de manejo como o raleio, que tem por objetivo retirar os frutos em excesso e conseqüentemente aumentar a dimensão do fruto. Além disso, os parâmetros utilizados para recomendação de adubação com N são poucos, sendo necessárias formas de diagnose mais eficientes e/ou complementares. O presente trabalho teve por objetivo avaliar sete doses de N: sem adição e doses equivalentes (40, 80, 120, 160, 200 e 240 kg de N ha⁻¹), associadas a duas intensidades de raleio (150 e 200 frutos/planta) e suas relações com o rendimento, estado nutricional (teores foliares e análise de seiva), clorofila, atividade enzimática, circunferência do tronco e acidificação do solo, provocada pela aplicação de uréia durante 5 anos. A atividade das enzimas urease (UR), nitrato redutase (NR) e os teores de clorofila *a*, *b*, total foram avaliados nos estádios fenológicos da cultura. Os teores de N (folha e seiva) foram afetados pela adubação com N, ocorrendo acréscimos lineares em 2011 e 2012. Além disso, a adubação com N ocasionou a acidificação do solo na projeção da copa (PC) na camada 0-0,1 m, embora não significativa de forma a afetar o desenvolvimento da cultura. Em 2011 a produtividade sofreu efeito da interação dose de N vs raleio, ocorrendo maior produtividade na dose de 240 kg N ha⁻¹ na intensidade de raleio de 200 frutos/planta, que produziu 13,7 kg/planta (equivalente a 27,4 t ha⁻¹). Os teores de clorofila *a*, *b* e total, atividade da NR, circunferência do tronco e a produtividade em 2012 não sofreram influência dos tratamentos. Entretanto a atividade da UR apresentou efeito gradual das doses de N durante os estádios fenológicos analisados. O pessegueiro indicou apresentar capacidade de remobilizar N, porém a baixa atividade da NR demonstra a importância do parcelamento de N durante os estádios fenológicos. Os resultados demonstram a necessidade de estabelecer uma dose de N considerando as intensidades de raleio. A avaliação do estado nutricional da planta através da atividade da enzima urease e da análise de seiva se mostraram técnicas promissoras para a cultura do pessegueiro, podendo ser consideradas ferramentas auxiliares no manejo da adubação.

Palavras-chave: Nitrogênio. atividade enzimática. análise de seiva. Urease. diagnose foliar. tratos culturais. *Prunus persica*.

ABSTRACT

Low productivity of peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] in the Parana State has been caused in part by low doses of lime and fertilizers, particularly nitrogen (N). N is required in large amount by the peach, but if supplied in excess can promote excessive number of fruits, requiring intervention via management of thinning young fruit. In addition, the parameters used for recommendation of fertilization with N are scarce, being necessary forms more efficient for nutritional diagnosis and/or complementary. The present study aimed to evaluate seven doses of N: without and equivalent doses to 40, 80, 120, 160, 200 and, 240 kg of N ha⁻¹), associated with two intensities of thinning fruit (150 and 200 fruits per plant) and its relationships with yield, nutritional status (foliar levels and analysis of sap), chlorophyll content, enzyme activities, circumference of the trunk and soil acidification caused by urea application during 5 years. Activity of urease enzyme (UR), nitrate reductase (NR) and the content of chlorophyll *a*, *b*, were evaluated during the phenological stages of peach. N content (leaves and sap) were affected by fertilization with N, with linear increases occurring in 2011 and 2012. In addition, N fertilization caused soil acidification only in the tree projection on the layer 0-0,1 m of depth, although no-significant in order to affect the development of the crop. In 2011 there was effect of the interaction N doses vs thinning fruit on the productivity, with highest productivity at 240 kg N ha⁻¹ in thinning fruit of 200 fruits per plant, which produced 13.7 kg/plant (equivalent to 27.4 t ha⁻¹). In 2012 the contents of chlorophyll *a*, *b* and total activity of urease, trunk circumference and, fruit yield were not affected by the treatments. However, urease activity presented gradual increase with the doses of N during the phenological stages examined. Peach tree indicated to have ability for N translocation, however, the low nitrate reductase activities show the importance of split N doses during phenological stages. The results demonstrate the need for establishment a dose of N considering the intensities of thinning thinning fruit. The nutritional status of the plant through urease activity and analysis of sap proved to be promising techniques for the peach management and can be considered as auxiliary tool for fertilization management.

Key-words: Nitrogen. enzyme activity. analysis of sap. Urease. foliar diagnosis. Treatment. *Prunus persica*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Precipitação e temperatura média, máxima e mínima no período de realização do experimento (Janeiro de 2011 a Dezembro de 2012) no município Fazenda Rio Grande-Paraná.....	18
-		
FIGURA 2	Processo de filtragem e separação da seiva.....	20
-		
FIGURA 3	Curva padrão da enzima urease: 0; 6,25; 12,5; 25 e 50 mL da solução diluída de cloreto de amônio (NH ₄ Cl).....	22
-		
FIGURA 4	Curva padrão com 0; 5; 10; 15; 20 e 25 mL de padrão nitrito de sódio (NaNO ₂).....	23
-		
FIGURA 5	Maceração das folhas de pêssigo (A), Filtragem (B), Extrato de clorofila (C), - Leitura (D).....	23
-		
FIGURA 6	Teor foliar médio de N (●) encontrado nos anos de 2011 (A) e 2012 (B) para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio em pomar de pêssigo cultivar Chimarrita.....	28
-		
FIGURA 7	Relação entre concentração de N na seiva e teor de N foliar em pomar de pêssigo cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	33
-		
FIGURA 8	Plantas de pêssigo submetidos a doses de 0 kg N ha ⁻¹ (A) e 240 kg N ha ⁻¹ (B).....	39
-		
FIGURA 9	Produtividade do pessegueiro sob doses de nitrogênio e duas intensidades de raleio: (○) 200 frutos/planta e (●) 150 frutos/planta nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).....	41
-		
FIGURA 10	Número de Frutos por Planta (NFP) sob doses de nitrogênio e duas intensidades de raleio: (○) 200 frutos/planta e (●) 150 frutos/planta nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).....	42
-		
FIGURA 11	Peso Médio dos Frutos (PMF) sob doses de nitrogênio e duas intensidades de raleio: (○) 200 frutos/planta e (●) 150 frutos/planta nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).....	43
-		
FIGURA 12	Atividade da enzima urease em folhas de pêssigo em função dos estádios fenológico.....	44

FIGURA	Atividades das enzimas urease (■) e nitrato redutase (□) em folhas de pêsego	
13 -	em razão dos estádios fenológico.....	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Produção brasileira de pêssego por região nos anos de 2004 a 2011.....	14
TABELA 2	Análise química e física do solo em pomar de pêssego cultivar Chimarrita em 2011- Fazenda Rio Grande – Paraná.....	17
TABELA 3	Resumo do nível de significância para os fatores dose, raleio e fenologia e suas interações.....	26
TABELA 4	Teores de clorofila durante os estádios fenológicos do pessegueiro.....	27
TABELA 5	Teores foliares de macronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	28
TABELA 6	Teores foliares de macronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2012 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	29
TABELA 7	Teores foliares de micronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	30
TABELA 8	Teores foliares de micronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2012 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	31
TABELA 9	Teores de nutrientes na seiva para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio, em pomar de pêssego cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	32
TABELA 10	Teores de nutrientes na seiva para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio, em pomar de pêssego cultivar Chimarrita em 2012 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	33
TABELA 11	Correlações de Pearson entre os teores de nutrientes na folha e na seiva.....	34
TABELA 12	Teores máximos e mínimos de nutrientes encontrados na seiva do citros e do pêssego.....	35

TABELA 13 -	Análise de variância para características químicas do solo coletado num pomar de pêssego cultivar Chimarrita, sob doses de N aplicadas por 5 anos consecutivos.....	36
TABELA 14 -	Composição química e física do solo coletado em 2 locais e em 3 profundidades, em pomar de pêssego cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.....	38
TABELA 15 -	Circunferência do tronco de pessegueiro, sob doses de nitrogênio durante 5 anos consecutivos, Fazenda Rio Grande –PR.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UR	- uréase
NR	- nitrato redutase
ha.	- hectare
MF	- massa fresca
°C	- graus Celsius
Mg	- mega grama
G	- grama
mL	- mililitro
µl	- microlitro
Mm	- milímetro
h	- hora
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DERAL	Departamento de Economia Rural
SEAB	Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CO	- colheita
SE	- senescência
BR	- brotação
CR	- crescimento do fruto

LISTA DE SÍMBOLOS

R₁ - intensidade de raleio com 150 frutos/planta

R₂ - intensidade de raleio com 200 frutos/planta

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 Caracterização da área experimental	18
2.2 Delineamento experimental e tratamentos	19
2.3 Demais manejos do pomar	20
2.4 Variáveis Analisadas.....	20
2.5 Avaliação do estado nutricional das plantas	20
2.6 Análise dos nutrientes na seiva.....	21
2.7 Determinação da atividade da enzima urease.....	22
2.8 Determinação da atividade da nitrato redutase.....	23
2.9 Determinação da quantidade de clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> e clorofila total	24
2.10 Circunferência do tronco.....	25
2.11 Amostragem e análise química do solo.....	25
2.12 Parâmetros produtivos.....	26
2.13 Análises estatísticas	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.1 Teores de clorofilas <i>a</i> , <i>b</i> e total.....	26
3.2 Avaliação do estado nutricional das plantas	28
3.3 Teores de nutrientes na seiva.....	32
3.4 Análise química do solo na Projeção da Copa (PC) e na Entrelinha (EL).....	36
3.5 Circunferência do tronco.....	39

3.6 Parâmetros produtivos.....	40
3.7 Atividade da enzima urease.....	44
3.8 Atividade da nitrato redutase.....	46
4.0 CONCLUSÕES	47
5 REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] é considerado uma frutífera de clima temperado, originário da China. Em 1932, chegou ao Brasil na capitania São Vicente. Entretanto, a cultura adquiriu importância econômica somente a partir da década de 60, com seu apogeu na década de 70 (Raseira; Nakasu, 2002).

Desde então o pessegueiro se difundiu e adaptou rapidamente a uma grande variedade de condições climáticas, nos diversos Estados do País, sendo que as principais regiões produtoras estão localizadas nas latitudes superiores a 25° sul, e em alguns microclimas localizados abaixo dessa latitude, como na Serra da Mantiqueira principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais (Scariotto, 2011).

Na última década, a produção de pêssego apresentou tendência de redução na área plantada e produção, porém isso não influenciou a produtividade nacional (Dolinski, 2012). Tomando-se o período de 2004 a 2011, temos a média de produção de 212.090 toneladas/ano (TABELA 1), distribuídas em maior parte nos Estados: Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais. O Paraná apesar ter condições adequadas para produção de pêssego, sua produção representa em média apenas 6,7% da produção nacional (IBGE,2012).

TABELA 1. Produção brasileira de pêssego por região nos anos 2004 a 2011

Estados	Produção (Mg)							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Minas Gerais	14.411	24.524	26.743	26.475	26.808	25.582	20.681	21.532
Espírito Santo	50	100	98	95	95	108	600	96
Rio de Janeiro	39	39	39	39	74	109	109	106
São Paulo	47.330	42.949	44.379	38.537	41.245	30.238	38.300	39.211
Santa Catarina	33.352	30.760	27.318	8.943	26.078	3.386	13.488	14.488
Paraná	17.863	17.979	14.241	17.814	15.817	16.111	14.687	11.543
Rio Grande do Sul	122.675	119.130	86.901	94.056	129.032	140.702	132.874	138.876
Brasil	235.720	235.471	199.719	185.959	239.149	216.236	220.730	222.324

Fonte: IBGE, 2012

Um dos fatores que contribui para baixa produção do Estado do Paraná pode ser atribuído, em parte, ao uso de baixas doses de corretivos e fertilizantes, especialmente de

nitrogênio (N). Em levantamento realizado na região Sul do Paraná, foi constatado grande variação quanto às doses de fertilizantes nitrogenados aplicadas pelos produtores, variando de 30 a 150 kg de N ha⁻¹, indicando grande carência de informações sobre a dose necessária para manutenção da produtividade de pomares na região (Dolinski et al., 2005).

O nitrogênio é o nutriente considerado de maior influência na produtividade do pessegueiro (Rombolá et al., 2000), por afetar diretamente o crescimento dos ramos (Mattos et al., 1991b; Campos et al., 1996), o número de gemas floríferas e vegetativas e o número de frutos por planta (Mattos et al., 1991b). Esse nutriente pode propiciar maior período de manutenção das folhas, com conseqüente aumento no período de acumulação de reservas para o ciclo posterior (Serrat et al., 2004). Entretanto, as respostas com relação à adubação com N em fruteiras de caroço de clima temperado em pomares não adensados têm sido variáveis, havendo casos de resposta positiva à aplicação (Mattos et al., 1991b; Dolinski et al., 2005) e em outros casos sem resposta ao N (Dolinski et al., 2007; Brunetto et al., 2007). No entanto, o suprimento de N deve ser acompanhado de práticas de manejo como o raleio, que tem por objetivo retirar os frutos em excesso e conseqüentemente aumentar a dimensão do fruto, dada a estreita relação entre tamanho e número de frutos (Jonhson & Handlley, 1989).

Além dos parâmetros produtivos, o excesso no suprimento de N por meio de fontes amoniacais e amídicas também afeta as condições de fertilidade do solo. Na faixa do solo onde é normalmente coletada, são marcantes a acidificação, o aumento do alumínio trocável (Al³⁺) e a lixiviação de bases em relação aos locais adjacentes não adubados (Novotny et al., 1994). Segundo Coelho et al. (1991), a absorção da forma amoniacal reduz o pH da rizosfera devido a liberação de prótons (H⁺), fato que pode influenciar a disponibilidade e a absorção de alguns nutrientes, principalmente os micronutrientes (Fenn et al., 1993).

O Estado do Paraná adota a recomendação de adubação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS e SC (CQFSRS/SC) que indica a dose de N para frutíferas de caroço de clima temperado, a partir do seu teor de N na folha, no crescimento dos ramos do ano e na produtividade esperada, recomendando a aplicação parcelada do nutriente durante os ciclos vegetativo e reprodutivo das plantas. Porém, a recomendação não estabelece a relação entre a aplicação de N no solo e as intensidades de raleio.

Além disso, alguns parâmetros como o teor de N foliar vêm se mostrando pouco expressivos, sendo que as doses de N aplicadas não refletem na mesma proporção os teores de N encontrado nas folhas do pessegueiro (Souza, 2005; Brunetto et al., 2007) e macieira (Basso

& Suzuki 1992; Ernani et al., 1997; Freire et al., 1999). Os teores foliares também podem ser influenciados pela cultivar, pela quantidade de frutos produzidos, pela presença de plantas invasoras, pelas podas, pela época de coleta das folhas para análise e pelos fatores climáticos (Cummings, 1989). A mesma tendência ocorre com o comprimento do ramo do ano, tendo pouca influência das doses de N aplicadas no pessegueiro (Brunetto et al., 2007; Dolinski, 2007; Dolinski, 2012) e na macieira (Basso & Suzuki, 1992; Marks & Andrews, 1990).

Devido a esses motivos, existe uma necessidade e crescente busca da comunidade científica por formas de diagnose mais eficientes e/ou complementares. Os testes bioquímicos representam uma alternativa importante, pois podem refletir melhor a concentração metabolicamente ativa dos nutrientes e a real condição nutricional das plantas em determinado momento da cultura (Cazetta et al., 2010). É importante ressaltar que os testes bioquímicos não fornecem diretamente a concentração de nutrientes minerais nas plantas, entretanto a atividade de determinada enzima ou a alteração no teor de certas substâncias permite a indicação da provável suficiência ou deficiência de um dado nutriente (Cazetta et al., 2010). Diante da importância do N nos processos de formação de proteínas, enzimas e compostos orgânicos, faz-se necessário entender o comportamento das enzimas nitrato redutase (NR) e urease (UR) no metabolismo do N em frutíferas de caroço de clima temperado, buscando auxiliar na compreensão da eficiência de utilização do N do fertilizante.

Outra ferramenta que pode auxiliar na compreensão do metabolismo de N em frutíferas de caroço de clima temperado é a análise da seiva. Esta análise visa determinar e quantificar o que a planta está absorvendo no momento da amostragem (Souza, 2010). Segundo Lozano (1996), é uma técnica bastante precisa e sensível para se determinar a demanda por nutrientes de plantas lenhosas nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. A determinação química da análise da seiva é vantajosa, devido principalmente a sua sensibilidade e precisão, tornando mais confiáveis as mudanças na adubação, quando necessárias (Souza, 2010).

Segundo Rozane et al. (2008), além dos métodos de análise química direta das plantas, existem outros métodos indiretos, destacando-se a análise do teor de clorofila, que avalia o estado nutricional para nitrogênio a partir da quantidade de pigmentos clorofilianos extraídos das folhas verdes.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as doses de N aplicadas por cinco anos consecutivas associadas a duas intensidades de raleio e suas relações com a produtividade,

estado nutricional (teores de nutrientes na folha e na seiva), atividades das enzimas urease e nitrato redutase, os teores de clorofila e a acidificação do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Gralha Azul da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC PR), localizada no município de Fazenda Rio Grande-PR, situada nas coordenadas geográficas 25°39'19" S e 49°16'40"O. O solo do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa (EMBRAPA, 1999) e as suas características químicas e físicas estão apresentados na TABELA 2.

TABELA 2: Análise química e física do solo em pomar de pêssgo cultivar Chimarrita em 2011- Fazenda Rio Grande – Paraná.

Profundidade m	pH CaCl ₂	Al ³⁺ -----cmol _c dm ⁻³ -----	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC _{pH 7}	M.O ⁽¹⁾ %	P ⁽²⁾ g dm ⁻³
0,0 – 0,1	5,4	0,0	0,6	5,0	6,1	3,9	15,6	3,8	5,6
0,1 – 0,2	5,2	0,0	0,3	5,4	5,1	3,8	14,5	3,4	4,2
0,2 – 0,4	4,5	0,7	0,2	9,0	2,6	2,5	14,3	2,4	1,5
Análise textural ⁽³⁾									
Profundidade m	Areia -----%	Silte	Argila	Classe Textural					
0,0 – 0,1	51,8	5,4	42,8	Argilosa					
0,1 – 0,2	51,8	7,3	40,9	Argilosa					
0,2 – 0,4	44,0	5,3	50,7	Argilosa					

⁽¹⁾ Matéria orgânica; ⁽²⁾ Extrator Mehlich; ⁽³⁾ Método da pipeta

O clima da região, conforme classificação de Koppen é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com temperatura média de 20,4°C no verão e 12,7° C no inverno. A precipitação média situa-se entre 1.400 a 1.600 mm ano⁻¹, com ocorrência de geada e granizo (FIGURA 1).

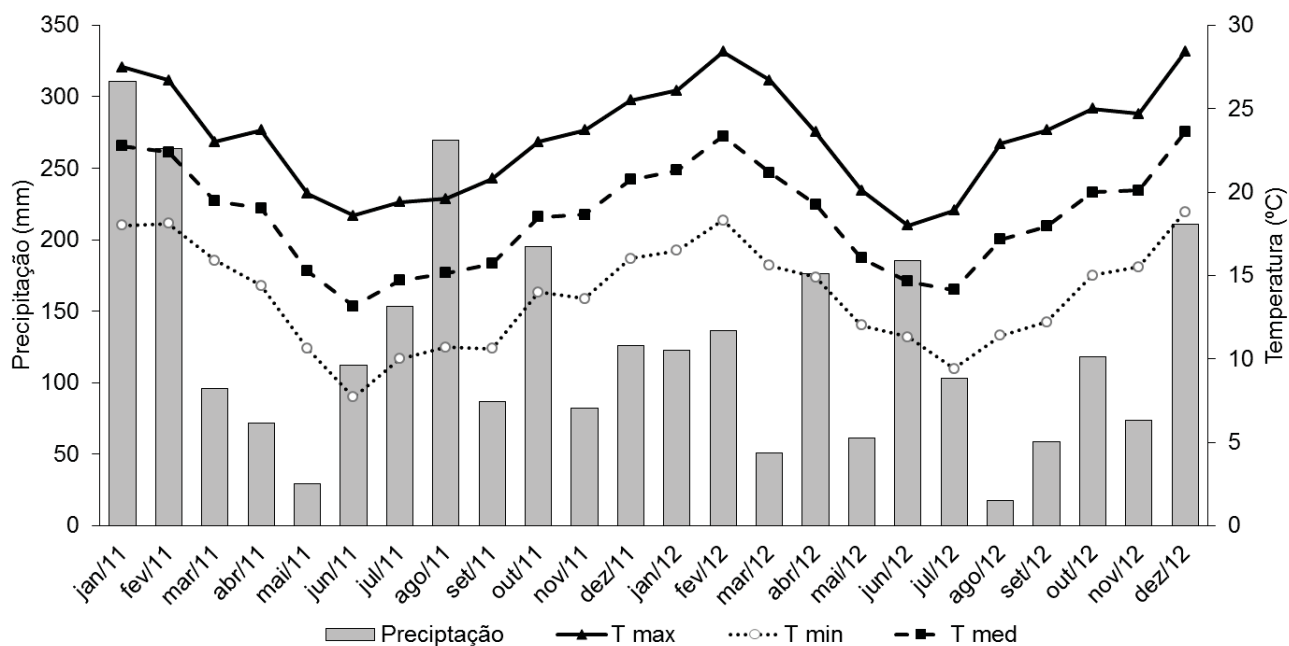


FIGURA 1. Precipitação e temperaturas média, máxima e mínima no período de realização do experimento (Janeiro de 2011 a Dezembro de 2012) no município de Fazenda Rio Grande – Paraná.

2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso distribuídos no esquema fatorial, com três repetições. Cada parcela era constituída por quatro plantas, separadas por outras quatro plantas de bordadura na mesma linha, e uma linha de bordadura separando os blocos. As plantas foram conduzidas com duas pernas por planta, no sistema “Y”, com espaçamento de 5 m entre linha e 1 m entre plantas na linha.

Os tratamentos consistiram de sete doses de N: sem adição e doses equivalentes a 40, 80, 120, 160, 200, 240 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, utilizando, a uréia como fonte, com aplicação a lanço em superfície na projeção da copa. As doses foram parceladas em três épocas: no início da floração (50%), após raleio (30%) e após a colheita (20%) seguindo as normas da CFQS RS/SC (2004).

As intensidades de raleio foram realizadas manualmente e consistiram de dois tratamentos, representados pelo número de frutos deixados por planta: Tratamento 1 - 150 frutos/planta; Tratamento 2 - 200 frutos/planta. O raleio foi efetuado 30 dias após a floração, antes do endurecimento do endocarpo, variando-se a quantidade de frutos deixados em cada ramo.

2.3 Demais manejos do pomar

O solo foi mantido limpo com a aplicação de Glyphosato próximo à planta e roçada mecânica na entrelinha (EL). As plantas foram podadas no final do inverno retirando os ramos doentes, secos, quebrados, machucados e mal situados, buscando-se deixar um número adequado de ramos produtivos. Semanalmente, da floração à colheita, o pomar foi pulverizado com fungicidas e inseticidas para prevenir do ataque de doenças e pragas. A adubação fosfatada e potássica foram realizadas com base na análise de solo e análise foliar conforme CFQS RS/SC (2004).

2.4 Variáveis Analisadas

A atividade das enzimas urease (UR), nitrato redutase (NR) e os teores de clorofila *a*, *b* e total foram avaliadas durante os seguintes estádios fenológicos da cultura: CO = colheita; SE = senescência; BR = Brotação; CR = crescimento do fruto. Durante o estágio fenológico de crescimento de fruto (CR) realizou-se a adubação nitrogenada (CR2) recomendada após o raleio (CFQS RS/SC, 2004). A partir dessa prática, as avaliações enzimáticas e clorofilianas foram feitas aos 2 (CR3), 4 (CR4), 6 (CR5) e 8 (CR6) dias após aplicação dos tratamentos.

As demais avaliações foram realizadas em períodos específicos do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro referentes às safras de 2011 e 2012.

2.5 Avaliação do estado nutricional das plantas

Foram coletadas folhas (limbo e pecíolo) do terço médio dos ramos do ano, nos diferentes lados da planta. A coleta das folhas para análise dos teores foliares de macro e micronutrientes foi realizada dez dias antes da colheita em novembro de 2011 e 2012, sendo coletadas 64 folhas por parcela, conforme metodologia descrita pela CFQS RS/SC (2004). Após a coleta, as folhas foram lavadas com água deionizada, secas em estufa de circulação de ar forçado a 65° C e moídas em moinho tipo “wiley”.

Para a determinação dos teores de Carbono (C) e N, aproximadamente 15 mg de amostra foram pesadas e empacotadas em cápsula de estanho, sendo a determinação feita por combustão, em analisador elementar CNHS Modelo VARIO EL III - Elementar®. Para os demais elementos o processo de extração foi por digestão via seca em mufla a 500°C e solubilização em HCl 3 mol L⁻¹, seguido de determinação conforme Martins e Reissmann

(2007). As determinações dos nutrientes foram: fósforo (P), por colorimetria com vanadato molibdato de amônio; potássio (K) utilizando fotometria de chama; cálcio (Ca), magnésio (Mg), Ferro (Fe), manganês (Mn), Cobre (Cu) e Zinco (Zn) por espectrofotometria de absorção atômica.

2.6 Análise dos nutrientes na seiva

Os nutrientes da seiva foram determinados segundo a metodologia descrita por Cadahía e Lucena (2005). Coletou-se 30 ramos da brotação nova retirando um ramo por quadrante na altura mediana da planta e sempre no período da manhã. Depois de coletado, o material foi armazenado em caixa de isopor para o transporte ao laboratório. Os ramos foram limpos com gaze umedecida em água destilada, secos com papel toalha e cortados em frações de 1 a 2 cm. O material foi introduzido em éter etílico e armazenado em congelador por 15 dias. Para separação da seiva, todo o material foi colocado em uma bureta para separar o éter da seiva, pois ambos não são miscíveis. A seiva, por ser mais densa ficou situada na parte inferior da bureta de separação (FIGURA 2).

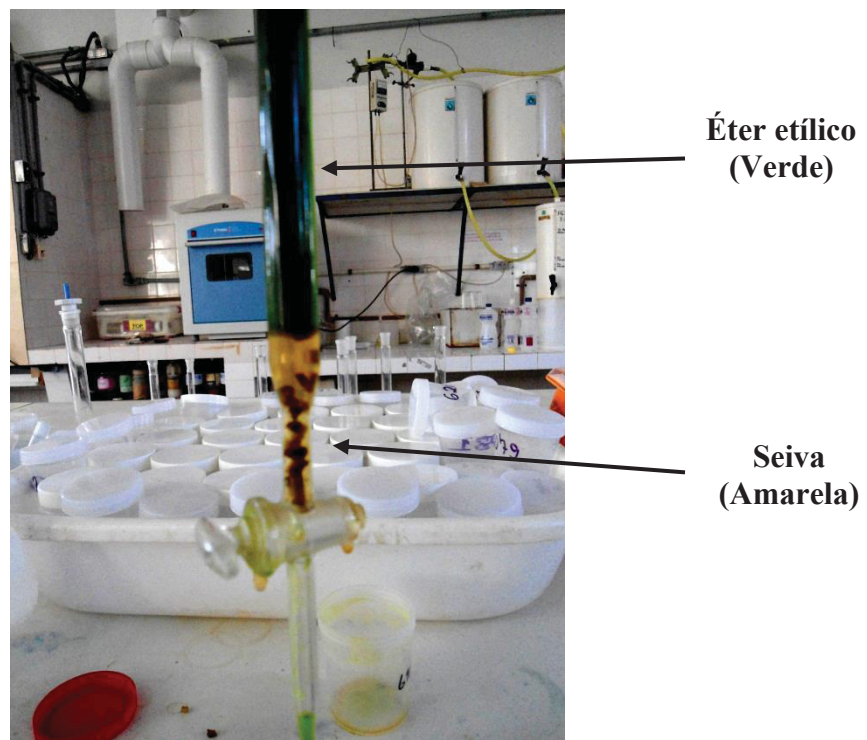


FIGURA 2. Processo de filtragem e separação da seiva.
Fonte: Teixeira (2011).

A leitura dos nutrientes Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn na seiva, foi realizada por espectrômetro de absorção atômica, com diluição em 10 vezes. O nitrogênio foi determinado por destilação a vapor, sem diluição, segundo a metodologia descrita por Cantarella & Trivelin (2001). O K foi lido no fotômetro de chama, com a seiva diluída 100 vezes (10:1 x 10:1). O P foi lido por colorimetria com diluição em 20 vezes.

2.7 Determinação da atividade da enzima urease

A atividade da enzima UR foi determinada *in vivo* segundo metodologia adaptada de Hogan et al. (1983), baseando-se na medição da amônia derivada da hidrólise da ureia. Para determinação da atividade da UR realizou-se a coleta da 2ª folha totalmente expandida dos ramos do ano. A coleta foi realizada de manhã e, depois de coletado, o material foi armazenado em caixa de isopor para transporte ao laboratório. Posteriormente, 100 mg de massa fresca foram colocados em tubos de ensaio contendo 8 mL de tampão fosfato com ureia (pH 7,4). O tampão foi preparado com NaH_2PO_4 (0,20 M), Na_2HPO_4 (0,50M), n-propanol (0,66M) e uréia (0,21M). O n-propanol é utilizado para aumentar a permeabilidade dos tecidos e evitar a formação de amônio pela presença de microrganismos. As amostras foram incubadas em banho-maria a 30°C por 3 horas, protegidas da luz com folhas de alumínio ao redor dos tubos e com agitação constante.

A determinação do N-NH_4^+ foi realizada conforme metodologia descrita por McCullough (1967). Após a incubação retirou uma alíquota de 0,5 mL do extrato e a amônia retida nos tecidos foliares foi extraída pela adição de 2,5 mL do reagente I: Fenol 0,1 M + nitroproussiato de sódio (SNP). Posteriormente foram adicionados aos tubos mais 2,5 mL do Reagente II: NaOH 0,125M + $\text{Na}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 0,15 M + NaOCl (3% Cl_2). Os tubos foram tampados para evitar a perda de NH_3 e deixados em banho-maria a 37°C por 35 minutos. Em seguida foi realizada leitura em espectrofotômetro a 625 nm. A atividade da enzima foi determinada pela quantidade de amônio (NH_4^+) produzida por grama de tecido fresco por hora ($\mu\text{mol NH}_4^+ \text{ g}^{-1}\text{MF h}^{-1}$). Os valores obtidos foram comparados com uma curva padrão (FIGURA 3), previamente estabelecida utilizando cloreto de amônio (NH_4Cl).

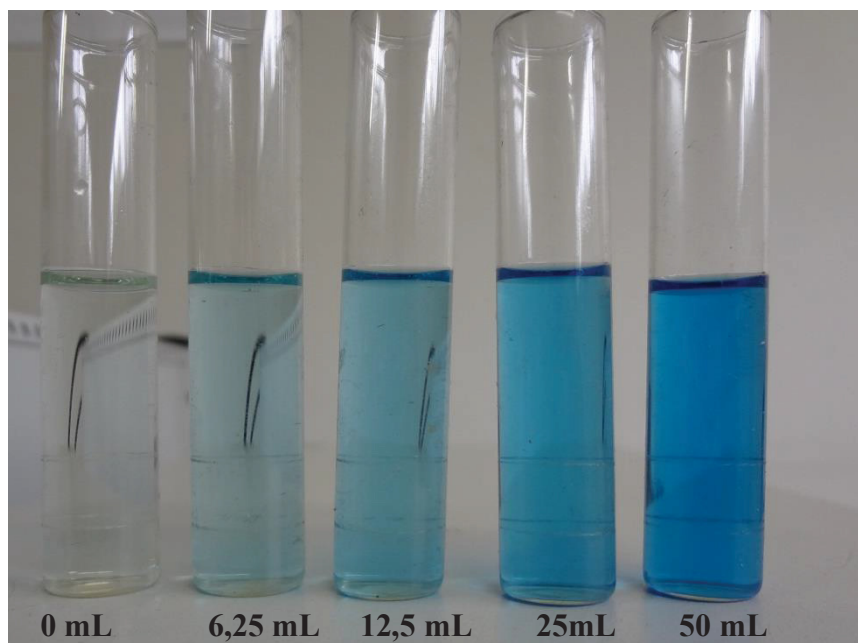


FIGURA 3. Curva padrão da enzima urease: 0; 6,25; 12,5; 25 e 50 mL da solução diluída de Cloreto de amônio (NH_4Cl). Fonte: Teixeira (2011).

2.8 Determinação da atividade da nitrato redutase

A atividade da NR foi determinada *in vivo* segundo metodologia de Mulder et al. (1969) e baseia-se na produção de nitrito (NO_2^-) durante a incubação do material vegetal na presença de nitrato (NO_3^-). Para determinação da atividade da NR foi realizada a coleta da 2ª folha totalmente expandida do ramo do ano. A coleta foi realizada de manhã e, depois de coletado, o material foi armazenado em caixa de isopor para transporte ao laboratório. Na extração foram utilizados 200 mg de massa fresca, os quais foram colocados em tubos de ensaio contendo 5,0 mL de solução tampão fosfato 50 mM pH 7,4 + 4 mL de KNO_3 a 250 mM. Esse tampão possui nitrato para a enzima NR presente na folha o converter nitrato em nitrito. Em seguida, os tubos de ensaios contendo o material vegetal foram incubados em banho-maria a 35° C por 2 horas, protegidos da luz com folhas de alumínio ao redor dos tubos. Após permanecer 2 horas em banho-maria, os tubos foram retirados e a paralisação da reação foi feita com a adição de 1,0 mL de ácido sulfanílico a 1% em HCl 2 N. Em seguida foi adicionando 1 mL de alfa naftilamina (193 mM) e 1 mL de acetado de sódio (2 M) que confere coloração ao nitrito e permite sua leitura.

A leitura de absorbância da reação foi em espectrofotômetro a 540 nm e a atividade da enzima é determinada pela quantidade de NO_2^- produzido por grama de tecido fresco por hora

($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}^{-1}\text{MF h}^{-1}$), a qual foi comparada com os valores obtidos em uma curva de nitrito (FIGURA 4), preparada previamente com nitrito de sódio (NaNO_2).

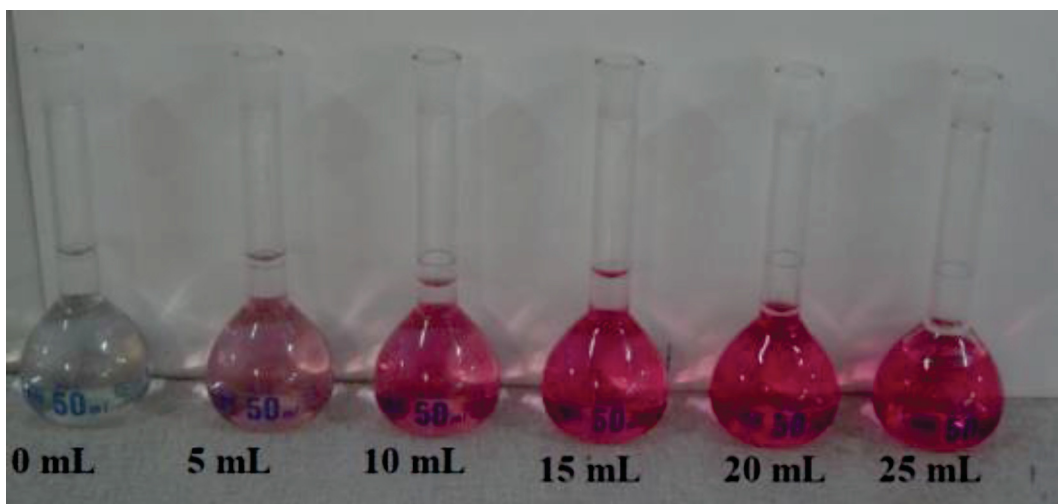


FIGURA 4. Curva padrão com 0; 5; 10; 15; 20 e 25 mL de padrão nitrito de sódio (NaNO_2).
Fonte: Teixeira (2011).

2.9 Determinação da quantidade de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total

Foram coletadas 4 folhas por planta a uma altura de aproximadamente de 1,5 m do solo, nos quatro quadrantes da copa. Depois de colhidas, as folhas foram identificadas, armazenadas em sacos plásticos escuros (evitando luz e conseqüente degradação da clorofila), e acondicionadas com gelo em caixa de isopor.

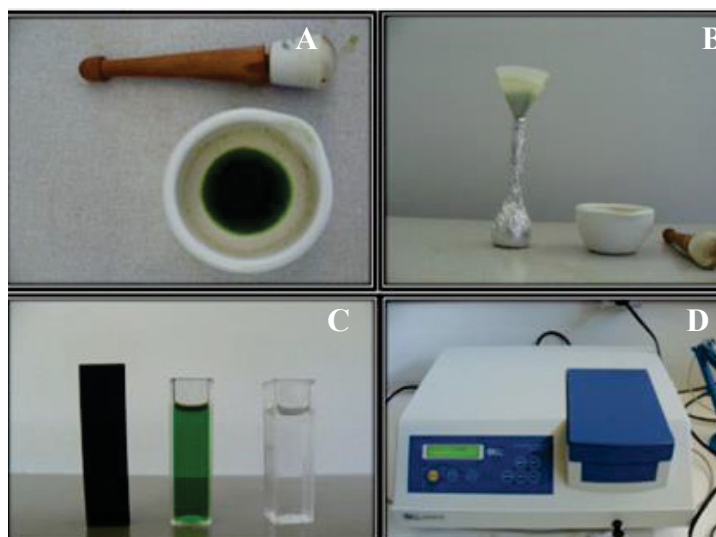


FIGURA 5. Maceração das folhas de pêsego (A), Filtragem (B), Extrato de clorofila (C) e Leitura (D). Fonte: Teixeira (2011).

Os teores de clorofilas extraíveis foram determinados usando o método de Arnon (1949), com extração em acetona a 80% (FIGURA 5). Os pigmentos foram extraídos por maceração de 1 g de material vegetal fresco em 30 mL de acetona a 80%, utilizando um recipiente de porcelana. A suspensão foi filtrada em papel filtro e, em seguida, procedeu imediatamente à leitura da absorvância (ABS) em espectrofotômetro a 645 nm e 663 nm. As concentrações de clorofilas *a*, *b* e total foram calculadas por meio das equações (1, 2 e 3).

$$\Rightarrow \text{Clorofila } a \text{ } (\mu\text{g/mL}) = (22,9 \times \text{ABS}_{663\text{nm}}) - (2,29 \times \text{ABS}_{645\text{nm}}) \quad (1)$$

$$\Rightarrow \text{Clorofila } b \text{ } (\mu\text{g/mL}) = (22,9 \times \text{ABS}_{645\text{nm}}) - (4,69 \times \text{ABS}_{663\text{nm}}) \quad (2)$$

$$\Rightarrow \text{Clorofila total } (\mu\text{g/mL}) = (20,2 \times \text{ABS}_{645\text{nm}}) + (8,02 \times \text{ABS}_{663\text{nm}}) \quad (3)$$

2.10 Circunferência do tronco

A circunferência do tronco foi estimada medindo-se o diâmetro, da parte média do tronco entre o solo até a inserção inicial das pernas, em cada uma das quatro plantas por parcela. O período de avaliação foi de 2008 a 2012, sendo avaliado nos meses de outubro de cada ano.

2.11 Amostragem e análise química do solo

Em cada parcela foi coletada uma amostra composta de solo em 2 locais: projeção da copa (PC) - local que recebe os adubos nitrogenados e potássicos e entrelinha (EL) - local sem influência direta da aplicação de adubos. As amostras foram coletadas em 3 profundidades: 0 - 0,1 m; 0,1 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m. Após a coleta as amostras foram secas ao ar, para sua caracterização química. Foram realizadas as seguintes determinações: pH obtido através de leitura potenciométrica com solução de CaCl_2 0,01N utilizando-se relação solo/solução 1: 2,5. A acidez potencial (H+Al) foi estimada após a leitura do pH com a adição de solução tamponada SMP às amostras de solo, utilizando-se a correlação com o índice de SMP (Raij & Quaggio, 1983). Os valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L^{-1} , e P e K foram extraídos com Mehlich conforme Pavan et al., 1992. O Al^{3+} foi determinado por titulação com Na(OH) . O P foi determinado por colorimetria e Ca^{2+} , Mg^{2+} foram determinados por espectrometria de absorção atômica e o K^+ por fotometria de chama. A granulometria do solo foi analisada conforme a metodologia preconizada pela Embrapa (1997).

2.12 Parâmetros produtivos

A produtividade (PROD) foi obtida em kg por planta, sendo posteriormente estimada para um hectare para cada tratamento. As colheitas foram realizadas no início de dezembro de 2011 e 2012, sendo realizada no período da manhã, mantendo as frutas colhidas à sombra e, em seguida, transportadas à câmara fria localizada na área experimental. Essas frutas foram rapidamente pré-resfriadas e posteriormente realizou-se a contagem do número de frutos por planta (NF). O peso médio dos frutos (PMF) foi estimado dividindo-se a massa produzida por planta pelo número de frutos por planta

2.13 Análises estatísticas

A análise dos dados relativos às diferentes variáveis foi feita considerando o delineamento em bloco ao acaso, com parcelas distribuídas no esquema fatorial (7x2). Os dados foram testados quanto à homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, e quando homogêneas, foram submetidas à ANOVA (Análise de Variância). Para avaliação das doses de N foi utilizada a análise regressão. Para avaliação da variável raleio, foi realizada somente a ANOVA complementando - se com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Análises de correlações simples (Pearson) foram executadas entre os teores de nutrientes foliares e os nutrientes na seiva. As análises foram feitas utilizando-se o Programa ASSISTAT, desenvolvido no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande/PB.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teores de clorofilas *a*, *b* e total

Os teores das clorofilas *a*, *b* e total não foram afetados pelos tratamentos de adubação e raleio (TABELA 3). Estes dados em princípio contrariam o esperado, pois a concentração de clorofila normalmente se correlaciona com doses de N (Guimarães et al., 1999; Daughtry et al., 2000), o que não foi constatado neste trabalho, cujos resultados estão de acordo com os estudos de Neto (2009), que não encontrou efeito das doses de N sobre os teores de clorofilas *a*, *b* e total, em cafeeiro irrigado.

TABELA 3. Resumo do nível de significância para os fatores dose, raleio e fenologia e suas interações.

Variável	Dose	Raleio	Fenologia	Interação Dose vs Raleio	Interação Dose vs Fenologia	Interação Raleio vs Fenologia
----- Avaliações realizadas nos estádios fenológicos -----						
Teor de clorofila <i>a</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Teor de clorofila <i>b</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Teor de clorofila total	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Atividade da enzima nitrato redutase	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Atividade da enzima uréase	ns	ns	ns	ns	*	ns
----- Avaliações realizadas nos anos de 2011 e 2012 -----						
Variável	Dose		Raleio		Interação Dose vs Raleio	
Macronutrientes (P, K, Ca, Mg) 2011	ns		ns		ns	
Macronutrientes (P, K, Ca, Mg) 2012	ns		ns		ns	
Micronutrientes Foliares 2011	ns		ns		ns	
Micronutrientes Foliares 2012	Ns		ns		ns	
Macronutrientes na Seiva 2011	ns		ns		ns	
Macronutrientes na Seiva 2012	ns		ns		ns	
Micronutrientes na Seiva 2011	ns		ns		ns	
Micronutrientes na Seiva 2012	ns		ns		ns	
Teor de N na Seiva 2011	*		ns		ns	
Teor de N na Seiva 2012	*		ns		ns	
Teor de N na folha 2011	*		ns		ns	
Teor de N na folha 2012	**		ns		ns	
Circunferência do tronco 2011	ns		ns		ns	
Circunferência do tronco 2012	ns		ns		ns	
Parâmetros produtivos (NF, PMF, PROD) 2011	ns		ns		*	
Parâmetros produtivos (NF, PMF, PROD) 2012	ns		ns		ns	

*significativo ao nível 1% de probabilidade; **significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: significativo a 5% e 1% de probabilidade. NF = número de frutos; PMF = peso médio de frutos; PROD = produtividade.

Na TABELA 4 estão dispostos os teores de clorofila durante os estádios fenológicos. Não houve variação nos teores de clorofilas *a*, *b* e total independentemente do estágio.

TABELA 4. Teores de clorofila durante os estádios fenológicos de pessegueiro.

Variável	CO	SE	BR	CR1	CR2	CR3
	-----µg mL ⁻¹ -----					
Clorofila <i>a</i>	52,3 a	52,3 a	52,3 a	52,3 a	52,3 a	52,3 a
Clorofila <i>b</i>	37,8 a	38,1 a	38,1 a	37,7 a	37,7 a	38,1 a
Clorofila total	63,7 a	63,9 a	63,9 a	63,6 a	63,7 a	64,0 a

** as médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem entre si a 5% de probabilidade; dap = dias após aplicação do tratamento adubação; CO = colheita; SE = senescência; BR = brotação; CR1 = crescimento do fruto; CR2 = crescimento do fruto (aplicação do tratamento adubação); CR3 = crescimento do fruto (2 dap).

Um fator que pode ter contribuído são teores de N, que estavam normais (32,6 a 45,3 g kg⁻¹) de acordo com CQFS-RS/SC (2004). Dessa forma, os resultados demonstram que as plantas estavam bem com N apresentando um teor de clorofila adequado durante os estádios fenológicos. Outra hipótese seria que boa parte do N absorvido seja utilizado para a produção de outras estruturas na planta e não somente no acúmulo nas folhas para formação da clorofila (Neto, 2009). Isto fica evidente observando a baixa correlação entre os teores de clorofila total e os teores de N na folha (0,05^{ns}).

3.2 Avaliação do estado nutricional das plantas

Os teores de N na folha aumentaram com os tratamentos de adubação nos dois anos de avaliação 2011 e 2012 (TABELA 3), corroborando com resultados obtidos por Magnani et al. (1984), Mattos et al. (1991 a) e Dolinski et al. (2005). As concentrações foliares máximas de N foram obtidas sempre com a dose máxima aplicada, variando de 33,2 g kg⁻¹ em 2011 a 39,8 g kg⁻¹ em 2012 (FIGURA 6). Os teores foliares médios de N atingiram níveis adequados para a cultura, de acordo com CFQS RS/SC (2004).

Os teores foliares dos demais nutrientes não foram afetados pelos tratamentos de adubação e raleio em 2011 e 2012 (TABELA 3), contrariando os resultados obtidos por Mattos et al. (1991a), que observaram relação inversa entre dose de N aplicada e teores foliares de P, K, Ca e Mg. Entretanto, Dolinski et al. (2005) avaliando o efeito da adubação nitrogenada nos parâmetros produtivos, nutricionais e de qualidade do fruto não verificaram influência nos teores de P, K, Ca e Mg. Estes resultados demonstram que apesar do N influenciar os parâmetros produtivos e vegetativos do pessegueiro como será visto posteriormente neste trabalho, seu estado nutricional depende também de outros fatores, além da adubação nitrogenada.

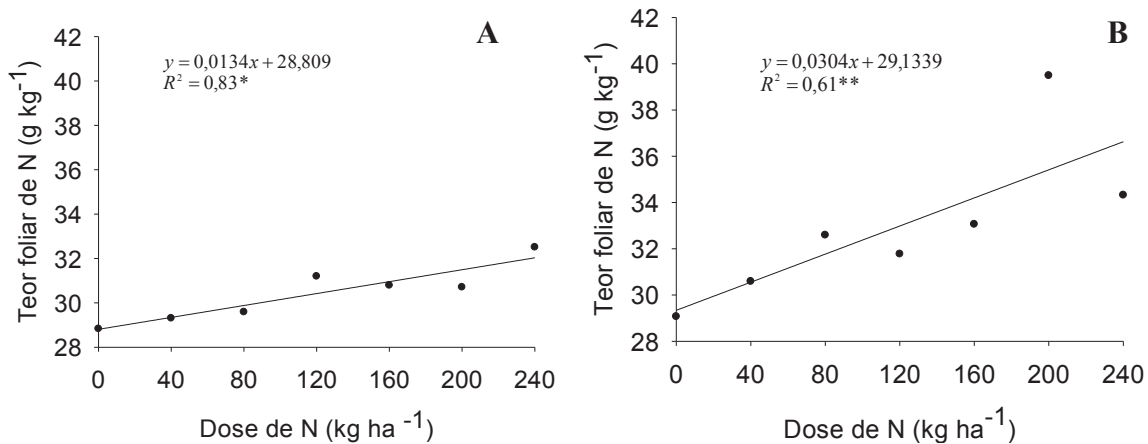


FIGURA 6. Teor foliar médio de N (●) encontrado nos anos de 2011 (A) e 2012 (B) para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio em pomar de pêsego cultivar Chimarrita.

As TABELAS 5 e 6 demonstram que os macronutrientes situaram-se em diferentes faixas de interpretação sendo que o P (normal), o K (acima do normal) e o Ca e Mg (abaixo do normal) de acordo com CQFS-RS/SC (2004).

TABELA 5. Teores foliares de macronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Doses (kg ha ⁻¹)	P		Ca		Mg		K	
	R ₁ ⁽¹⁾	R ₂ ⁽²⁾	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
0	1,9 ^{ns}	2,0 ^{ns}	8,8 ^{ns}	8,7 ^{ns}	4,6 ^{ns}	4,6 ^{ns}	22,6 ^{ns}	26,3 ^{ns}
40	1,9	2,0	9,1	8,3	4,7	4,5	26,1	27,3
80	2,0	1,8	9,2	8,9	4,7	4,5	27,3	26,3
120	1,9	2,0	9,3	8,9	4,8	4,6	26,0	29,6
160	1,9	1,9	9,5	8,2	4,7	4,5	28,7	25,3
200	1,8	1,9	9,9	8,5	4,8	4,6	28,3	28,0
240	1,9	1,9	9,4	8,7	4,7	4,5	27,3	27,0
CV(%)	6,3		11,1		4,6		9,8	

⁽¹⁾R₁ = Intensidade de raleio de 150 frutos/planta; ⁽²⁾R₂ = Intensidade de raleio de 200 frutos/planta. ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey (P < 0,05); CV (%) = Coeficiente de variação.

Os níveis de Ca no tecido vegetal estavam na faixa considerada insuficiente, segundo CQFS-RS/SC (2004), contrastando assim com os altos teores de Ca trocável do solo (TABELA 2). Segundo Dolinski (2007), os baixos teores foliares de Ca podem estar relacionados à absorção de Ca e aos fatores climáticos, sendo que dias consecutivos de chuva e nublados podem reduzir o fluxo transpiratório da planta e consequentemente a absorção de Ca. Deficiência de Ca provocada por fatores climáticos é bastante comum em manga e vários relatos

sugerem que os fatores edáficos e do ambiente têm sido relacionados ao desenvolvimento de desordens fisiológicas na cultura (Schaferr & Andersen, 1994). Deve-se considerar os altos teores de K no solo (TABELA 2), que pode ter reduzido a absorção de Ca. Segundo Tagliavini et al. (2000), o alto teor de K no solo pode causar efeito de competição reduzindo a absorção de Ca e Mg.

Os níveis de Mg no tecido situaram-se na faixa considerada insuficiente segundo CQFS-RS/SC (2004), embora os teores de Mg trocáveis no solo tenha apresentado em média três vezes acima daquelas considerados suficientes (TABELA 2). Segundo Dolinski (2007), os baixos teores foliares de Mg vêm sendo comuns na região, mesmo sob condições de teores altos no solo. Os teores altos de K podem indicar efeito antagônico entre K e Mg. Assim, no manejo da nutrição do Mg, deve-se evitar o excesso de K, uma vez que esse nutriente reduz a concentração de Mg nas folhas. A deficiência de Mg, além diminuir as próprias reservas da planta, pode afetar o equilíbrio nutricional de outros nutrientes na planta, uma vez que promove a desfolha precoce da planta, impedindo a remobilização dos nutrientes das folhas para os órgãos de reserva da planta, que ocorre no outono (Suzuki & Basso, 2002).

TABELA 6. Teores foliares de macronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2012 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Doses (kg ha ⁻¹)	P		Ca		Mg		K	
	R ₁ ⁽¹⁾	R ₂ ⁽²⁾	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
0	2,0 ^{ns}	2,1 ^{ns}	7,4 ^{ns}	6,8 ^{ns}	4,7 ^{ns}	4,7 ^{ns}	29,9 ^{ns}	25,7 ^{ns}
40	2,1	2,1	6,8	8,2	4,8	4,6	29,9	30,7
80	2,0	2,0	6,4	6,3	4,8	4,7	26,6	28,3
120	2,1	2,0	7,6	6,8	4,8	4,8	30,8	32,4
160	2,1	2,1	8,5	5,8	4,8	4,8	32,5	30,0
200	2,1	1,9	7,8	7,6	4,8	4,8	29,1	31,6
240	1,7	2,1	7,3	6,0	4,8	4,7	27,4	31,6
CV(%)	8,8		19,2		2,9		11,9	

⁽¹⁾R₁ = Intensidade de raleio de 150 frutos/planta; ⁽²⁾R₂ = Intensidade de raleio de 200 frutos/planta. ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey (P < 0,05); CV (%) = Coeficiente de variação.

Para os micronutrientes avaliados, os resultados dos teores foliares apresentados nas TABELAS 7 e 8 demonstram que não ocorreu efeito dos tratamentos sobre os mesmos. Os teores de micronutrientes, com exceção do Fe em 2011 e 2012 (abaixo do normal) e do Zn em 2011(abaixo do normal), apresentaram-se na faixa de interpretação normal, de acordo com CQFS – RS/SC (2004).

TABELA 7. Teores foliares de micronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Doses (kg ha ⁻¹)	Cu		Mn		Fe		Zn	
	R ₁ ⁽¹⁾	R ₂ ⁽²⁾	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
0	6,3 ^{ns}	6,3 ^{ns}	32,9 ^{ns}	81,3 ^{ns}	49,9 ^{ns}	65,0 ^{ns}	16,3 ^{ns}	22,0 ^{ns}
40	8,2	7,3	67,9	56,3	63,7	57,7	21,4	18,3
80	7,3	7,3	65,0	66,0	67,3	60,0	18,7	18,0
120	7,0	6,7	63,7	98,2	62,7	62,3	20,7	20,6
160	9,0	7,7	72,0	56,7	64,7	58,3	19,3	17,3
200	6,3	8,0	75,7	62,7	81,7	86,7	19,3	16,0
240	7,3	8,0	75,0	67,0	67,0	78,6	18,7	16,7
CV(%)	19,5		35,8		20,3		13,4	

⁽¹⁾R₁ = Intensidade de raleio de 150 frutos/planta; ⁽²⁾R₂ = Intensidade de raleio de 200 frutos/planta. ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey (P < 0,05); CV (%) = Coeficiente de variação.

Apesar do Fe e o Zn serem exigidos em baixas quantidades em comparação com os macronutrientes, suas carências podem acarretar distúrbios fisiológicos e bioquímicos podendo assim afetar diretamente ou indiretamente a produtividade do pessegueiro. É importante salientar que apesar dos níveis de Ca, Mg e Fe (2011 e 2012) e Zn (2011) estarem abaixo do preconizado pela literatura, não foi verificado a campo sintomatologia da deficiência destes nutrientes.

Um dos fatores que pode estar contribuindo para os baixos níveis de Ca, Mg, Fe e Zn é o porta enxerto utilizado “Okinawa”. Tsipouridis et al. (2002) estudando a variabilidade dos nutrientes e a mortalidade das árvores de pêsego em relação aos porta- enxertos verificaram que todos os nutrientes foliares sofreram influência do porta-enxerto.

Considerando os anos de 2011 e 2012 não foi observada variação entre os anos nos teores de macro e micronutrientes, exceto para o Cu e Zn que tiveram aumento em média de 153% e 51%, respectivamente. Este aumento nos teores de Cu e Zn deve-se ao maior número de tratamentos fitossanitários realizados em 2012.

Apesar do aumento dos teores de Cu e Zn em 2012, os teores dos demais macro e micronutrientes seguiram a mesma sequência proposta por Malavolta et al. (1997): N > K > Ca > Mg e > P; para os micronutrientes: Mn > Zn. Para o Fe e Cu, não há registros na referência citada.

TABELA 8. Teores foliares de micronutrientes para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio e raleio, em pomar com cultivar Chimarrita em 2012 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Doses	Cu	Mn	Fe	Zn
-------	----	----	----	----

(kg ha ⁻¹)	-----mg kg ⁻¹ -----							
	R ₁ ⁽¹⁾	R ₂ ⁽²⁾	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂
0	20,2 ^{ns}	18,1 ^{ns}	91,5 ^{ns}	64,8 ^{ns}	66,6 ^{ns}	68,9 ^{ns}	28,5 ^{ns}	28,0 ^{ns}
40	19,1	17,7	62,6	73,9	68,9	62,6	28,0	28,3
80	18,2	18,1	72,5	62,9	65,3	59,9	28,6	28,6
120	19,2	18,0	69,2	74,9	71,3	71,9	29,0	28,3
160	18,5	18,2	68,3	61,0	66,3	65,0	28,5	26,5
200	18,0	19,2	68,2	77,2	71,6	66,3	27,7	30,9
240	19,0	18,4	65,8	57,5	67,9	66,6	28,9	27,6
CV(%)	8,4		19,4		6,5		5,2	

⁽¹⁾R₁ = Intensidade de raleio de 150 frutos/planta; ⁽²⁾R₂ = Intensidade de raleio de 200 frutos/planta. ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey (P < 0,05); CV (%) = Coeficiente de variação.

3.3 Teores de nutrientes na seiva

Com exceção do N, os teores de macronutrientes (P, K, Ca, Mg) e micronutrientes na seiva não foram afetados pelos tratamentos adubação e raleio (TABELA 3). Todos os teores de N na seiva aumentaram de acordo com a dose de N aplicada, apresentando variação entre os tratamentos nos dois anos de avaliação. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2010) e Andrade (2012), que verificaram influência da adubação nitrogenada apenas nos teores de N na seiva.

Souza (2010) avaliando teores de N na seiva de citros verificou concentrações que variaram de 86,4 a 139,3 mg L⁻¹ na variedade Valencia e de 84,4 a 155,1 mg L⁻¹ na variedade Halin. Já Andrade (2012), para a variedade Halin verificou concentrações que variaram de 112,8 a 214,9 mg L⁻¹. No presente trabalho foram encontrados valores semelhantes aos observados por esses autores (TABELAS 9 e 10).

De acordo com a faixa adequada de N na folha do pessegueiro, que varia de 32,6 a 45,3 g kg⁻¹ (CQFS, 2004) e a equação obtida na FIGURA 7, a faixa adequada para N na seiva, observada neste experimento, varia de 209,2 a 461,3 mg L⁻¹ em 2011. Para 2012 não foi possível estimar a faixa adequada de N na seiva devido à baixa correlação entre N seiva e N folha (R²=0,24^{ns}).

TABELA 9. Teores de nutrientes na seiva para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio, em pomar de pêsego cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Doses (kg ha ⁻¹)	K	P	N	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
	-----g L ⁻¹ -----							
0	2,4 ^{ns}	2,1 ^{ns}	119,5 ⁽¹⁾	229,3 ^{ns}	449,1 ^{ns}	2,3 ^{ns}	4,4 ^{ns}	1,4 ^{ns}
40	2,7	2,0	128,9	198,5	453,6	2,6	3,6	1,5

80	2,4	1,7	149,5	226,2	438,8	2,7	4,2	1,4
120	2,7	1,8	184,8	200,8	443,8	2,0	5,0	1,2
160	2,6	1,8	184,2	159,6	434,5	2,3	2,1	1,2
200	3,0	1,8	185,2	238,1	451,1	2,3	5,5	1,6
240	2,7	2,0	216,5	199,9	432,8	2,4	1,7	1,5
Media	2,6	1,8	166,9	207,5	443,3	2,4	3,8	1,4
CV(%)	24,7	29,9	9,2	36,3	6,4	28,4	88,1	31,6

⁽¹⁾ $\hat{y} = 0,3913x + 120$ ($R^2 = 0,92^{**}$) ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey ($P < 0,05$); CV (%) = Coeficiente de variação.

Os teores de N na folha e na seiva mostraram-se sensíveis às variações na adubação, aumentando conforme as doses de N aplicadas. Entretanto, o teor N na seiva refletiu melhor os resultados de produtividade ($r=0,74^*$) em comparação com a análise foliar ($r= 0,58^*$) em 2011. Em 2012 os resultados não apresentaram correlação significativa entre teores de N (seiva e folha) vs produtividade.

Segundo Moreno & García-Martínes (1983), em ensaio com laranjeira variedade Washington, do total de N presente na seiva, 92 a 97% está na forma de aminoácidos livres, principalmente prolina e asparagina, e o restante do N na seiva (3 a 8%) se encontra na forma de nitrato. Em plantas lenhosas como na laranjeira, o N na seiva está principalmente na forma de proteína e aminoácidos (Cadahía & Lucena, 2005). Em hortaliças a concentração de N na seiva encontra-se em maior proporção na forma de NO_3^- .

Analisando os demais nutrientes verificou-se que a concentração de K na seiva foi superior aos demais nutrientes analisados (TABELAS 9 e 10). Resultados semelhantes também foram encontrados por Souza (2010) e Andrade (2012), que verificaram predomínio do K na seiva em relação aos demais nutrientes (TABELA 12). Isso ocorre devido à função deste nutriente, que é classificado como ativador enzimático e permanece na planta, predominantemente, na forma iônica (Malavolta et al., 1997). A concentração de K na seiva variou 2,39 a 3,03 mg L^{-1} em 2011 e de 2,39 a 2,79 mg L^{-1} em 2012, sendo estes resultados estão próximos dos encontrados por Andrade (2012). Os teores de K na folha apresentaram a mesma variação observada na seiva em ambos os anos de avaliação, devido principalmente a sua alta solubilidade nos tecidos da planta. No algodoeiro a análise de seiva já vem sendo utilizada de maneira eficiente para monitorar a deficiência de K durante os estádios fenológicos da cultura.

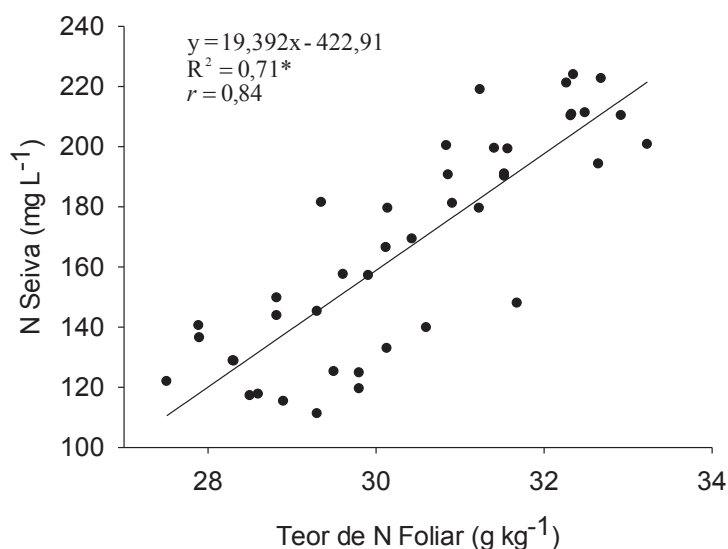


FIGURA 7. Relação entre concentração de N na seiva e teor de N foliar em pomar de pêsego cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Os teores de P na seiva variaram de 1,70 a 2,10 mg L⁻¹ em 2011 e de 1,53 a 2,14 em 2012. Os teores de P na seiva não apresentaram correlação com os teores de P da folha (TABELA 11). Essa tendência também foi encontrado por Souza (2010) e Andrade (2012).

TABELA 10. Teores de nutrientes na seiva para a cultura do pessegueiro, sob doses de nitrogênio, em pomar de pêsego cultivar Chimarrita em 2012 – Fazenda Rio Grande – Paraná.

Doses (kg ha ⁻¹)	K P		N Ca Mg Cu Zn Mn					
	-----g L ⁻¹ -----		-----mg L ⁻¹ -----					
0	2,4 ^{ns}	1,6 ^{ns}	131,4 ⁽¹⁾	115,8 ^{ns}	400,6 ^{ns}	3,3 ^{ns}	5,0 ^{ns}	2,3 ^{ns}
40	2,7	2,0	139,1	132,7	493,8	4,0	4,7	2,0
80	2,5	1,5	156,9	102,6	410,0	3,8	5,1	2,1
120	2,8	1,7	146,6	167,5	445,3	3,3	5,8	2,3
160	2,5	2,1	143,2	177,2	455,0	3,8	2,8	2,7
200	2,4	1,6	185,5	163,8	511,1	3,1	3,8	2,4
240	2,6	1,6	169,1	144,4	410,0	3,1	4,3	2,5
Media	2,5	1,7	153,1	143,4	446,5	3,5	4,5	2,3
CV(%)	20,2	25,9	21,1	38,6	20,6	22,2	38,4	27,7

⁽¹⁾ $\hat{y} = 0,1716x + 132,54$ ($R^2 = 0,62^{**}$) ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey ($P < 0,05$); CV (%) = Coeficiente de variação.

TABELA 11. Correlações de Pearson entre os teores de nutrientes na folha e na seiva.

Correlação de Pearson	-----2011-----							
	N		P		K		Ca	
	Seiva	Folha	Seiva	Folha	Seiva	Folha	Seiva	Folha

	mg L ⁻¹	g kg ⁻¹	g L ⁻¹	g kg ⁻¹	g L ⁻¹	g kg ⁻¹	mg L ⁻¹	g kg ⁻¹
r	0,85*		-0,14 ^{ns}		0,82*		-0,11 ^{ns}	
Correlação de Pearson	Mg		Cu		Zn		Mn	
	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹
r	0,54 ^{ns}		-0,07 ^{ns}		0,10 ^{ns}		0,13 ^{ns}	
-----2012-----								
Correlação de Pearson	N		P		K		Ca	
	Seiva mg L ⁻¹	Folha g kg ⁻¹	Seiva g L ⁻¹	Folha g kg ⁻¹	Seiva g L ⁻¹	Folha g kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha g kg ⁻¹
r	0,50 ^{ns}		-0,16 ^{ns}		0,69*		-0,16 ^{ns}	
Correlação de Pearson	Mg		Cu		Zn		Mn	
	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹	Seiva mg L ⁻¹	Folha mg kg ⁻¹
r	0,61*		0,02 ^{ns}		0,27 ^{ns}		-0,19 ^{ns}	

*significativo ao nível 1% de probabilidade; ^{ns} = Não significativo pelo teste Tukey (P < 0,05).

O teor de Ca na seiva variou de 159,68 a 238,18 mg L⁻¹ em 2011 e de 102,65 a 177,23 mg L⁻¹ em 2012. O Mg na seiva variou de 432,83 a 453,66 mg L⁻¹ em 2011 e de 410,00 a 511,16. O teor de Mg foi maior que o teor de Ca, contrariando os resultado obtido por Andrade (2012), que verificou maior teor de Ca na seiva em relação ao Mg. De forma semelhante Souza (2010) constatou maior teor de Mg em relação ao Ca na seiva, corroborando os resultados encontrados (TABELA 12). Analisando as correlações entre nutrientes na seiva e nas folhas (TABELA 11), constata-se que os teores de Ca na seiva não correlacionaram-se com os teores de Ca na folha, diferente do Mg que apresentou correlação entre teores na folha e na seiva em 2012.

A concentração de macronutrientes na seiva apresentou a seguinte ordem: K > P > N > Mg > Ca . Esta mesma sequência foi encontrada por Souza e Andrade (TABELA 12).

Os valores de Cu, Zn e Mn não apresentaram relação com os tratamentos e teores de nutrientes foliares. Observa-se que os micronutrientes estão em pequenas quantidades na seiva da planta (TABELA 12), seguindo a mesma tendência da análise folhar. O baixo teor de Fe na seiva não permitiu a quantificação do mesmo. A ordem na concentração de micronutrientes na seiva foi: Zn>Cu>Mn, corroborando os resultados obtidos por Souza (2010) (TABELA 12).

TABELA 12. Teores mínimos e máximos de nutrientes encontrados na seiva de citros e do pêssego.

Nutrientes	Souza (2010) - Citros	Andrade (2012) - Citros	Teixeira (2013) - Pêssego
	-----g L ⁻¹ -----		

K	3,8 - 4,2	2,5 - 3,0	2,4 - 3,0
P	3,3 - 3,6	0,3	1,5 - 2,1
	-----mg L ⁻¹ -----		
N	84,4 - 157,8	112,8 - 214,0	119,5 - 216,5
Ca	535,5 - 609,4	753,7 - 921,5	102,6 - 238,1
Mg	391,8 - 475,8	364,4 - 429,0	400,0 - 511,1
Cu	1,9 - 2,5	3,9 - 6,5	2,0 - 4,0
Mn	0,9 - 4,5	1,0 - 5,9	1,2 - 2,7
Zn	2,6 - 4,9	1,6 - 4,5	1,7 - 5,8

Segundo Cadahia et al. (2005), os teores de nutrientes na seiva podem variar em razão de vários fatores, dentre os quais: o estado hídrico da planta e do solo, vigor da planta, adubação atual ou anterior, estágio fenológico, heterogeneidade da amostra, tratamentos aplicados (fungicidas, inseticidas, etc). Fica evidente a necessidade de mais estudos envolvendo essa técnica, buscando-se aumentar a praticidade e rapidez e o desenvolvimento de valores de referência de concentrações para avaliação do estado nutricional das plantas. A análise de seiva apresenta-se como ferramenta auxiliar, podendo ser empregada para avaliação do estado nutricional de frutíferas de caroço, principalmente para o N, K e Mg e apresenta a vantagem de: refletir melhor a concentração de nutriente no momento da coleta da amostra e não durante um período que antecede a mesma; possibilita realizar correções de nutrição rapidamente após determinar a diminuição da concentração dos nutrientes na seiva além de possibilitar o controle da deficiência e excessos de nutrientes em cada estágio fenológico (Cadahía & Lucena, 2005).

3.4 Análise química do solo na Projeção da Copa (PC) e na Entrelinha (EL)

Os resultados das análises químicas do solo estão apresentados na (TABELA 13 e 14). Observa-se que não houve diferença entre as doses nos parâmetros químicos do solo durante 5 anos consecutivos de adubação com N. Entretanto, o efeito foi apenas entre os locais de amostragem.

TABELA 13. Análise de variância para características químicas do solo coletado num pomar de pêsego cultivar Chimarrita, sob doses de N aplicadas por 5 anos consecutivos.

-----0—0,1m-----										
FV	C	pH CaCl ₂	Ca	Mg	P	K	Al	V(%)	CTC _{pH7}	
Dose	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Local	ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*
Dose x Local	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	22,5	6,7	14,1	18,3	31,5	21,4	318,5	11,8	8,3	

-----0,1—0,2m-----									
FV									
Dose	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Local	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**
Dose x Local	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,5	4,8	13,3	10,7	42,0	30,1	125,2	8,8	9,5
-----0,2—0,4m-----									
FV									
Dose	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Local	ns	ns	**	**	*	*	ns	**	ns
Dose x Local	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
CV(%)	18,9	8,2	41,7	31,9	92,1	29,3	87,3	35,0	10,6

*significativo ao nível de 1% de probabilidade; **significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: significativo.

A adubação com N promoveu redução do pH na camada de 0 – 0,1 m na PC em relação a EL, porém não ocorreram alterações nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} e saturação por bases (V%). Estes resultados a princípio contrariam o esperado, pois a acidificação normalmente se correlaciona com a lixiviação de bases, diminuindo o V% e o aumentando o Al^{3+} (Pavan et al., 1992; Motta et al., 2006), o que não foi constatado neste trabalho. Entretanto, os altos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e $\text{CTC}_{\text{pH}7}$ justificam os resultados encontrados.

Os altos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e pH (CQFS - RS/SC, 2004) podem estar relacionados com aplicação de altas doses de calcário antes da instalação do pomar. Segundo Dolinski (2007), está prática é comum aos produtores de ameixa e pêssigo da região metropolitana de Curitiba. A permanência de grânulos de calcário no solo sem reagir pode ter contribuído para baixa variação no pH CaCl_2 nos 5 anos de adubação com N.

O teor de Ca^{2+} apresentou diferença entre os locais de coleta na camada 0,1-0,2 m e de 0,2-0,4m. Estas diferenças entre locais podem ser atribuídas ao efeito residual prolongado do calcário. Outro fator que pode ter contribuído para esta diferença foi a aplicação de superfosfato simples na PC, que contém cerca de 18% de Ca. Já o teor de Mg^{2+} , apresentou diferença entre os locais de coleta apenas na camada 0,2-0,4 m. Esta diferença entre locais nesta camada pode estar relacionada à movimentação do Mg^{2+} proveniente do calcário. O Mg^{2+} é um elemento móvel no solo, isto faz com que seu deslocamento no perfil seja mais rápido em relação ao Ca^{2+} , que apresenta baixa mobilidade no solo e na planta. Os teores de Ca^{2+} foram considerados altos (CQFS – RS/SC, 2004) nas camadas 0- 0,1 m e 0,1-0,2 m. Na camada 0,2-0,4m os teores estão abaixo do normal (CQFS – RS/SC, 2004).

Para o Mg^{2+} , verificou-se que em todas as profundidades analisadas os teores estão altos (CQFS – RS/SC, 2004).

Observou-se um padrão de gradiente de teores de K^+ no perfil do solo de cada local, sendo que as maiores concentrações de K^+ foram encontradas na superfície, devido principalmente à ciclagem desse nutriente. Em todas as profundidades analisadas verificou-se diferença significativa nos teores de K^+ em PC e EL. Tendo em vista que a adubação com K^+ é realizada na PC, os maiores valores foram encontrados neste local em comparação com EL. Em todas as profundidades analisadas constatou-se alto teor de K^+ no solo (CQFS – RS/SC, 2004).

Em relação aos teores de P, constatou-se que PC e EL apresentaram diferenças significativas nas camadas analisadas. As diferenças nos teores de P na PC em relação a EL são devido à adubação fosfatada concentrada na PC. Os teores de P da mesma maneira que os de K^+ também apresentaram um gradiente de concentração, observando-se um decréscimo nos teores em profundidade. Esta concentração maior na superfície também foi observada por Motta et al. (2006) e Dolinski (2007) e ocorre devido a baixa mobilidade desse nutriente no perfil do solo. Os teores de P no solo foram considerados normais (CQFS – RS/SC, 2004) na camada 0- 0,1 m. Nas demais camadas os teores estão abaixo do normal (CQFS – RS/SC, 2004). De acordo com Motta et al. (2004), é importante manter o nível adequado de P e K^+ na EL, permitindo assim o crescimento das plantas de cobertura, bem como o suprimento da cultura principal, através das raízes que crescem neste local.

O teor de carbono (C) não apresentou diferença entre os locais de coleta. A adição de C na PC é procedente das folhas senescentes do pessegueiro que contribui para o aumento no teor de carbono nesta região. Na EL a principal contribuição do C é proveniente das plantas daninhas presentes neste local. Verifica-se que o teor C diminui com profundidade em ambos os locais, tendo o Al^{3+} comportamento inverso.

Verifica-se que a forma de aplicação dos adubos pode influenciar os resultados da análises de solo para recomendação de adubação.

TABELA 14. Composição química do solo coletado em 2 locais e em 3 profundidades, em pomar de pêssego cultivar Chimarrita em 2011 – Fazenda Rio Grande – Paraná.*

Profundidad e M	-----Local----		-----Local-----		-----Local-----		-----Local-----		-----Local-----	
	EL	PC	EL	PC	EL	PC	EL	PC	EL	PC
	pH (CaCl ₂)		Al^{3+} ($cmol_c\ dm^{-3}$)		V%		K^+ ($cmol_c\ dm^{-3}$)		Ca^{2+} ($cmol_c\ dm^{-3}$)	
0,0-0,1	5,6a	5,2b	0,01a	0,09a	70,9a	67,1a	0,35b	0,88a	6,1a	6,1a
0,1-0,2	5,2a	5,3 ^a	0,03a	0,04a	61,8b	67,1a	0,22b	0,55a	4,7b	5,5a

	0,2-0,4	4,5a	4,5 ^a	1,05a	0,46b	33,3b	44,2a	0,12b	0,29a	2,3b	3,0a
Profundidade e M	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)		P ⁽¹⁾ (mg dm ⁻³)		C (g dm ⁻³)		CTC _{pH7} (cmol _c dm ⁻³)				
	-----Local-----		-----Local-----		-----Local-----		-----Local-----				
	EL	PC	EL	PC	EL	PC	EL	PC	EL	PC	
0,0-0,1	4,1a	3,8 ^a	4,5b	6,7a	21,8a	22,4a	15,0b	16,2a			
0,1-0,2	3,7a	3,9 ^a	3,0b	5,4a	20,5a	20,0a	14,0b	15,1a			
0,2-0,4	2,3a	2,8b	0,8b	2,2a	14,4a	13,9a	14,5a	14,2a			

* Comparação entre locais em cada profundidade (Tukey 1 e 5%); EL= Entre linha; PC = Projeção da copa; ⁽¹⁾Extrator Mehlich;

3.5 Circunferência do tronco

O crescimento da circunferência do tronco foi avaliado entre 2008 e 2012. Verificou-se efeito linear da adubação com N apenas no ano de 2010 (TABELA 15). Este resultados corroboram aqueles apresentados por Neilsen et al. (1999), Bi et al. (2004) e Nava et al.(2007), que também observaram aumento da circunferência do tronco em frutíferas de caroço de clima temperado em resposta a adubação nitrogenada. Entretanto, Nava (2007) menciona que diversos trabalhos foram realizados no Sul do Brasil, os quais avaliaram o efeito das doses e das épocas de aplicação de N em macieira e em nenhum deles houve incremento significativo do perímetro ou da circunferência do tronco.

Como o vigor das plantas tende a relacionar-se positivamente com o perímetro do tronco, presume-se que o vigor das plantas não foi afetado pela adubação nitrogenada, exceto em 2010. No entanto, apesar de não haver diferença estatística significativa entre as doses de N, fica evidente visualmente diferenças no porte e nas quantidades de folhas das plantas com 0 kg N ha⁻¹ e 240 kg de N ha⁻¹(FIGURA 8).

Observa-se que as plantas que não receberam N têm menos folhas e apresentam aspecto de esgotamento fisiológico, em comparação com as plantas que receberam 240 kg N ha⁻¹. Chatzitheodorou et al. (2004) constataram que a omissão de aplicação de N para a cultura do pessegueiro, reduziu a vida útil do pomar de forma diferenciada para as cultivares (Dixiered e Scion), sendo necessário repor ao sistema a quantidade de N que é exportada pelos frutos.

TABELA 15. Circunferência do tronco de pessegueiro, sob doses de nitrogênio durante 5 anos consecutivos, Fazenda Rio Grande –PR.

Doses (kg ha ⁻¹)	Circunferência do tronco					
	2008 ⁽¹⁾	2009 ⁽¹⁾	2010 ⁽¹⁾	2011	2012	CA
	-----cm-----					
	-					

0	26 ^{ns}	28 ^{ns}	29 ²	32 ^{ns}	33 ^{ns}	7 ^{ns}
40	26	29	31	32	33	7
80	26	28	30	30	32	6
120	27	30	32	32	33	6
160	26	29	31	31	32	6
200	28	31	33	33	34	6
240	26	29	31	32	33	7
Média	26,4	29,1	31,0	31,4	32,4	6,4
CV (%)	6,4	6,1	6,8	7,4	6,5	6,5

⁽¹⁾Fonte: Adaptado de Dolinski (2012); $^2\hat{y} = 30 + 0,010x$ ($R^2 = 0,55^*$); ^{ns}: não significativo; CA: Crescimento acumulado.



FIGURA 8. Plantas de pêsego submetidos a doses de 0 kg N ha⁻¹ (A) e 240 kg N ha⁻¹(B).
Fonte: Teixeira (2011).

3.6 Parâmetros produtivos

Houve interação entre doses de N e intensidades de raleio para produtividade (PROD), número de frutos por planta (NFP) e peso médio dos frutos (PMF) no ano de 2011. No entanto em 2012 não foi verificado efeito dos tratamentos sobre as variáveis produtivas (TABELA 3).

Conforme resultados expressos na FIGURA 9A, verifica-se que a maior produtividade foi obtida na dose de 240 kg N ha⁻¹ e intensidade de raleio de 200 frutos/planta, produzindo em média 27,4 Mg ha⁻¹ (equivalente a 13,7 kg/planta). Levando em consideração está

produtividade ocorreu um incremento de 41 kg de frutos por hectare para cada kg de N aplicado. Para a intensidade de raleio de 150 frutos/planta a produtividade máxima obtida foi de 22,8 Mg ha⁻¹ (equivalente a 11,4 kg/planta) apresentando incremento de 23 kg de frutos para cada kg de N. Considerando os valores históricos de, aproximadamente, R\$ 2,00 por kg de N e de R\$ 0,70 por kg de pêssego, existe grande possibilidade de lucratividade em ambas as intensidades de raleio.

Em 2012, a produtividade foi comprometida pelas condições climáticas (FIGURA 1) que provocou antecipação da colheita e maior incidência de pragas e doenças. Porém, mesmo assim a produtividade média de 2012 foi 10% e 20% superior à média estadual e nacional, respectivamente (FIGURA 9 B). As altas produtividades de 2011 e 2012 podem estar associadas ao potencial produtivo da cultivar ‘Chimarrita’, as boas condições de fertilidade do solo (TABELA 2) e as práticas culturais realizadas durante o período vegetativo e reprodutivo da cultura.

O NFP, assim como a produtividade, apresentou aumento linear até a dose de 240 kg ha⁻¹ em ambas as intensidades de raleio para o ano de 2011. Porém, constatou-se maior NFP na intensidade de raleio de 200 frutos/planta em relação a 150 frutos/planta (FIGURA 10 A). O maior NFP neste tratamento deve-se ao efeito combinado NFP deixado no momento do raleio e do aumento da frutificação provocado pela dose de N. George & Nissen (1992) verificaram que a aplicação de N no final do verão, em pessegueiro ‘Flordaprince’, aumentou em 48% a frutificação.

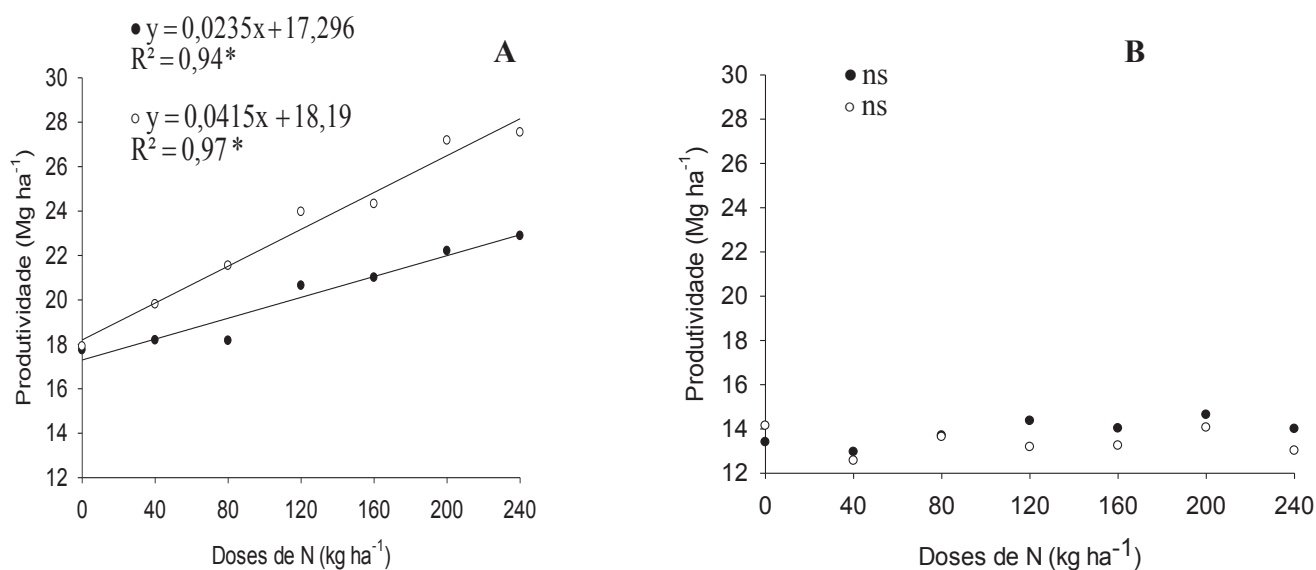


FIGURA 9. Produtividade do pessegueiro sob doses de nitrogênio e duas intensidades de raleio: (○) 200 frutos/planta e (●) 150 frutos/planta nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).

Em 2012 o NFP não apresentou diferença significativa para as doses de N e as intensidades de raleio (FIGURA 10 B). Dentre as hipóteses para explicar essa resposta, está a baixa frutificação. O desfolhamento precoce é um problema bastante comum nas principais regiões produtoras, seja por motivos ambientais, fitossanitários ou nutricionais, que geralmente reduz o nível de carboidratos das plantas, afetando sua frutificação (Nava et al., 2009).

O PMF sofreu efeito significativo da interação adubação e raleio em 2011 (TABELA 3). A dose de 240 kg ha⁻¹ o maior PMF em ambas as intensidades de raleio, havendo superioridade da intensidade de raleio de 150 frutos/planta de 20% em relação a intensidade de 200 frutos/planta (FIGURA 11A). Resultados semelhantes foram encontrados por Salomão et al. (1988), Barbosa et al. (1991), Austí et al. (1997); Scarpate Filho et al. (2000). Esses resultados comprovam a estreita relação entre NFP e PMF, demonstrando a eficiência do raleio no aumento do PMF. Provavelmente esse aumento ocorreu pela maior distribuição de fotoassimilados para cada fruto, devido ao aumento da relação fonte-dreno, em decorrência da redução no número de frutos por planta (Faust, 1989). Mattos et al. (1991b) concluíram que para a cultura do pessegueiro, o número e o tamanho dos frutos depende da intensidade, uniformidade e época de raleio. Em trabalho similar, Gomes et al. (2005) trabalharam com intensidade de raleio para o pessegueiro e verificaram que a maior intensidade de raleio resultou em frutos de maior calibre, mas reduzindo o número de frutos colhidos. De acordo com Bain & Robertson (1951), em condições de alta intensidade de raleio, as diferenças no tamanho final dos frutos têm sido correlacionadas com o número de células do fruto. Assim, a divisão celular pode ser um componente importante da capacidade de tamanho do fruto. Fica evidente que a menor intensidade de raleio teve também menor produtividade, porém os frutos apresentaram maior PMF. Embora haja diferença entre as intensidades de raleio no incremento do PMF, este é considerado baixo e irrelevante em termos práticos, sendo invariável economicamente.

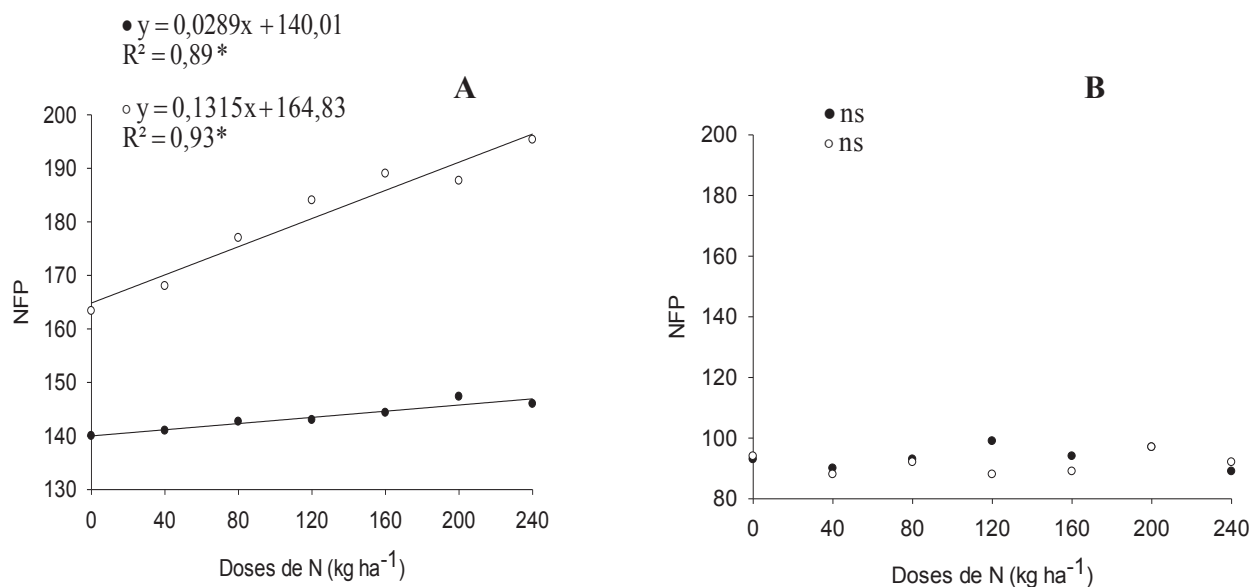


FIGURA 10. Número de Frutos por Planta (NFP) sob doses de nitrogênio e duas intensidades de raleio: (○) 200 frutos/planta e (●) 150 frutos/planta nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).

As informações sobre exportação de N pela colheita do pêsego variam conforme autores: Malavolta (1981) 3,5 kg t⁻¹, Tagliavini et al. (2000) 1 kg t⁻¹ e Jendoubi (2012) 7,4 kg t⁻¹. Esta variação pode ser explicada em parte pela densidade de plantas, cultivar, porta-enxerto, produtividade e condições edafoclimáticas de cada local. Esses resultados demonstram a importância de avaliar a exportação de N no pêsego, podendo servir como subsídio para recomendação de N para a cultura. Entretanto, a dose de N deve levar em consideração também as perdas do nutriente no sistema (lixiviação, imobilização, volatilização, desnitrificação, etc).

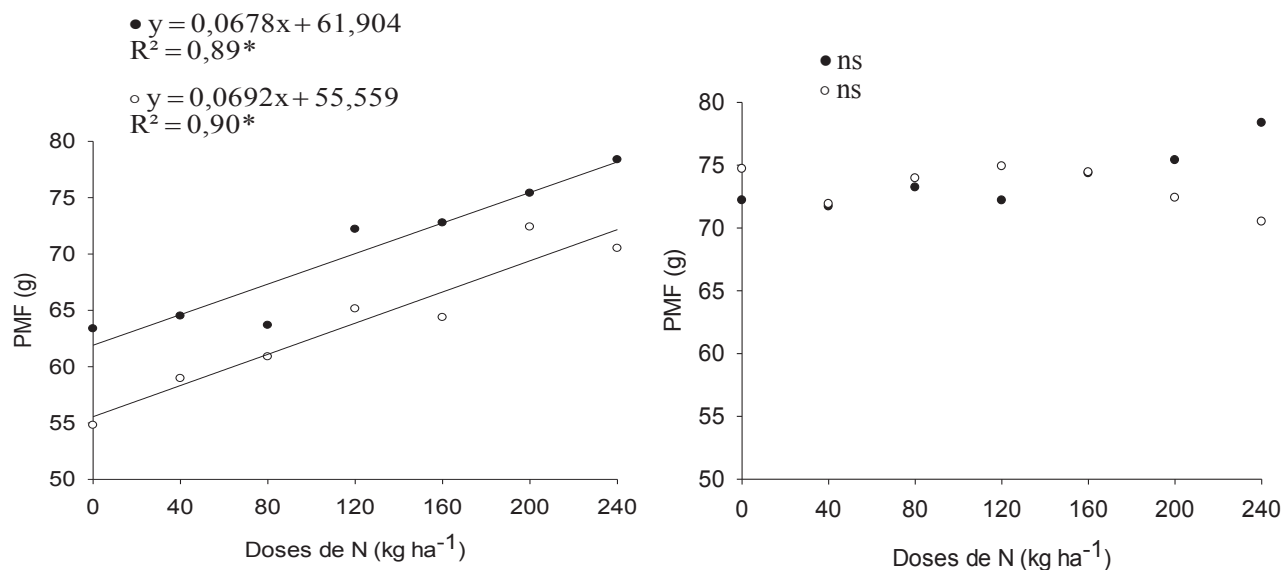


FIGURA 11. Peso Médio dos Frutos (PMF) sob doses de nitrogênio e duas intensidades de raleio: (○) 200 frutos/planta e (●) 150 frutos/planta nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).

3.7 Atividade da enzima urease

Ocorreu interação significativa entre as doses de N e os estádios fenológicos para atividade da enzima urease (TABELA 3).

De acordo com o resultado expresso na FIGURA 12, ocorreu aumento gradual da atividade da enzima urease em razão da dose de N e do estágio fenológico. No estágio senescência (SE) ocorreu um pico na atividade da enzima urease, apresentando variação de 361% em relação ao estágio anterior (Colheita - CO). Provavelmente, tal resposta deva-se ao fato de que neste estágio a planta está redistribuindo suas reservas para armazenando durante o período de dormência. De acordo com Rombolá et al. (2012), no verão, durante a máxima atividade vegetativa, as folhas acumulam N até pouco antes da sua queda (SE), quando o N migra das folhas para as raízes, caule e ramos mais velhos, gerando o acúmulo de substâncias nitrogenadas de reserva, principalmente na forma de arginina.

Durante o estágio de brotação (BR) verificou-se distintos resposta da enzima urease em razão da adubação nitrogenada realizada nos períodos anteriores. Nas doses de (160, 200 e 240 kg ha⁻¹) ocorreu um aumento gradual da atividade enzimática. Todavia nas doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ ocorreu diminuição na atividade da enzima. Diante desses resultados, pressupõe-se que as maiores doses de N permitiram um armazenamento adequado de N para posterior abertura das gemas vegetativas. O N armazenado nos tecidos lenhosos desempenha papel

importante no desenvolvimento dos ramos e flores no início do ciclo seguinte. Segundo Loescher et al. (1990), os carboidratos previamente armazenados no ciclo anterior são a principal fonte de reserva nutricional para manter as fases iniciais do desenvolvimento do pessegueiro. Neste período, as condições de raiz não são ideais para a absorção de N e, além disso, a ausência de folhas totalmente desenvolvidas resulta em pouco carbono disponível para síntese de aminoácidos (Muñoz et al., 1993).

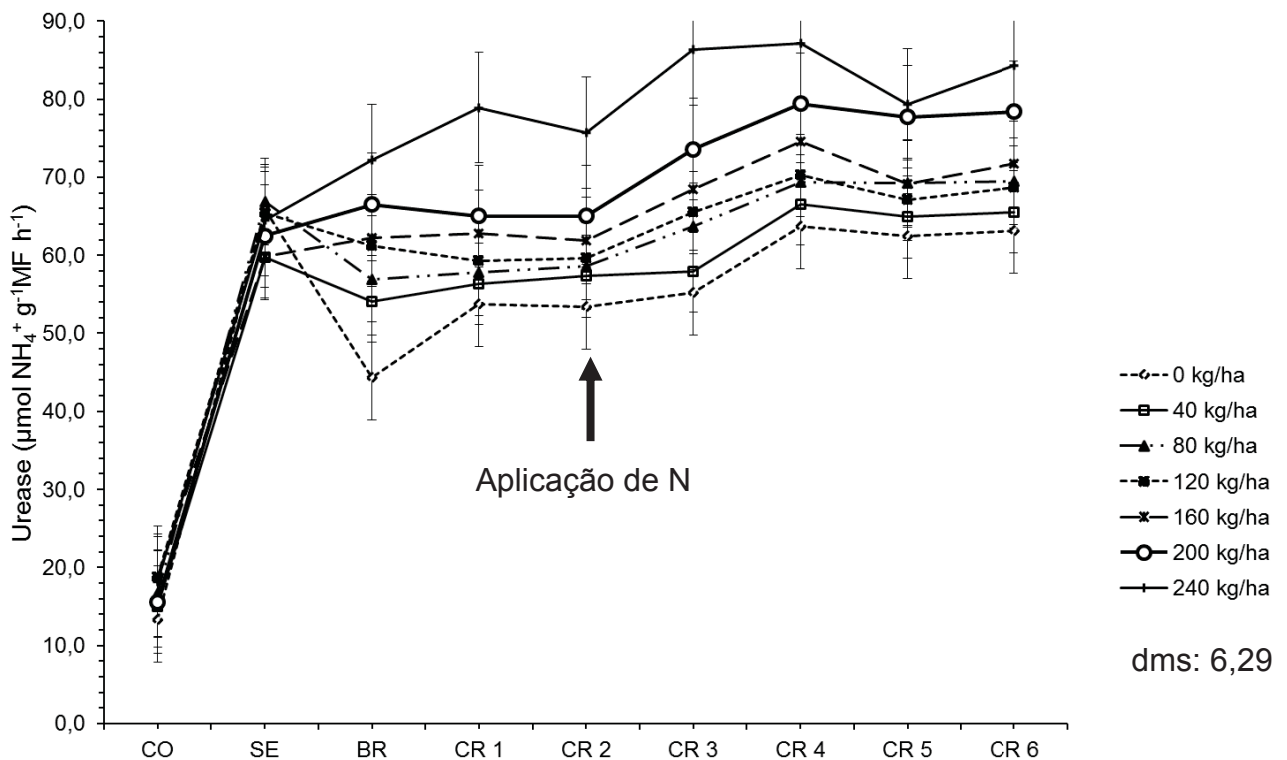


FIGURA 12. Atividade da enzima urease em folhas de pêsego em função dos estádios fenológicos; dap = dias após aplicação do tratamento adubação; CO = colheita; SE = senescência; BR = brotação; CR1 = crescimento do fruto; CR2 = crescimento do fruto (aplicação do tratamento adubação); CR3 = crescimento do fruto (2 dap); CR4 = (4 dap); CR5 = (6 dap); CR6 = (8 dap).

Observou-se que no estágio (Crescimento do fruto - CR1), antes da aplicação de N, a atividade da enzima urease foi baixa, com média de $61,9 \mu\text{mol NH}_4^+ \text{g}^{-1}\text{MF h}^{-1}$. Entretanto, com a aplicação de N (CR2), ocorreu aumento gradual da atividade da enzima de acordo com a dose de N chegando à máxima atividade enzimática no estágio CR4 (Crescimento do fruto -4 dap). A maior atividade da enzima urease no período de (CR4) é um indicio do efeito da redistribuição associado à formação de novos compostos provenientes da aplicação de N. É importante ressaltar que a absorção da uréia, associada ao seu acúmulo pelo catabolismo de

ureídeos, alantoato, alantoína e arginina estimula a ação da urease (Neto, 2009). A atividade desta enzima permite que a planta utilize a uréia absorvida ou gerada internamente como fonte de N (Mobley et al., 1995).

Durante os estádios de crescimento do fruto (CR1 até CR6) a atividade da enzima se manteve alta, indicando que grande parte da contribuição do N está na redistribuição. Segundo Rombolá et al. (2012), no início da fase do “endurecimento do caroço” quase 50% do nitrogênio contido nos órgãos recém formados (ramos do ano e frutos) provém do ciclo interno da planta (nitrogênio que é remobilizado no início da primavera). Essa contribuição do N de reservas se mantém em menor intensidade até a colheita (Tagliavini et al., 2000).

Os resultados indicam que o N armazenado nos ramos, caules e folhas podem ser considerados como reserva de N para o desenvolvimento subsequente de novos tecidos. De acordo com Canton et al. (2005), com o passar do tempo as plantas desenvolveram a capacidade de armazenar e/ ou reciclar N, que poderia se perder a partir de varias causas, como por exemplo, durante a senescência foliar ou ataque de patógenos.

Fica evidente a necessidade de mais estudos envolvendo aspectos moleculares de remobilização de N em frutíferas de caroço. Esses resultados servirão como base para melhor entendimento da nutrição, fisiologia e biologia da cultura.

3.8 Atividade da nitrato redutase

Os resultados obtidos revelaram que a atividade de enzima nitrato redutase (NR) não sofreu influência dos tratamentos e dos estádios fenológicos (TABELA 3). Este resultado a princípio contraria o esperado, pois normalmente as doses de N se correlacionam com a atividade da enzima NR (Reis et al., 2009; Bar-Akiva et al., 1967; Camacho et al., 1995), o que não foi verificado neste trabalho. A falta de resposta na atividade da NR pode ser devido aos baixos teores de Ca e Mg nas folhas (TABELA 5 e 6). Segundo Hewitt et al., (1976) citado por Malavolta et al., (1982) a deficiência Ca e Mg nas folhas diminui atividade da NR.

Os valores para a atividade da enzima NR variaram numa magnitude de 0,42 a 1,89 $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$, resultados próximos dos encontrados por Reis et al. (2009) e Neto (2009).

A maior atividade da enzima NR foi obtida na fase colheita (1,89 $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$). A elevada atividade de enzima nessa época pode ser explicada pela assimilação do NO_3^- armazenado na raiz, caule e ramos ou absorvidos diretamente do solo (Neto, 2009). Muñoz et

al. (1993) verificaram que a maior absorção de N oriunda da adubação de N ocorreu no período de maturação do fruto em comparação com outros períodos.

Durante o estágio (SE) ocorreu um predomínio do processo de redistribuição de N das folhas para caule, ramo e tronco e uma baixa absorção de N. Tal condição justifica a maior atividade da UR e baixa atividade da NR.

Nos estádios de crescimento do fruto (CR1 até CR6) não ocorreu variação na atividade da enzima NR mantendo-se estável durante o ciclo.

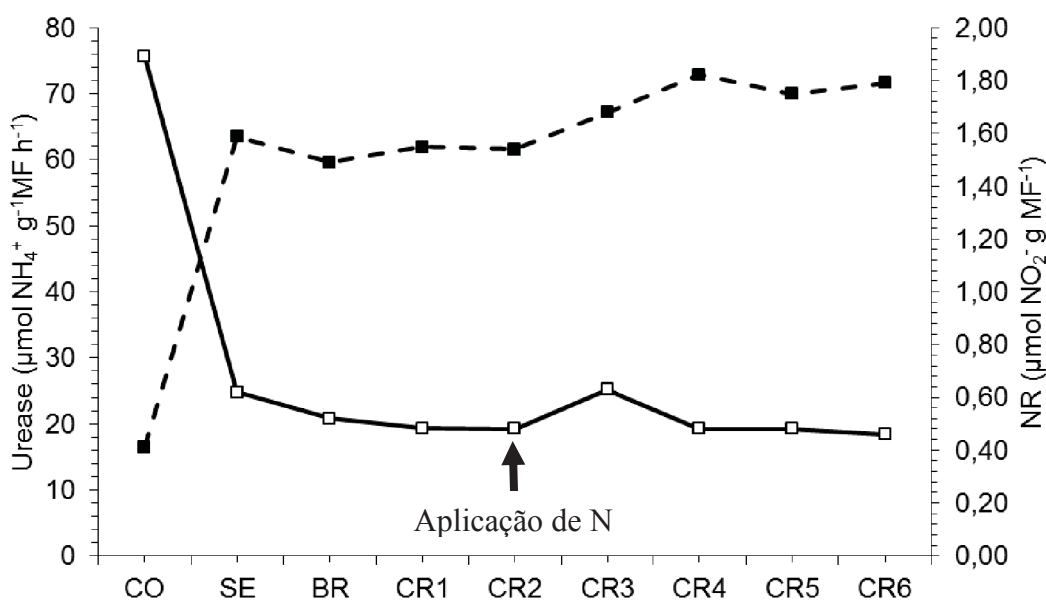


FIGURA 13. Atividades das enzimas urease (■) e nitrato redutase (□) em folhas de pêssigo em razão dos estádios fenológico; dap = dias após aplicação do tratamento adubação; CO = colheita; SE = senescência; BR = brotação; CR1 = crescimento do fruto; CR2 = crescimento do fruto (aplicação do tratamento adubação); CR3 = crescimento do fruto (2 dap); CR4 = (4 dap); CR5 = (6 dap); CR6 = (8 dap).

As avaliações enzimáticas indicam que a cultura do pêssigo apresenta uma grande reciclagem de N durante seus estádios vegetativos e reprodutivos. Esses resultados demonstram que aparentemente a adubação nitrogenada do ano é absorvida e armazenada pela cultura para uso na safra seguinte. Como a atividade da enzima NR foi baixa, isso indica que a absorção pode ser baixa e contínua, justificando o maior parcelamento possível da adubação para melhor eficiência de aproveitamento pela cultura.

4.0 CONCLUSÕES

- 1- A adubação nitrogenada aumenta os teores de N na seiva e na folha de forma linear seguindo a dose aplicada;
- 2- A adubação e raleio não afeta os teores de P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn e Cu na seiva e folha;
- 3- A adubação e raleio não afeta os teores de Clorofila *a*, *b*, total e atividade da enzima nitrato redutase durante os estádios fenológicos da cultura;
- 4- A enzima urease aumenta a atividade de forma gradual, seguindo as doses de N e estádios fenológicos;
- 5- A adubação e raleio não afeta circunferência do tronco;
- 6- A análise da seiva apresenta relação com os teores foliares de N, K e Mg;
- 7- A análise da seiva não apresenta relação com os teores foliares de micronutrientes;
- 8- A adubação com N acidifica o solo na projeção da copa (PC) na camada 0-0,1 m;
- 9- A adubação nitrogenada associada ao manejo de raleio aumenta a produtividade, número de frutos por planta e peso médio do fruto.

5 REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, M.; JUAN, M.; ALMEDA, V.; ANDREU, I.; SPERONI, C. Estímulo del desarrollo de los frutos de hueso. Valência : Generalidad Valenciana/ Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1997. 78p.

ANDRADE, T. F. Monitoramento do estado nutricional e da solução do solo em laranjeiras 'hamlin' fertirrigadas. Botucatu, SP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2012. 63p. (Dissertação de Mestrado).

ARNON, D.I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenos oxidase in Beta vulgaris. *Physiol. Plant*, 24:1-15, 1949.

ASSISTAT 7.5 beta 2010. Disponível em: < <http://www.assistat.com/index.html> >. Acesso em 20 dez. 2012.

BAIN, J. M. AND R.N. ROBERTSON. The physiology of apple fruits. I. Cell size, cell number, and fruit development. *J. Sci. Res*, 4:75-91, 1951.

BAR-AKIVA, A.; KAPLAN, M.; LAVON, R. The use of biochemical indicator for diagnosing micronutrient deficiencies of grapefruit trees under field conditions. *Agrochemical*, 11:283-288, 1967.

BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; MARTINS, F.P.; IGUE, T. O pessegueiro no sistema de pomar compacto. IV. intensidade e época de raleio dos frutos dos cultivares Tropical e Aurora-1. *Bragantia*, 50:93-102, 1991.

BASSO, C.; SUZUKI, A. Resposta da macieira Cv. Golden Delicious à adubação nitrogenada. *R. Bras. Ci. Solo.*, 16:223-227, 1992.

BI, G.; SCAGEL, C. F.; FUCHIGAMI, L. H. Effects of spring soil nitrogen application on nitrogen remobilization uptake, and partitioning for new growth in almond nursery plants. *J. of Hort Sci & Biotc*, 39:431-436, 2004.

BRUNETTO, G.; MELO, G. W.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A. Adubação nitrogenada em ciclos consecutivos e seu impacto na produção e na qualidade do pêssego. *Pesq. Agropec. Bras.*, 42:1721 - 1725, 2007.

CADAHÍA, C. & LUCENA, J. J. Diagnostico de nutrición y recomendaciones de abonado. In: CADAHÍA, C. *Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. (3º Ed). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2005. p. 183-257.

CAMACHO, R.; CALVACHE, A.M.; FALCÃO, N.; FERNANDEZ, F.; DEMATTÊ, J.A.M.; MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em solução nutritiva, com variação no fornecimento de N, P e K. *Sci Agric*, 52:422-425, 1995.

CAMPOS, A.D.; C.J.S.; B.H.; FORTESW, J.F, Qualidade dos frutos e crescimento dos ramos de pessegueiro em função do nitrogênio e potássio foliar. In: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura, 1996, Curitiba. Anais, Curitiba, PR. SBF 1996, p. 379.

CANTARELLA, H. & TRIVELIN, P.C.O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ, B.van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A., eds. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. p.270-276.

CANTÓN FR, SUÁREZ MF, CÁNOVAS FM. Molecular aspects of nitrogen mobilization and recycling in trees. *Photosy. Res.*, 83:265-278, 2005.

CAZETTA, J.O.; FONSECA, I.M.; PRADO, R.M. Perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: teste bioquímicos. In: Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças. PRADO, R.M. et al. (Eds). Jaboticabal: FCAV/FAPESP/CAPES/FUNDUNESP, 2010. p. 109-134.

CHATZITHEODOROU, I. T.; SOTIROPOULOS, T. E.; MOUHTARIDOU, G. I. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium fertilization and manure on fruit yield and fruit quality of the peach cultivars 'Spring Time' and 'Red Haven'. *Agron. Res.*, 2:135-143, 2004.

COELHO, A.M., FRANÇA, G.E., BAHIA, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Balanço de nitrogênio (15 N) em um latossolo-escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. *R. Bras. Ci. Solo.*, 15:187-193, 1991.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3ed. Passo Fundo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

CUMMINGS, G.A. Effect of soil pH and calcium amendments peach yield, tree growth and longevity. *Acta Hort.*, 254:179-184, 1989.

DAUGHTRY, C. S. T.; WALTHALL, C. L.; KIM, M. S. et al. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Rem. Sens. Env.*, 74:229-239, 2000.

DOLINSKI, M. A. Adubação nitrogenada e potássica na cultura da ameixa 'Reubennel' na região de Araucária-PR. Curitiba, PR, Universidade Federal do Paraná, 2007. 86 p. (Dissertação de Mestrado).

DOLINSKI, M. A. Produtividade, crescimento vegetativo, doenças e qualidade pós-colheita de pessegueiro adensado com manejos de adubação nitrogenada e de poda verde. Curitiba, PR, Universidade Federal do Paraná, 2012. 126 p. (Tese de Doutorado).

DOLINSKI, M. A. SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; CUQUEL, F. L.; SOUZA, S. R.; MAY-DEMIO, L. L.; MONTEIRO, L. B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro "Chimarrita" em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa - PR. *R. Bras. Frutic.*, 27:295-299, 2005.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.

ERNANI P. R.; DIAS, J.; VANZ, L. Application of nitrogen to the soil after fruit harvest has not increased apple yield. R. Bras. Frutic., 19:33-37, 1997.

FACHINELLO, J. C.; MARODIN, G. A. B. Implantação de pomares. In: MONTEIRO, L. B.; MAY-DE MIO, L. L.; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; CUQUEL, F. L. Fruteiras de caroço: uma visão ecológica. 1.ed. Curitiba: UFPR, 2004. p. 33-48.

FACHINELLO, J.C.; NATCHIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Fruticultura. Fundamentos e Práticas. 1.ed. Pelotas: Editora UFPEL, 1996. 331p.

FAUST, M. Physiology of temperate zone fruit trees. New York: J. Wiley, 1989. 338p.

FENN, L.B.; TAYLOR, R.M.; BURK, C.M. Influence of plant age on calcium stimulated ammonium absorption by radish and anion. J. Plant. Nutr., 16:1161-1177, 1993.

FREIRE, C.J. da S.; ZANCAN, C.; DITTMAR, E.A. Comportamento da macieira cv Gala/MM 106 em função da adubação nitrogenada de primavera e de outono. Agrop. Cl. Temp., 2:37-47, 1999.

GEORGE, A.P.; NISSEN, R. J. Effects of water stress, nitrogen and paclobutrazol on flowering, yield and fruit quality of the low-chill peach cultivar, 'Flordaprince'. Sci. Hortic., 49:197-209, 1992.

GOMES, F.R.C.; FACHINELLO, J.C.; MEDEIROS, A.R.M.; GIACOBBO, C.L.; SANTOS, I.P. Influência do manejo do solo e da intensidade de raleio de frutas, no crescimento e qualidade de pêssegos, cvs. Cerrito e Chimarrita, R. Bras. Frutic., 27:60-63, 2005.

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ, V.H. & MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. Bragantia, 58:209-216, 1999.

HOGAN, M.E.; SEIFT, I.E.; DONE, J. Urease assay and ammonia release from leaf tissue. Phytochemistry, 22:663- 665, 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> Acessado em: 17 de Dez. 2012.

JENDOUBI, D HAMDI EL. Nutrición de arbores frutales: Necesidades y desequilibrios nutricionales. Zaragoza, Universidad de Lérida – Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012. 157 p. (Tesis Doctoral).

JOHNSON, R. S.; HANDLEY, D. F. Thinning response of early and late-season peaches. J. Am. S. Hort. Sci., 11:852-855, 1989.

LOESCHER, W.H.; McCAMANT, T.; KELLER, J.D. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. HortSci., 25:274-281, 1990.

LOZANO, E. Estudio comparative de la deficiencia de boro y de calcio en cuatro variedades de *Lyopersicon esculentum* Mill. Madrid. Universidad Autónoma de Madrid, 1996. (Tese de Doutorado).

MAGNANI, M.; FREIRE, C.J.S.; MORAES, E.C. Manejo de NPK em pessegueiro (*Prunus pérsica* (L.) Batsch, in: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA., Florianópolis, Anais. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1984. p.1105-1123. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3. ed. Piracicaba: Ceres, 1981. 594 p.

MALAVOLTA, E.; VTITI, G.C. & OLIVEIRA, S.C. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. 317p.

MARKS, M. J.; ANDREWS, L. The response of Bramley's seedling apple trees grown on different rootstocks to spring and autumn applied nitrogen. Acta Horti., 274:321-329, 1990.

MARTINS, A.P.L. & REISSMANN, C.B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. Sci. Agr., 8:1-17, 2007.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Crescimento e teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em pessegueiro cv. Diamante com diferentes níveis de N aplicado ao solo. Pesq. Agropec. Bras., 23:1315-1321, 1991a.

MATTOS, M.L.T.; FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. Produção do pessegueiro cv. Diamante sob diferentes doses nitrogênio aplicado ao solo. Pesq. Agropec. Bras., 24:1315-1321, 1991b.

MCCULLOUGH, H. Determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. Clin. Chim. Acta, 17: 297-304, 1967.

MOBLEY, H.L.T.; ISLAND, M.D.; HAUSINGER, R.P.; Molecular biology of microbial ureases. Microbiol. R., 59: 451-480, 1995.

MORENO, J.; GARCÍA-MATÍNEZ, J. L. Seasonal variation nitrogenous in the xylem sap Citrus. Physiol. Plant., 59: 669-675, 1983.

MOTTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, G. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuaí. Acta Sci. Agron., 28:455-463, 2006.

MOTTA, C.V.M.; SERRAT, B.M.; FAVARETTO, N. Fertilidade do solo. In: MONTEIRO, L.B.; MAY-DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA A.C.; CUQUEL F. L. Fruteiras de caroço: Uma visão ecológica, Curitiba, UFPR, 2004. p. 49-57.

MULDER, E. G.; R. BOXMA & W.L.V. VEEN. The effect of molybdenum and nitrogen deficiencies on nitrate reduction in plant tissues. *Plant Soil*, 10:335-355, 1969.

MUÑOZ N, GUERRI J, LEGAZ F AND PRIMO-MILL. Seasonal uptake of ¹⁵N-nitrate and distribution of absorbed nitrogen in peach trees. *Plant Soil*, 150:263-269, 1993.

NAVA, G. Nutrição e rendimento da macieira em resposta as adubações nitrogenada e potássica e ao déficit hídrico. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007. 113 p. (Tese de Doutorado).

NAVA, G.; NUENRBERG, N. J.; PEREIRA, A.; DECHEN, A.R. Adubação de crescimento de macieira cv. catarina sobre porta-enxerto marubakaido em São Joaquim-SC. *R. Bras. Fruti.*, 29:359- 63, 2007.

NAVA, G.A.; MARODIN, G.A.B.; PIRES DOS SANTOS, R. Reprodução do pessegueiro: efeito genético, ambiental e de manejo das plantas. *R. Bras. Fruti.*, 31:1218-1233, 2009.

NEISEN, G. H; HOGUE, E.J; MEHERIUK, M. Nitrogen fertilization and orchard-floor vegetation management affect growth, nutrition and fruit quality of gala apple. *Can. J. Plant Sci.*, 79:379-385, 1999.

NETO, ANA PAULA. Metabolismo do nitrogênio e concentração de nutrientes no cafeeiro irrigado em razão da dose de N. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009. 93 p. (Dissertação de Mestrado).

NOVOTNY E.H. Levantamento das alterações das propriedades químicas de um solo sob a cultura do cafeeiro em função da adubação e práticas culturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 20., Guarapari, 1994. Resumos...Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1994. p. 160-163

PAVAN, M. A. Estratificação da acidez do solo devido a adubação nitrogenada em pomares estabelecidos de macieira. *R. Bras. Fruti.*, 14:135-138, 1992.

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

QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 270-276.

RAIJ, B.van. & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 31p. (Boletim Técnico,81).

RASEIRA, M do. C. B.; NAKASU, B.H. Pessegueiro. In: BRUCKNER, C.H. Melhoramento de fruteiras de clima temperado. Viçosa: UFV, 2002. p. 89 – 126.

REIS, A.R.; FAVARIN, J.L.; GALLO, L.A.; MALAVOLTA, J.E.; MORAES, M.F.; LAVRES JUNIOR, J. Nitrate reductase and glutamine synthetase activity in coffee leaves during fruit development. R. Bras. Ci. Solo, 33:315-324, 2009.

ROMBOLÁ, A. D.; SORRENTI, G.; MARODIN, G. A. B.; PIERI, B. Z. D.; BARCA, E.; Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. Semina Ci. Agr., 33: 639-654, 2012.

ROMBOLÁ, A.D.; TOSELI, M.; SCUDELLAR, D.A. Nutrição de frutas de caroço na fruticultura ecocompatível, In: Simpósio internacional de frutas de caroço pêssego, nectarinas e ameixas, Porto Alegre, 2000. Anais. Porto Alegre RS, UFRS, 2000. p.41-60.

ROZENE, D. E.; VALE, D. W.; SOUZA, H. A.; CORREIRA, M.A.R.; PRADO, R. M. Introdução à nutrição mineral de plantas. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. Nutrição mineral de plantas: diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: CAPES/FUNDUNESP, 2008. P. 11-18.

SALOMÃO, L.C.; PINHEIRO, R.V.; CONDÉ, A.R.; SOUZA, A.C.G. Efeitos do desbaste manual de frutos na produtividade e na qualidade dos frutos de pessegueiros (*Prunus persica* (L.) Batsch.), cultivar Talismã. R. Ceres, 35:596-608, 1988.

SANCHES, A.C.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; RIGOLIN, A.T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um Podzólico Vermelho-Amarelo. R. Bras. Ci. Solo, 23:91-99, 1999.

SCARIOTTO, S. Fenologia e componentes de rendimento de pessegueiro em condições subtropicais. Pato Branco, PR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011. 130 p. (Dissertação de Mestrado).

SCARPARE FILHO, J. A.; MINAMI, K.; KLUGE, R. A. Intensidade de raleio de frutos em pessegueiros 'flordaprince' conduzidos em pomar com alta densidade de plantio. Pesq. Agropec. Bras., 35: 1109-1113, 2000.

SCHAFFER, B., WHILEY, A.W., CRANE J.H. Mango. In: SCHAFFER, B., ANDERSEN, P.C. (ed) Handbook of environmental physiology of fruit crops. Boca Raton: CRC Press, 1994. v.2, p.165-197.

SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. Handbook of environmental physiology of fruit crops. Florida: CRC, 1999. 310p.

SERRAT, B.M.; REISSANN, C.B.; MOTTA, A.C.V.; MARQUES, R. Nutrição mineral de fruteiras de caroço. Fruteiras de caroço: Uma visão ecológica. Curitiba, UFPR, 2004 p.71-96.

SOUZA, S.R Adubação Nitrogenada no Desenvolvimento das Doenças do Pessegueiro, Sob Sistema de Produção Integrada de Fruteiras, na Lapa – PR. Curitiba, PR, Universidade Federal do Paraná, 2005. 91p. (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, T.R. Monitoramento do estado nutricional de plantas cítricas e da solução do solo em sistema de fertirrigação. Botucatu, SP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2010. 131p. (Tese de Doutorado).

SUZUKI, A.; BASSO, C. Fertilidade do solo e nutrição da macieira. In: EPAGRI. Manual da cultura da macieira. Florianópolis, 2002. p.341-381.

TAGLIAVINI, M.; QUARTIERI, M.; ROMBOLÁ, A. D.; ZAVALLONI, C.; MALAGUTI, D.; MARANGONI, B.; SCUDELLARI, D. Ripartizione degli elementi minerali nei frutti degli alberi decidui. Frutticoltura., 62:83-87, 2000.

TAGLIAVINI, M.; ROMBOLÀ, A.D.; QUARTIERI, M.; MALAGUTI, D.; MAZZANTI, F.; MILLARD, P.; MARANGONI, B. Mineral nutrition partitioning to fruits of deciduous trees. Acta Hort., 512:131-140, 2000.

TSIPOURIDIS C.G.; SIMONIS A.D.; BLADENOPOULOS S.; ISAAKIDIS A.M.; Nutrient element variability of peach trees and tree mortality in relation to cultivars and rootstocks. Hort. Sci., 29:51-55, 2002.