

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA**

**EXPORTAÇÃO, IMOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E FIXAÇÃO  
DE CARBONO EM POMAR DE PEREIRAS EM PLANTIO  
ADENSADO E SISTEMA ORGÂNICO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANDRICIA VERLINDO**

**GUARAPUAVA-PR  
2012**

**ANDRICIA VERLINDO**

**EXPORTAÇÃO, IMOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E FIXAÇÃO DE CARBONO  
EM POMAR DE PEREIRAS EM PLANTIO ADENSADO E SISTEMA ORGÂNICO**

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

Aprovada em 07 de março de 2012

Prof. Dr. Jackson Kawakami  
Co-Orientador

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
Orientador

GUARAPUAVA-PR  
2012

Catálogo na Publicação  
Biblioteca da UNICENTRO, Campus CEDETEG

V52 Verlindo, Andricia  
1e Exportação, imobilização de nutrientes e fixação de carbono em pomar de  
pereiras em plantio adensado e sistema orgânico / Andricia Verlindo. –  
Guarapuava, 2012  
xi, 46 f. : il. ; 28 cm

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

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho

Co-orientador: Jackson Kawakami

Banca examinadora: Luiz Antonio Biasi, Alessandro Jefferson Sato

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Adubação. 3. Agroecologia. 4. Carbono orgânico. 5.  
Nutrição mineral. 6. *Cydonia oblonga*. 7. *Pyrus* spp. I. Título. II. Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia.


CDD 631.8

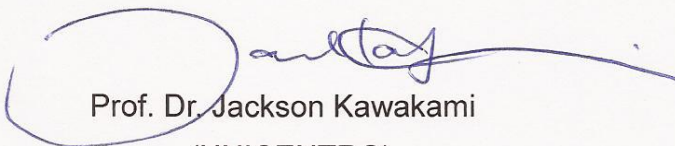
**ANDRICIA VERLINDO**

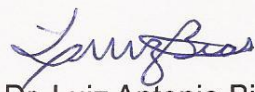
**“EXPORTAÇÃO, IMOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E FIXAÇÃO DE CARBONO EM  
POMAR DE PEREIRAS EM PLANTIO ADENSADO E SISTEMA ORGÂNICO”.**

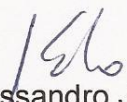
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 07 de março de 2012.

  
Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Jackson Kawakami  
(UNICENTRO)

  
Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi  
(UFPR)

  
Dr. Alessandro Jefferson Sato  
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR  
2012

**Aos meus pais, Sebastião Onório e Ivanilde,  
Por seus exemplos de vida; que são e sempre serão a luz da minha vida.  
O meu esforço tem o único propósito de retribuir a vocês todo o amor e  
dedicação que me doaram, durante todos esses anos.  
Obrigada por acreditarem e investirem em mim!**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Principalmente a **Deus**, por estar sempre ao meu lado me dando força, confiança, proteção e perseverança para seguir em frente.

À **minha família** que sempre me incentivou a alcançar caminhos mais distantes, pelo suporte, amor e compreensão.

À **Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO**, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Ao **Conselho Nacional de Pesquisa e Aperfeiçoamento - CNPq**, pela concessão da bolsa de mestrado, que permitiu a dedicação ao curso e à pesquisa.

Ao Professor **Dr. Renato Vasconcelos Botelho**, pelas inúmeras orientações, pela paciência, pelo apoio e por acreditar no meu trabalho.

Ao professor **Dr. Jackson Kawakami, Dr. Alessandro Jefferson Sato, e Dr. Anderson Ricardo Trevisan** por toda a ajuda e ensinamento.

Aos **amigos, colegas e funcionários** que caminharam junto comigo. Ao grupo de trabalho do laboratório de Fruticultura e Solos, por toda cooperação. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta obra.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>Iii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>01</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>03</b>
2.1. Importância da fruticultura no Brasil .....	03
2.2. A cultura da pereira do mundo e no Brasil.....	03
2.3. Exigências nutricionais e dinâmica dos elementos em plantas frutíferas.....	04
2.3.1. Macronutrientes .....	05
2.3.1.1. Nitrogênio .....	05
2.3.2. Fósforo .....	06
2.3.3. Potássio .....	07
2.3.4. Enxofre .....	08
2.3.5. Cálcio .....	08
2.3.6. Magnésio .....	09
2.3.2. Micronutrientes .....	09
2.3.2.1. Cobre .....	10
2.3.2.2. Ferro .....	10
2.3.2.3. Manganês .....	10
2.3.2.4. Zinco .....	11
2.4. Fixação de carbono .....	11
2.5. Agricultura orgânica .....	12
2.6. Descrição das cultivares de pereira .....	13
2.6.1. Cultivar Cascatense .....	13
2.6.2. Cultivar Tenra .....	13
2.6.3. Porta-enxerto .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
4.1. Imobilização e exportação de macronutrientes por pereiras das cultivares Tenra e Cascatense .....	17
4.2. Imobilização e exportação de micronutrientes por pereiras das cultivares Tenra e Cascatense .....	23
4.3. Exigências nutricionais .....	27
4.4. Carbono orgânico na biomassa de pereiras cv. Cascatense e Tenra .....	29
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>

## RESUMO

VERLINDO, A. Exportação e imobilização de nutrientes e fixação de carbono em pomar de pereiras em plantio adensado e sistema orgânico

Atualmente a produção brasileira de peras é inexpressiva diante do consumo nacional em virtude principalmente da falta de técnicas de manejo, porém este cenário pode ser alterado com o desenvolvimento de pesquisas, sobretudo na área de tecnologia de produção. Os elementos minerais são de extrema importância para a produção, porém o seu melhor aproveitamento depende do conhecimento da sua demanda pelas plantas. Neste contexto, um experimento foi conduzido em 2010 e 2011, em Guarapuava-PR, com o objetivo de estimar as necessidades nutricionais e o carbono fixado nas cultivares de pereira Tenra e Cascatense em plantio adensado e sistema orgânico. As pereiras enxertadas sobre o porta-enxerto marmeleiro 'CPP' foram plantadas em setembro de 2004, no espaçamento 4x1 m e conduzidas em sistema de líder central com copa estreita e com irrigação por gotejamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com dois tratamentos (cultivares), cinco repetições e unidade amostral constituídas por cinco plantas. No final de cada ciclo vegetativo, no início do outono, foi retirada do solo uma planta por parcela experimental. Logo em seguida, as pereiras foram seccionadas e separadas (raízes, tronco, ramos e folhas), pesadas e mantidas em estufa de secagem com circulação de ar, até atingir massa constante. Posteriormente, as amostras foram trituradas, moídas e levadas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Unicentro, onde foram realizadas as análises minerais. Os frutos da safra 2010/2011, colhidos em janeiro de 2011, também foram utilizados para análise mineral. Para ambas as cultivares estudadas, os maiores acúmulos dos elementos N, Ca, Mg e S nas partes permanentes foi verificado no tronco. Para o P, os ramos apresentaram a maior imobilização. Para o K houve diferenças significativas entre as cultivares, sendo que na cultivar Tenra, as maiores quantidades imobilizadas foram nas raízes, para a cultivar Cascatense, nos ramos. As quantidades de N, K e Mg extraídos pelos frutos da cv. Tenra foram superiores daqueles da cv. Cascatense. O teor de minerais das folhas diferiu entre as cultivares estudadas. As quantidades mínimas de N, P, K, Ca, Mg e S imobilizadas anualmente pelas partes permanentes das pereiras foram, respectivamente, de 13.763,39 g ha<sup>-1</sup>, 1.228,38 g ha<sup>-1</sup>, 7.197,24 g ha<sup>-1</sup>, 819,445 g ha<sup>-1</sup>, 2.261,15 g ha<sup>-1</sup> e 1.267,39 g ha<sup>-1</sup>. As quantidades mínimas de N, P, Ca, Mg e S exportadas pelos frutos foram, respectivamente, 913,32 g, 113,32 g, 1.211,72 g, 52,28 g, 65,05 g e 112,52 g, por tonelada de frutos. As quantidades mínimas de Fe, Cu, Zn e Mn imobilizados anualmente pelas partes permanentes das pereiras foram, respectivamente, 376.006,98 mg ha<sup>-1</sup>, 45.695,11 mg ha<sup>-1</sup>,



30.984,60 mg ha<sup>-1</sup> e 14.794,87 mg ha<sup>-1</sup>. As quantidades mínimas de Fe, Cu, Zn e Mn exportados anualmente pelos frutos foram, respectivamente 1.911,47 mg ha<sup>-1</sup>, 1.322,47 mg ha<sup>-1</sup>, 2.353,71 mg ha<sup>-1</sup> e 278,73 mg ha<sup>-1</sup>. O carbono orgânico fixado no tronco das cv. Cascatense e Tenra representou 42% e 50% do C total fixado, respectivamente. A quantidade mínima de carbono fixado pelas raízes contribuiu com 25% do carbono total do pomar. A biomassa seca dos componentes folhas, tronco, ramos e raízes das cv. Cascatense e Tenra foi 5.971,87 kg ha<sup>-1</sup> e 3.712,47 kg ha<sup>-1</sup> de carbono orgânico, respectivamente.

**Palavras-chave:** Adubação, agroecologia, carbono orgânico, *Cydonia oblonga*, nutrição mineral, *Pyrus* spp.

## ABSTRACT

VERLINDO, A. Exportation and immobilization of nutrients and carbon kidnapping in pear trees in high density planting and organic system

Currently the Brazilian production of pear is meaningless in the face of domestic consumption, mainly due to the lack of management technology, but this scenario can be changed through the development of research, especially in the area of production technology. The mineral elements are extremely important for crop production, but their best use depends on the knowledge of plant demands. In this context, an experiment was conducted in 2010 and 2011 in Guarapuava-PR, Brazil, in order to estimate the nutritional needs of pear cultivars 'Cascatense' and 'Tenra' on high density planting an organic system. The plants grafted on the rootstock quince 'CPP' were planted in September 2004, spaced 4 x 1 m and conducted in central leader with narrow canopy and drip irrigation. The experimental design was in randomized blocks with two treatments (cultivars), five replicates and five plants per plot. At the end of each growing season, in early autumn, it was removed from the soil one plant per plot. Soon after, the pear trees were cut and separated (roots, trunk, branches and leaves), weighed and incubated in a drying chamber with forced-air circulation, until constant weight. Later, The samples were crushed, milled and taken to the Laboratory of Soil and Plant Nutrition from Unicentro, where the mineral analysis were performed. The fruits from 2010/2011 harvest were collected in January 2011 and were also analyzed. For both cultivars, the highest accumulations of the elements N, Ca, Mg e S on permanent parts, were found in the trunk. For P, the branches presented the highest immobilization. For K, there were differences among cultivars, and in the cultivar Tenra the largest quantities were immobilized in the roots and for the cv. Cascatense in the branches. The amounts of N, K and Mg extracted by the fruits cv. Tenra were higher than those from cv. Cascatense. The mineral contents of leaves were different between cultivars. The minimum nutrient amounts of N, P, K, Ca, Mg and S immobilized annually by the permanent parts of the pear trees were, respectively, 13,763.39 g ha<sup>-1</sup>, 1,228.38 g ha<sup>-1</sup>, 7,197.24 g ha<sup>-1</sup>, 819.445 g ha<sup>-1</sup>, 2,261.15 g ha<sup>-1</sup> e 1,267.39 g ha<sup>-1</sup>. The minimum nutrient amounts of N, P, K, Ca, Mg and S exported by the fruits were, respectively, 913.32 g, 113.32 g, 1,211.72 g, 52.28 g, 65.05 g e 112.52 g, per fruit ton. The minimum amounts of Fe, Cu, Zn and Mn immobilized annually by the permanent parts of the pear trees were, respectively, 376,006.98 mg ha<sup>-1</sup>, 45,695.11 mg ha<sup>-1</sup>, 30,984.60 mg ha<sup>-1</sup> and 14,794.87 mg ha<sup>-1</sup>. The minimum amountos of Fe, Cu, Zn and Mn exported by the fruits were, respectively 1,911.47 mg ha<sup>-1</sup>, 1,322.47 mg ha<sup>-1</sup>, 2,353.71 mg ha<sup>-1</sup> e 278.73 mg ha<sup>-1</sup>. The organic carbon fixed in the stem of pears

cultivars Tenra and Cascatense, represents 42% and 50% of total C fixed, respectively. The minimum organic carbon fixed by roots contributed 25% to the total carbon in the orchard. The biomass components of leaves, stem and roots of cv. Cascatense and Tenra were 5,971.87 kg ha<sup>-1</sup> and 3,712.47 kg ha<sup>-1</sup> organic carbon, respectively.

**Keywords:** Agroecology, *Cydonia oblonga*, mineral nutrition, nutrients, organic agriculture, organic carbon. *Pyrus* sp..

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A pereira pertence à família Rosaceae, ao gênero *Pyrus* e compreende mais de 20 espécies, sendo todas nativas da Europa e da Ásia. No Brasil, as principais espécies de importância econômica são a *P. communis* L., a *P. pyrifolia* (Burn) Nak, além das híbridas (EMBRAPA, 2007).

A produção média de peras do Brasil está em torno de 15 mil toneladas anuais, no entanto, ressalta-se que este volume não atende a demanda de consumo que é cerca de seis vezes superior, o que torna necessário importar grande quantidade desta fruta. Entre 2001 e 2005, foram importadas mais de 90 mil toneladas anuais, o que movimentou anualmente mais de US\$ 41 milhões e tornou esta a principal fruta importada pelo Brasil (FIORAVANÇO, 2007).

A situação de baixa expressão da produção nacional de peras ocorre em função de vários fatores, tais como: falta de tecnologia de produção, de cultivares de copa e porta-enxerto adaptadas, de incentivo do governo e do manejo pós-colheita (NAKASU e LEITE, 1990). Dentre os fatores que podem colaborar com a melhoria qualitativa e quantitativa da produção de peras, está a adubação, no entanto, embora as funções de macro e micronutrientes na planta sejam conhecidas, a exigência nutricional de cada cultivar necessita ser avaliada, pois podem ocorrer variações quanto às suas exigências. O método para determinar a quantidade dos nutrientes exigidos é relativamente simples, sendo realizado por meio de análise mineral do tecido das plantas (STASSEN e NORTH, 2005).

O manejo da adubação é essencial nas plantações, equilibra o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, bem como garante a qualidade dos frutos em fruteiras de clima temperado (TAGLIAVINI e MARANGONI, 2000). A nutrição mineral é um dos fatores mais importantes na produção de frutíferas, uma vez que os minerais são responsáveis por várias funções como os processos energéticos, ativação enzimática e regulação osmótica das membranas (FAUST, 1989).

A exigência anual de aplicação de fertilizantes depende das necessidades totais das plantas, do fornecimento natural do solo através da mineralização e da decomposição de materiais orgânicos. Desta forma, é difícil calcular as necessidades totais de nutrientes para as pereiras, uma vez que é necessário quantificar os nutrientes de reserva contidos no tronco e raízes, bem como os nutrientes contidos nas folhas, brotos e raízes, que são produzidos anualmente (NEILSEN e NEILSEN, 2003).

Trabalhos sobre nutrição e adubação de pereiras no Brasil são escassos, entretanto, para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul para a adubação de manutenção da cultura da pereira se recomenda a análise conjunta dos seguintes parâmetros: análise foliar, análise do solo, idade das plantas, crescimento vegetativo, sistema de condução, adubações anteriores, produção,

tratos culturais, distúrbios nutricionais e presença de sintomas de deficiência ou de toxidez, porém não há parâmetros de extração de nutrientes (BASSO et al., 2003; CQFS-RS/SC, 2004).

Diante do grande avanço em produtividade alcançado, o sistema de produção agrícola convencional no Brasil foi amplamente difundido nas últimas três décadas, em consequência do crescimento da demanda de alimentos. No entanto, advindo da homogeneidade do agroecossistema e das práticas intensivas de manejo, a agricultura convencional tem sido responsável por notáveis alterações nas comunidades biológicas e nos ciclos biogeoquímicos de nutrientes (FADINI e LOUSADA, 2001). Neste contexto, atualmente a fruticultura busca priorizar tecnologias que busquem a sustentabilidade, mantendo a viabilidade econômica, com menor impacto ao meio ambiente e riscos à saúde humana (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2002).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de nutrientes acumulados durante o ciclo vegetativo nas diferentes partes da planta, exportados para as folhas e frutos de pereiras das cultivares Cascatense e Tenra em plantio adensado e sistema orgânico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Importância da fruticultura no Brasil

De acordo com Dantas et al. (2009) a fruticultura representa grande importância social, gera empregos e melhora a qualidade de vida das comunidades. O valor bruto da produção de frutas está entre 5,4 e 5,8 bilhões de dólares, o que corresponde a 13% do valor da produção agrícola brasileira.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção brasileira de frutas em 2010 foi superior a 43 milhões de toneladas, o que representa 5,2% a mais que em 2009, quando chegou a 41 milhões de toneladas. A área plantada com fruticultura foi de aproximadamente 2,2 milhões de hectares. O resultado mantém o Brasil como terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás apenas de China e Índia (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2011).

No valor bruto da produção agropecuária paranaense, a fruticultura participa entre 2 a 3%, sendo que em 2007, este valor foi de quase R\$ 775 milhões, para uma produção de 1,3 milhão de toneladas, em cerca de 65 mil hectares de pomares, contando com 35 espécies diferentes (ANDRADE, 2012).

### 2.2. A cultura da pereira do mundo e no Brasil

No ano de 2009, os principais países produtores de peras foram a China, com aproximadamente 64% da produção mundial, seguido dos Estados Unidos da América com 4%, Itália com 4%, Argentina com 3% e Coreia do Sul com 2% (FAO, 2011).

A produção mundial de peras em 2009 foi de 21 milhões de toneladas, com produtividade média de 13,5 t ha<sup>-1</sup>, sendo que a China, incrementou 78% sua área cultivada nos últimos quinze anos (FAO, 2011).

Em 2007, a produção brasileira está em torno de 15 mil toneladas, com a produtividade média de 11 t ha<sup>-1</sup>, que é inferior a países como Argentina e Chile onde a produtividade é de 29,9 e 26,5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Além disso, a área brasileira de produção encontra-se estagnada há 15 anos. Esse panorama se deve entre outros fatores ao baixo nível tecnológico e falta de cultivares e porta-enxertos adaptados para as diferentes regiões (FIORAVANÇO, 2007).

A produção brasileira de peras está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, sendo que o Estado que mais se destaca é o Rio Grande do Sul com 57% da produção, seguido do Paraná com 25% e São Paulo com 10% (IBGE, 2011).

As cultivares de pereira se dividem em dois grupos denominadas européias e asiáticas. As européias (*Pyrus communis*) são as de maior consumo no Brasil e apresentam formato piriforme e polpa amanteigada quando bem maduras, tendo como exemplos as cultivares Williams (Bartlett), Packhams Triumph, D'anjou, Rocha e Abate Fetel. As peras asiáticas podem ser divididas em japonesas e chinesas, as peras japonesas (*P. pyrifolia* var. *culta*) com frutos arredondados, as chinesas (*P. bretschneideri* e *P. ussuriensis*) com frutos mais piriformes e polpa menos doce e menos succulenta que as japonesas (FAORO e ORTH, 2010).

A produção de peras européias com alta qualidade de manejo e com cultivares adequadas, esta se encontra concentrada no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Enquanto que a pera chinesa cv. Yali, concentra-se no Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Contudo as áreas de plantio da pereira japonesa de alta qualidade apresentam pequenas áreas localizadas em Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais (FAORO e ORTH, 2010).

### **2.3. Exigências nutricionais e dinâmica dos elementos em plantas frutíferas**

Para garantir a qualidade da produção em frutíferas, deve-se procurar o equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, sendo que o manejo da adubação é um dos melhores meios (TAGLIAVINI e MARANGONI, 2000). A nutrição mineral é um dos fatores mais importantes na produção de frutíferas, uma vez que os minerais são responsáveis por várias funções como os processos energéticos, ativação enzimática e regulação osmótica das membranas (MARSCHNER, 1995; FAUST, 1989).

A maior parte dos nutrientes exportados do solo são direcionados para os frutos, sendo assim a necessidade de suprir os nutrientes do solo está relacionado ao rendimento das culturas. Ressalta-se que as perdas por lixiviação também podem ocorrer, principalmente sob condições de elevada precipitação ou irrigação, além disso, os nutrientes também são removidos pela poda e uma certa quantidade é fixada formando a estrutura permanente da árvore (KOTZE, 2001; STASSEN e NORTH, 2005).

Segundo KANGUEEHI (2008), a exigência nutricional para produção de frutas é fundamental especialmente para plantios de alta densidade. Um método eficaz para determinar a

necessidade nutricional é baseado na análise mineral de toda a planta (WEINBAUM et al., 2001). Nesse sentido, vários estudos tem sido realizados em culturas como a macieira (NEILSEN e NEILSEN, 2003; HAYNES e GOH, 1980), pessegueiro (STASSEN, 1987), pereira (STASSEN e NORTH, 2005), entre outros.

Dentre diversos fatores, o porta-enxerto pode ser determinante na absorção de nutrientes em plantas frutíferas. Pois de acordo com STASSEN e NORTH (2005), pereiras 'Forelle' apresentaram maiores teores de nitrogênio e fósforo nas folhas e de potássio, cálcio e magnésio nas raízes quando enxertadas sobre marmeleiro 'A', em comparação àquelas enxertadas sobre o híbrido de pereira 'BP1'. Por outro lado, SINGH et al. (2005) observaram grande variação na absorção de nutrientes entre 13 seleções de pereiras asiáticas enxertadas sobre o porta-enxerto 'Kainth'.

### **2.3.1. Macronutrientes**

#### **2.3.1.1 Nitrogênio**

O nitrogênio (N) é o elemento que as plantas exigem em maior quantidade em relação aos demais minerais. É um componente da célula vegetal que faz parte de moléculas de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e outros compostos orgânicos e, portanto, desempenha um papel importante em processos metabólicos das plantas, (SOUZA e FERNANDES, 2006; TAIZ e ZEIGER, 2009). Em pesquisa realizada com a cultura do pessegueiro, Malavolta (1980) constatou que o macronutriente extraído em maior quantidade foi o N, seguido do K.

O N está disponível no solo em diversas formas, incluindo amônio, nitrato, aminoácidos, peptídios e formas complexas insolúveis. De maneira geral, os vegetais diferem na sua preferência por fontes de N, mas o absorvem principalmente sob formas inorgânicas, como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) (SOUZA e FERNANDES, 2006).

Quando ocorre a assimilação do N nas raízes, os aminoácidos são transportados para as folhas por fluxo transpiratório, via xilema (MARSCHNER, 1995). Além disso, também pode ser transportado através da membrana plasmática de certas células, em outras formas, como peptídios menores, bases purinas, pirimidinas e seu derivados (GILLISSEN et al., 2000).

A deficiência de N nas plantas é caracterizada pela redução do crescimento e pela coloração verde-clara nas folhas, os sintomas são visíveis em toda a planta. As folhas têm a senescência



prematura. Os frutos em geral são pequenos e tem a maturação antecipada. Por outro lado, o excesso de nitrogênio predispõe a planta à queda prematura dos frutos, reduz a firmeza da polpa e a conservação em câmara fria (BASSO et al., 2003).

Dessa forma, as aplicações de N no verão devem ser evitadas, pois estimula o crescimento, que causa sombreamento e retarda o término do crescimento da parte aérea, que afeta negativamente a qualidade dos frutos (KANGUEEHI, 2008).

A partir da senescência das folhas o N é transportado via floema para órgãos perenes das árvores antes da abscisão foliar (CASTAGNOLI et al, 1990). De acordo com Stassen e North (2005), em pereiras 'Forelle', os maiores teores de N foram encontrados nas folhas. Portanto, a aplicação de N deve ser durante o outono pois resulta no seu acúmulo em partes permanentes da árvore como reservas e redistribuídos no início da temporada para o novo fluxo de crescimento (STASSEN et al., 1981).

Em outras culturas, como o pessegueiro, todo o N utilizado para um novo crescimento durante os primeiros 25 a 30 dias a partir da brotação provem da remobilização das partes permanentes (RUFAT e DEJONG, 2001). Bi et al. (2004), em plantas jovens de amendoeira, descobriram que a quantidade de N armazenado foi limitada devido ao porte pequeno da árvore, e foi insuficiente para alcançar o máximo crescimento.

### **2.3.1.2. Fósforo**

Os teores foliares de fósforo (P) ocorrem, na maioria das plantas, em concentrações entre 0,1 e 0,4%, consideravelmente mais baixos que os teores normalmente encontrados para N e K (TISDALE et al., 1993). A função do P é a constituição de macromoléculas estruturais e na maioria dos ácidos nucléicos participa da transferência de energia (ARAÚJO e MACHADO, 2006; MARSCHNER, 1995;).

Os solos brasileiros são geralmente pobres em P, sendo que este elemento é pouco móvel, pois sua disponibilidade é afetado pelo pH, pela capacidade de absorção e de fixação no solo. As formas de P absorvidas pelas plantas são  $\text{HPO}_4^{-2}$  e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , variando a disponibilidade conforme o pH do solo (BASSO et al., 2003).

A deficiência de P é marcada pelo atraso no crescimento das plantas e de raízes, atraso no florescimento, inibição da brotação de gemas laterais e redução do número de frutos. A toxidez de P pode ser acentuada com a deficiência de Zn (ARAÚJO e MACHADO, 2006; TISDALE et al.,

1993). Este elemento é necessário na fase de alta atividade meristemática, quando ocorre alta taxa de divisão celular, para o desenvolvimento de folhas, brotos, frutos e raízes (NEILSEN e NEILSEN, 2003).

De acordo com Stassen e North (2005), pereiras ‘Forelle’ apresentaram maiores teores de P nas folhas, quando enxertadas sobre marmeleiro ‘A’ em comparação àquelas enxertadas sobre o híbrido de pereira ‘BP1’. Hudina e Stampar (2002) relatam que a aplicação foliar de P, resulta em peras ‘William’s’ com maior quantidade de açúcares e ácidos orgânicos o que melhora a qualidade dos frutos.

Em bananeiras, o P está entre os nutrientes mais exportados na produção de frutos, representando cerca de 56% do total absorvido (LAHAV, 1995). Corroborando com estes resultados, Moreira e Fageria (2009) verificaram que exceto o N, o P e o Mn nos frutos, K, S, Fe e Zn encontram-se contidas no pseudocaule.

### **2.3.1.3. Potássio**

O (K) é o cátion mais abundante no citoplasma das células e desempenha um importante papel na ativação de enzimas, na síntese de proteínas, no movimento dos estômatos, na fotossíntese e na extensão celular. É também o principal cátion envolvido no estabelecimento do turgor celular e na manutenção da eletroneutralidade celular (TAIZ e ZEIGER, 2009; TISDALE et al., 1993; MARSCHNER, 1995).

O K é móvel no floema, resultando em uma boa distribuição para os frutos carnosos. Estudos indicam que as árvores frutíferas têm maior absorção de K por unidade de massa seca da raiz do que as árvores não frutíferas (NEILSEN e NEILSEN, 2003; KANGUEEHI, 2008).

No solo, a disponibilidade de K é interferida pela capacidade de troca de cátions (CTC), da matéria orgânica e das adubações. Altas concentrações de K no solo inibem a absorção de Ca, causando “bitter pit” em maçãs e em peras (BASSO et al., 2003).

Em estudos realizados com peras ‘Forelle’, Stassen e North (2005) verificaram maiores quantidades de K, Ca e Mg nas raízes, quando enxertadas sobre marmeleiro ‘A’, em comparação àquelas enxertadas sobre o híbrido de pereira ‘BP1’.

Os efeitos de K são similares em peras e maçãs, aumentando os atributos de qualidade tais como o tamanho dos frutos, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, açúcares e ácidos orgânicos, rendimento em suco, sabor, enquanto o excesso de K estimula uma série de distúrbios fisiológicos,

tais como 'bitter pit' e pingo de mel (HUDINA e STAMPAR, 2002).

#### **2.3.1.4. Enxofre**

O (S) elementar é incorporado em aminoácidos, proteínas e co-enzimas e também é necessário para a síntese de outros compostos, incluindo a coenzima A e a vitamina B (NEILSEN e NEILSEN, 2003; TAIZ e ZEIGER, 2009; TISDALE et al., 1993).

O S é absorvido pelas raízes das plantas quase exclusivamente na forma de íon sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), no entanto, em pequenas quantidades o sulfato pode ser absorvido pelas folhas das plantas, ressaltando-se que em altas concentrações este elemento pode ser tóxico (TISDALE et al., 1993). O processo de armazenamento e mobilização deste elemento exige mudanças sazonais na regulação da absorção de sulfato e no seu transporte pelo xilema, que são parcialmente independentes do estado do enxofre armazenado (HERSCBACH et al., 2000).

A deficiência de S provoca atraso no crescimento e clorose nas plantas. Muitas vezes, a deficiência de S é confundida com deficiência de N. Porém, embora semelhantes os sintomas de deficiência de S ocorrem primeiro nas folhas mais novas das plantas (TISDALE et al., 1993; MARSCHNER, 1995), enquanto que o N é translocados para as parte novas.

Em macieiras, Kangueehi (2008) verificou que a exigência de S é semelhante à quantidade necessária de P. Comparativamente às plantas anuais, em plantas perenes a regulação da nutrição de sulfato parece ser muito mais complexa.

#### **2.3.1.5. Cálcio**

O (Ca) é o elemento mineral mais importante na conservação pós-colheita em frutos, principalmente em maçãs e peras que são armazenadas por longos períodos. Também é importante em outros tipos de frutos que precisam de elevado níveis de Ca para garantir um amadurecimento lento e maior vida útil de prateleira (KANGUEEHI, 2008).

O Ca é absorvido pelas plantas na forma de íon  $\text{Ca}^{+2}$ , sendo encontrado nas folhas em concentrações entre 0,2 a 1,0%. Tem importante papel na estrutura e permeabilidade das membranas celulares, na divisão celular. Na presença de Ca ocorre também a absorção regulada de outros cátions, devido a sua carga iônica (TAIZ e ZEIGER, 2009; TISDALE et al., 1993;

MARSCHNER, 1995).

O Ca é pouco móvel na planta. O suprimento adequado de N favorece a absorção de Ca. Baixo pH e alta disponibilidade de K e Mg induzem a falta de Ca na planta. Por outro lado, a disponibilidade de B auxilia na translocação de Ca na planta e para os frutos. A utilização do gesso agrícola é prática recomendável como fonte complementar de cálcio, para melhorar a relação de Ca:Mg em solos desequilibrados (BASSO et al., 2003).

A deficiência de Ca é manifestada pelo crescimento retardado e necrose de brotos e ápice das raízes. Baixas concentrações de Ca no interior dos frutos podem ocasionar distúrbios fisiológicos tais como mancha de cortiça, pingo de mel e degenerescência senescente em frutos de peras e maçãs (KANGUEEHI, 2008; MARSCHNER, 1995).

### **2.3.1.6 Magnésio**

O (Mg) é exigido e absorvido pelas plantas frutíferas em quantidades inferiores ao  $\text{Ca}^{+2}$ , sendo que a absorção de Mg é reduzida pela concorrência com os cátions como o  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mn}^{+2}$  bem como o  $\text{H}^+$  (MARSCHNER, 1995).

O Mg é o principal constituinte da molécula de clorofila e este íon tem a importante função na ativação enzimática da ribulose-difosfato carboxilase/oxigenase (rubisco) (TAIZ e ZEIGER, 2009; MALAVOLTA, 1980).

A concentração de Mg nas folhas aumenta durante as últimas seis semanas antes da queda das folhas, a partir da translocação das partes permanentes da planta, quando é perdido na queda das folhas. Segundo Kanguuehi (2008), a perda de aproximadamente 44% do Mg presente na árvore está ligada à queda das folhas.

### **2.3.2 Micronutrientes**

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por serem absorvidos em pequenas quantidades (da ordem de miligramas por quilograma de matéria seca da planta). Portanto, pulverizações foliares ou aplicações no solo podem garantir a necessidade da planta. A maior parte dos micronutrientes é imóvel no floema e os sintomas aparecem principalmente nas folhas novas (NEILSEN e NEILSEN, 2003).

### 2.3.2.1 Cobre

Cobre (Cu) está localizado nos cloroplastos onde participa das reações fotossintéticas. Também é encontrado em enzimas envolvidas com proteínas e metabolismo de carboidratos. O cobre é absorvido na forma iônica  $\text{Cu}^{+2}$  e se move lentamente na planta. A deficiência de Cu causa inibição da lignificação do xilema, que pode levar à murcha e enrolamento das folhas novas, com flacidez nos pecíolos e talos, e clorose (GIL SALAYA, 2000; BASSO et al., 2003; KANGUEEHI, 2008).

As plantas raramente apresentam deficiência de Cu, devido a sua disponibilidade adequada na maioria dos solos. Apesar disso, a deficiência de Cu pode ocorrer em plantas cultivadas em solos com baixo teor total de Cu ou em solos com altos teores de matéria orgânica. Entre os micronutrientes, a deficiência de Cu é a mais difícil de diagnosticar, devido à interferência de outros elementos, como: P, Fe, Mo, Zn e S. Em citros e outras frutíferas, aplicações em excesso de fertilizantes fosfatados podem provocar a deficiência de Cu (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

### 2.3.2.2 Ferro

O (Fe) é associado com os cloroplastos onde desempenha papel na síntese de clorofila, cadeia de transporte de elétrons (citocromo, ferredoxina), fixação de  $\text{N}_2$  e respiração. A deficiência diminui a clorofila e fotossíntese, afetando a atividade das enzimas como rubisco e outras, na respiração, e síntese de proteínas, reduz o descarregamento do tecido celular no floema. Nos frutos reduz fortemente seu tamanho e qualidade (GIL SALAYA, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2009).

As plantas exudam substâncias que formam complexos com ferro para a absorção, como o ácido málico e outras, que mobilizam o ferro do solo para as raízes. O  $\text{Fe}^{+3}$  deve ser reduzido a  $\text{Fe}^{+2}$  nas membranas das células absorventes. Nos porta-enxertos híbrido *Prunus* GF677 e kiwi, consome oxigênio e seiva, em maçãs é induzido pelo etileno (GIL SALAYA, 2000).

### 2.3.2.3 Manganês

O manganês (Mn) participa de vários processos na planta, tais como: oxirredução (fotólise da água nos cloroplastos), redução do nitrato e ativação de várias enzimas, entre elas a síntese da

clorofila (TAIZ e ZEIGER, 2009). É geralmente considerado um elemento imóvel na planta, é fornecido preferencialmente para o tecido jovem ou em crescimento, manifestando assim sua deficiência nas folhas mais velhas na forma de manchas irregulares nas margens entre as nervuras (FAUST e SHEAR, 1980, citado por KANGUEEHI, 2008).

#### **2.3.2.4 Zinco**

A quantidade de (Zn) é pequenas na planta, no entanto já foram identificadas cerca de 60 enzimas com participação do Zn e, portanto, desempenham funções importantes na planta. Tem grande importância no papel de co-fator de enzimas na produção do hormônio vegetal ácido indolacético (IAA) (MENGEL e KIRKBY, 1982). A carência de Zn resulta em internódios curtos e as folhas apresentam tamanho menor e clorose internerval. A brotação também é deficiente ao longo dos ramos. A disponibilidade varia de acordo com o tipo de solo, o teor de matéria orgânica e o pH (BASSO et al., 2003).

#### **2.4. Fixação de carbono**

Uma das principais idéias disseminadas pelo Protocolo de Kyoto em 1997, para amenizar os prejuízos causados pela imensa quantidade de CO<sub>2</sub>, foi a divisão dos países em dois grupos: os que precisam reduzir suas emissões de poluente e os que não tem essa necessidade. Os países mais poluidores, os mais ricos, na grande maioria, poderão pagar para continuar poluindo em alguma medida, por meio do Leilão de Certificado de Emissões (CERUPT) (MAY et al., 2003). O Brasil se encontra no segundo grupo que poderá receber para não poluir mais e para retirar da atmosfera, com suas florestas e matas, o CO<sub>2</sub> ainda produzido por seus financiadores. A participação do Brasil se restringe ao Mecanismo Desenvolvimento Limpo (MDL), com possibilidade de trazer benefícios sociais, ambientais e econômicos ao país.

Ribeiro (2005) ressalta que o objetivo do MDL é estimular a produção de energia limpa, como a solar e a gerada a partir de biomassa, removendo o C atmosférico, sendo que este processo de mitigação biológica da planta em absorver CO<sub>2</sub> do ar e fixá-lo em outros ambientes, como no solo, na planta, na serrapilheira, etc.

O estudo sobre a fixação de C tem despertado grande interesse pelo fato de que as florestas

exercem grande influência no balanço dos gases do efeito estufa e suas conseqüências para as mudanças climáticas (VISMARA, 2009).

Além disso, os estudos sobre a biomassa florestal também podem contribuir para outros avanços técnico-científicos, tais como na busca de novas fontes de energia, mercado de créditos de carbono, ciclagem de nutrientes e fixação de elementos nocivos, entre outros.

Segundo Vismara (2009), a própria Legislação Brasileira impede, muitas vezes, retirada de amostras destrutivas de biomassa em florestas naturais, devido à proteção dos biomas e à extensão reduzida de muitos deles. Mas, as amostras destrutivas da biomassa são bases para o desenvolvimento de estudos de determinação e estimativas da biomassa florestal. Watzlawick et al. (2003) em estudo com as espécies na Floresta Ombrófila Mista Montana encontraram teores de C variando de 34,01 % a 47,34% (considerando fuste, casca, galho, folhagem, miscelânea e da árvore total). De acordo com Watzlawick (2003), os estudos de quantificação da biomassa florestal são trabalhosos, demorados e muito onerosos, pois envolvem procedimentos a campo como corte, separação e pesagem.

Atualmente os trabalhos com seqüestro de C, estão restritos à área de preservação, área de reflorestamento e lavoura, existindo muita restrição aos trabalhos em fruticultura.

## **2.5. Agricultura orgânica**

A agricultura orgânica é caracterizada por um sistema menos agressivo ao meio ambiente, promove a inclusão social e proporciona melhores condições econômicas para os agricultores, oferece também produtos isentos de resíduos químicos (CAPORAL e COSTABEBER, 2005). Este sistema de cultivo se caracteriza por um conjunto de processos de produção agrícola que parte do pressuposto básico de que a fertilidade do solo tem relação direta com a dinâmica da matéria orgânica. A ação de microorganismos presentes nos compostos biodegradáveis existentes ou colocados no solo possibilita o suprimento dos elementos minerais necessários ao bom desenvolvimento das plantas cultivadas naquele local (ORMOND et al., 2002).

Os produtos orgânicos são aqueles obtidos por meio de processos naturais, sem agressão ao meio ambiente e possibilitam a produção de alimentos livre de pesticidas, herbicidas, fungicidas e outros aditivos químicos artificiais (AQUINO e ASSIS, 2005).

O Brasil possui mais de 10mil ha de pomares com selo de certificação de prática de agricultura orgânica expedida pelo Instituto de Biodinâmica (IBD) e nos próximos anos deve

aumentar pois existem outros 9mil ha de pomares que passam pelo processo de conversão do manejo tradicional para o orgânico. Entre as frutas certificadas estão laranja, pera, goiaba, abacaxi, pêsego, uva, abacate, morango, banana, kiwi e caqui (COSTA, 2011).

## **2.6. Descrição das cultivares de pereira**

### **2.6.1. Cultivar Cascatense**

Entre as cultivares de pereira com potencial para produção comercial sob as condições edafoclimáticas do Sul do Brasil se encontra a cultivar Cascatense, lançada pela Embrapa Clima Temperado e resultante do cruzamento de ‘Packham’s Triumph’ x ‘Le Conte’. A planta apresenta vigor médio a semi-vigoroso, sua copa é semi-aberta e é suscetível à entomosporiose. Em condições ótimas de cultivo pode chegar a mais de 60 kg de frutos por planta, com colheita em meados de janeiro. A fruta é piriforme, e apresenta tamanho médio, possui a epiderme fina, de coloração amarelo-esverdeada a amarela, com pouco de *russeting* na área peduncular. A polpa é branca, parcialmente manteigosa, suculenta, moderadamente aromática e de bom sabor com 12 a 14°Brix (NAKASU e FAORO, 2003).

### **2.6.2. Cultivar Tenra**

Cultivar lançada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), e obtida a partir de cruzamentos intra e interespecíficos, entre ‘Packham’s Triumph’ x ‘Mdame Sieboldt’ – IAC 15-20. Apresenta rusticidade e frutos grandes, ótima característica como polinizadora (IAC, 2011).

### **2.6.3. Porta-enxerto**

Lançado no Brasil, recentemente, o porta-enxerto marmeleiro ‘CP’ (*Cydonia oblonga*), desenvolvido pela Empresa Clone Propagação de Plantas (Araucária-PR), considerado com um porta-enxerto anão, pela característica de reduzir consideravelmente o vigor das plantas e induzir



precocidade, com florescimento e produção de frutos já no segundo ciclo vegetativo de condução das plantas (BOTELHO et al., 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agronomia, no campus do Cedeteg da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, localizada em Guarapuava PR (25°23'36" de latitude, 51°27'19" de longitude e 1.120 m de altitude). O clima da região é classificado de acordo com Köppen como subtropical úmido Cfb, com verões amenos, geadas no inverno e precipitação anual de 1.800-2.000 mm (IAPAR, 2000). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno.

As pereiras das cultivares Cascatense e Tenra, previamente enxertadas sobre porta-enxerto anão marmeleiro 'CPP' (*Cydonia oblonga*) com filtro, foram adquiridas do viveiro Clone Propagação de Plantas, em Araucária-PR e, plantadas no mês de setembro de 2004 em espaçamento 4,0 x 1,0 m, equivalente à densidade de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>. O pomar foi conduzido em sistema de líder central com copa estreita e o manejo foi realizado em sistema orgânico, com irrigação por gotejamento (Figura 1C).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com dois tratamentos (cultivares), cinco repetições e parcelas constituídas por cinco plantas. Cada bloco foi composto por uma linha de plantio.

Na implantação do pomar em 2004, foram aplicados de acordo com análise do solo, em área total os equivalentes a 2.500 kg de gesso agrícola, 1.250 kg de superfosfato simples, 420 kg de cloreto de potássio e 100 kg de MAP, por hectare, e 15 kg de esterco de curral por metro linear de sulco de plantio. A partir do terceiro ciclo, o pomar foi convertido para sistema orgânico, utilizando-se como fontes de nutrientes, conforme as exigências nutricionais, cinzas vegetais, esterco bovino, fosfato natural, manejo de adubos verdes cultivados nas entrelinhas (feijão de porco, feijão guandu, ervilhaca, tremoço, aveia preta, azevém, entre outros), biofertilizante Supermagro e calcário calcítico. Em maio de 2010 e 2011, ou seja, seis e sete anos após a implantação do pomar, foram retiradas amostras de solo a 0-20cm e 20-40cm na linha do plantio para análise química, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

As avaliações de macro e micronutrientes foram realizadas durante o sexto (2010) e sétimo (2011) ciclo vegetativo. Uma planta inteira de cada parcela experimental foi removida no final do

ciclo produtivo, em maio de 2011(Figura 1A e Figura 1B). Para a remoção das plantas foi aberta uma trincheira ao redor da mesma, com 50 cm de diâmetro e de profundidade. Após a sua remoção, as pereiras foram subdivididas em sistema radicular, tronco e ramos, além disso, coletaram-se separadamente todas as folhas. Em seguida, todas as partes seccionadas foram lavadas, pesadas e mantidas em estufa de circulação com renovação de ar a 60°C até atingir massa constante. Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willy e encaminhadas para as análises químicas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UNICENTRO.

**Tabela 1.** Característica químicas das amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm de pomar experimental no ano 2010 e 2011, com 2500 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava- PR).

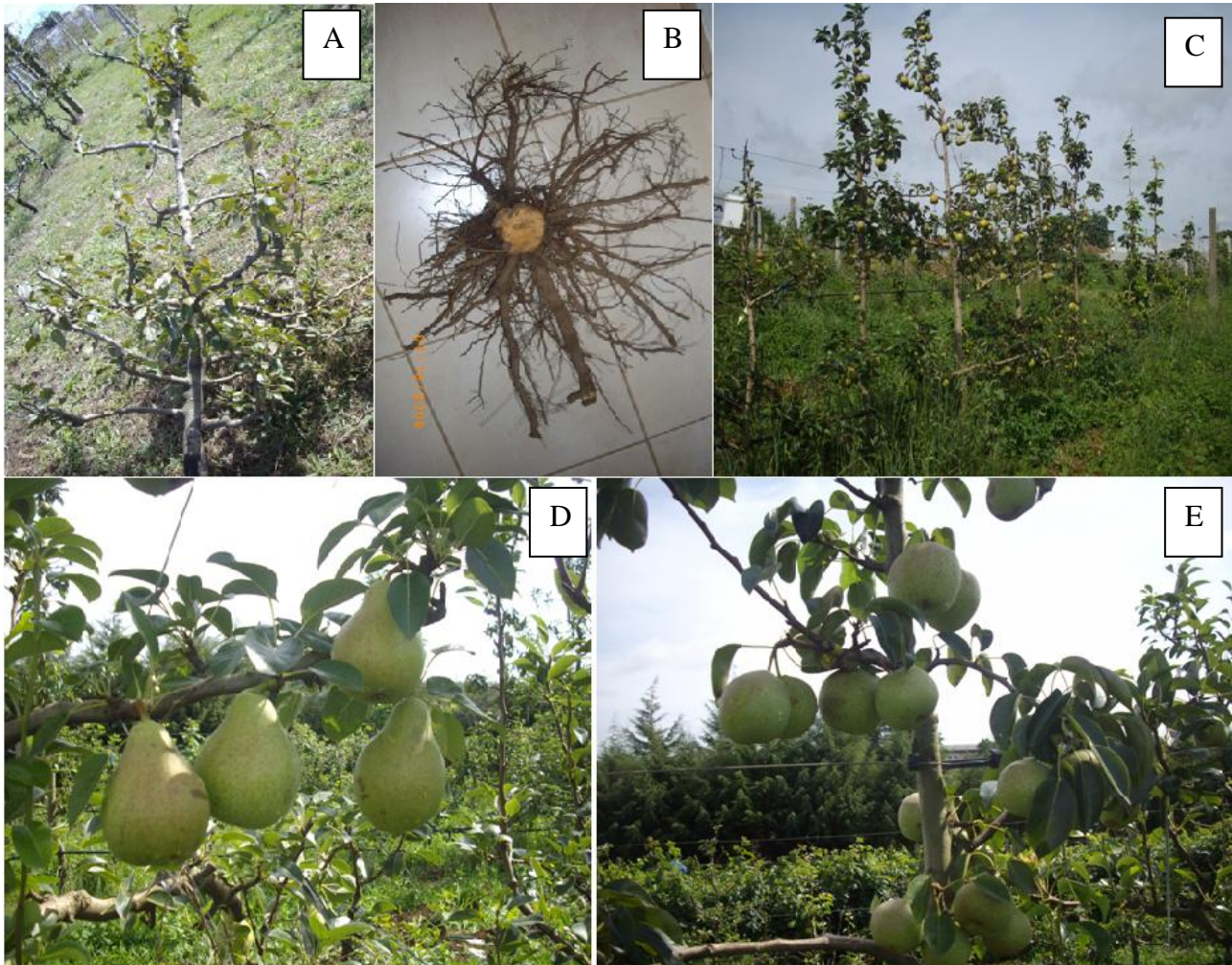
	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g/dm <sup>3</sup>	P Mehlich mg/dm <sup>3</sup>	K cmol/dm <sup>3</sup>	Ca cmol/dm <sup>3</sup>	Mg cmol/dm <sup>3</sup>	Saturação de bases (%)
<b>2010</b>							
0-20 cm	5,6	40,3	9,7	0,96	5,3	2,2	69,2
20-40 cm	5,0	38,9	2,6	0,68	3,5	1,2	48,6
<b>2011</b>							
0-20 cm	5,8	45,0	1,9	0,49	4,2	1,2	66,9
20-40 cm	5,5	44,0	1,0	0,28	3,3	3,2	65,0

Para a análise dos frutos (Figura 1D e Figura 1E), primeiramente, todas as peras foram colhidas, contadas e pesadas no final de dezembro de 2010. Em seguida, foram separados seis frutos por planta, os quais foram pesados, cortados longitudinalmente e, mantidos em estufa de circulação e renovação de ar a 60°C até alcançar a massa constante. Posteriormente, os frutos foram triturados e levados para as análises químicas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UNICENTRO.

Para a determinação de P, S, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn foi utilizado o método por digestão úmida em solução nítrico-perclórica. Os teores de K foram analisados em fotômetro de chama, e os teores de P e S foram analisados em espectrofotômetro visível (420 nm). As análises de Ca e Mg foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica (EAA). As análises de Fe, Cu, Mn e Zn foram realizados em espectrometria de absorção atômica. As quantificações de N foram feitas pelo método Kjeldahl (azul-de-indofenol), através da espectrometria (640nm). Todas as metodologias usadas foram descritas por MIYAZAWA et al, (2009). O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black (MIYAZAWA et al, 2009). Os resultados foram expressos em g kg<sup>-1</sup> para macronutrientes e mg kg<sup>-1</sup> para micronutrientes, e porcentagem para teor de carbono orgânico.

A estimativa de fixação de macro e micronutrientes nas partes permanentes das plantas (raízes, tronco e ramos) foi calculada pelo total acumulado no período de setes anos dividindo pela idade da planta segundo metodologia proposta por Stassen e North (2005). A quantificação de macronutrientes exportados para as folhas foi realizada por meio de coleta em dois anos (maio de 2010 e de 2011).

Os resultados foram submetidos á análise de variância e pelo Teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Pereira retirada no pomar (A), raiz escavada limpa (B), vista do pomar experimental (C), frutos da cv. Cascatense (D) e frutos da cv. Tenra (E) (Guarapuava- PR, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Imobilização e exportação de macronutrientes por pereiras das cultivares Tenra e Cascatense

A imobilização de nutrientes nas raízes das pereiras diferiu entre as cultivares para os nutrientes Ca e S, sendo que o Ca nas raízes foi superior para a cultivar Tenra e o S foi superior para a cultivar Cascatense (Tabela 2). As imobilizações de nutrientes pelas raízes nas cultivares Cascatense e Tenra foram, respectivamente, em ordem decrescente de importância:  $N > Ca > K > Mg > S > P$  e  $Ca > N > K > Mg > S > P$ .

Em pesquisa semelhante com pereiras da cultivar Forelle, Stassen e North (2005) verificaram que as plantas enxertadas sobre o marmeleiro 'A' imobilizaram os nutrientes na seguinte ordem decrescente:  $Ca > K > N > Mg > P$ , diferenciando das plantas enxertadas sobre o híbrido de pereira 'BP1':  $N > Ca > K > P > Mg$  (Hartmann e Kester, 1990).

A imobilização de nutrientes no tronco foi semelhante nas duas cultivares estudadas para a maioria dos elementos, excetuando-se o Mg que apresentou maiores valores para a Cascatense. Para ambas as cultivares, observou-se a seguinte ordem decrescente de imobilização de nutrientes nos troncos:  $N > Ca > K > Mg > S > P$ . Stassen e North (2005), na África do Sul, verificaram em experimento semelhante ao realizado neste trabalho, que a sequência de nutrientes imobilizados no tronco da pereira 'Forelle' foi de:  $Ca > N > K > Mg > P$ .

Em relação à imobilização de nutrientes nos ramos, a cv. Cascatense superou a cv. Tenra para o elemento K, enquanto que para o Ca a cv. Tenra superou a cv. Cascatense. A ordem de imobilização de macronutrientes nos ramos foi muito similar em ambas as cultivares, sendo que em ordem decrescente de importância foram verificadas as seguintes sequências:  $N > K > Ca > P > Mg > S$ , para a cv. Cascatense e;  $N > K > Ca > Mg > P > S$ , para a cv. Tenra. Em trabalho similar, realizado com a cultivar Forelle, a ordem de imobilização dos nutrientes nos ramos foi a seguinte:  $Ca > N > Mg > K > P$  (Stassen e North, 2005).

Em relação ao acúmulo total de nutrientes nas partes permanentes das pereiras, as cultivares foram similares para os elementos N, P, K e Mg. No entanto para o Ca, a cv. Tenra superou a cv. Cascatense, apresentando a fixação de  $9.553,0 \text{ g ha}^{-1}$ . Para o S, a cv. Cascatense superou a cv. Tenra com  $1.390,99 \text{ g ha}^{-1}$ .

Dentre as partes permanentes analisadas da cultivar Tenra, o acúmulo de N foi maior nos

troncos, e em seguida nas raízes, sendo que a menor concentração foi observada nos ramos. Para a pereira ‘Cascatense’ a maior concentração de N também foi no tronco, no entanto, a menor concentração deste nutriente ocorreu nas raízes (Tabela 2). Neto et al. (2008) em estudo sobre o teor de nutrientes na pereira ‘Rocha’, encontraram resultados semelhantes ao obtido neste trabalho para a cv. Cascatense, ou seja, o maior acúmulo de N foi no tronco e ramos, seguido pelas raízes grossas.

Neto et al.(2008), em estudo com a pereira ‘Rocha’ utilizando  $^{15}\text{N}$ , observaram que a maior parte do  $^{15}\text{N}$  absorvido no ano anterior foi acumulado no tronco e raízes grossas, representando 28% e 32% do total, respectivamente. Em plantas com três anos de idade a remobilização do N chegou a 54%. Em macieiras recém-plantadas, o N armazenado para um novo crescimento pode ser redistribuído até 35 a 55 dias após o plantio (NEILSEN et al., 2001).

Para o elemento Ca, verificou-se que o maior acúmulo ocorreu nas raízes, representando 40,8 e 48,9% para as cultivares Cascatense e Tenra, respectivamente, seguido do tronco e ramos (Tabela 2). De forma semelhante, Stassen e North (2005) verificaram que entre 38,8 e 54,9% do Ca imobilizado nas pereiras ‘Forelle’ encontravam-se nas raízes. A ordem de acúmulo de Ca nas partes permanente (raízes>tronco>ramos) pode ser atribuída à paralisação de expansão foliar, pois a mobilidade do Ca no floema é baixa (KLUGE et al., 2001).

Para o elemento K, ambas as cultivares imobilizaram maior quantidade nas raízes e ramos e em bem menor magnitude no tronco (Tabela 2). Os elementos P, Mg e S foram os macronutrientes acumulados em menor quantidade nas partes permanentes das pereiras, sem apresentar diferenças marcantes entre raízes, tronco e ramos.

**Tabela 2.** Fixação anual de macronutrientes ( $\text{g ha}^{-1}$ ) pelas partes permanentes das cultivares Cascatense e Tenra, em pomar com 2500 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Guarapuava- PR, 2011).

Partes da Planta	Massa seca ( $\text{t ha}^{-1}$ )	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Raízes</b>							
Cascatense	3.674,2	4.415,38	410,13	3.052,02	3.345,42	886,57	484,94
Tenra	3.096,5	4.184,69 <sup>ns</sup>	405,12 <sup>ns</sup>	3.050,79 <sup>ns</sup>	4.673,27*	1.026,15 <sup>ns</sup>	430,51*
<b>Tronco</b>							
Cascatense	5.912,9	5.150,27	298,73	1.459,96	3.250,71	930,56	534,64
Tenra	5.731,7	5.482,22 <sup>ns</sup>	361,45*	1.674,45 <sup>ns</sup>	2.965,60 <sup>ns</sup>	704,78*	520,63 <sup>ns</sup>
<b>Ramos</b>							
Cascatense	3.790,1	4.585,67	485,37	3.074,35	1.598,32	482,19	371,41
Tenra	2.902,0	4.096,48 <sup>ns</sup>	461,81 <sup>ns</sup>	2.472,00*	1.914,19*	530,22 <sup>ns</sup>	316,25 <sup>ns</sup>
<b>Total</b>							
Cascatense	13.377,3	14.151,32	1.194,23	7.586,33	8.194,45	2.299,32	1.390,99
Tenra	11.730,4 <sup>ns</sup>	13.763,39 <sup>ns</sup>	1.228,38 <sup>ns</sup>	7.197,24 <sup>ns</sup>	9.553,06*	2.261,15 <sup>ns</sup>	1.267,39*

\*diferença significativa entre as cultivares pelo teste t Student ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo. Os valores são referentes às médias de sete ciclos vegetativos.

Para as quantidades de nutrientes extraídos pelas folhas, verificaram-se diferenças significativas entre as cultivares para todos os elementos nos dois anos avaliados, em que a cultivar Cascatense sempre apresentou as maiores médias. Isto se deve, principalmente, ao maior vigor vegetativo da cv. Cascatense, com maior enfolhamento da copa. Em ordem decrescente de quantidade, os elementos extraídos pelas folhas foram  $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$  (Tabela 3).

**Tabela 3.** Extração de macronutrientes ( $\text{g ha}^{-1}$ ) pelas folhas das cultivares Cascatense e Tenra, nos ciclos 2010 e 2011, em pomar com 2500 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Guarapuava- PR).

Ciclos	Massa Seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>2010</b>							
Cascatense	280,26	17.955,94	915,41	8.514,08	6.787,24	2.431,82	816,56
Tenra	124,84	4.680,46*	341,72*	3.740,69*	3.535,62*	788,25*	309,85*
<b>2011</b>							
Cascatense	258,71	14.983,82	856,86	7.824,13	7.077,08	2.890,94	774,16
Tenra	168,65	9.918,24*	505,49*	4.545,09*	5.354,66*	2.228,36*	501,93*

\*diferença significativa pelo teste t Student ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo, na vertical.

Os valores de extração de macronutrientes pelas folhas encontrados neste trabalho são muito inferiores àqueles relatados por Stassen e North (2005), que identificaram a extração de nutriente pelas folhas de pereira 'Forelle' enxertadas sobre o marmeleiro 'A', na seguinte sequência: 24.504 g ha<sup>-1</sup> de N, 1.783 g ha<sup>-1</sup> de P, 19.237 g ha<sup>-1</sup> de K, 41.458 g ha<sup>-1</sup> de Ca e 1.066 g ha<sup>-1</sup> de Mg. Os dados apresentados por Stassen e North (2005), relacionados à extração de nutriente pelas folhas apresentam a seguinte ordem decrescente de quantidades: Ca > N > K > P > Mg. Por outro lado, Trani (1982) verificou valores inferiores de extração de nutrientes pelas folhas de macieiras 'Brasil', na seguinte sequência: 6.250 g ha<sup>-1</sup> de N, 440 g ha<sup>-1</sup> de P, 2.900 g ha<sup>-1</sup> de K, 1.870 g ha<sup>-1</sup> de Ca, 690 g ha<sup>-1</sup> de Mg e 370 g ha<sup>-1</sup> de S.

Apesar da grande quantidade de nutrientes exportados pelas folhas, deve-se considerar que no outono ocorre a queda das mesmas e boa parte dos nutrientes extraídos são reciclados pela decomposição da matéria orgânica e, portanto, não devem ser considerados para fins de adubação.

Em relação às análises minerais dos frutos, houve diferenças significativas entre as cultivares para as quantidades de nutrientes exportados, sendo que a cultivar Tenra apresentou os maiores valores para os elementos N, K e Mg, a cultivar Cascatense apresentou maiores teores para P e S, o Ca não apresentou diferença entre as duas cultivares estudadas (Tabela 4). Estes resultados foram, em geral, muito semelhantes àqueles verificados por Stassen e North (2005) para pereiras 'Forelle' em que os frutos extraíram por tonelada produzida 751,29 g de N, 146,58 g de P, 1.201,96 g de K, 57,48 g de Ca e 73,00 g de Mg, com uma produtividade de 29 t ha<sup>-1</sup>.

No entanto, estas quantidades podem ser variáveis em função da espécie de frutífera cultivada. Para macieiras, no Brasil, considera-se para fins de adubação a extração de 300 a 400 g de N, 100 a 150 g de P e 1000 a 1200 g de K por tonelada de frutos produzida (CQFS-RS/SC, 2004). Com base nestes resultados é possível afirmar que as pereiras se diferenciam das macieiras na adubação, por exportarem para os frutos cerca de duas a três vezes mais N, dependendo da cultivar.

**Tabela 4.** Exportação de macronutrientes pelos frutos de pereiras das cultivares Cascatense e Tenra expressa em g t<sup>-1</sup> (Guarapuava- PR, 2011).

Nutrientes	Exportação por tonelada		Exportação por hectare	
	Cascatense <sup>1</sup>	Tenra <sup>2</sup>	Cascatense <sup>1</sup>	Tenra <sup>2</sup>
<b>N</b>	913,70	1.499,02*	9.867,96	20.236,77*
<b>P</b>	198,11	113,32*	2.139,588	1.529,82*
<b>K</b>	1.211,72	1.344,75*	13.086,58	18.154,13*
<b>Ca</b>	52,28	52,37 <sup>ns</sup>	564,62	706,99 <sup>ns</sup>
<b>Mg</b>	65,05	87,28*	702,54	1178,28*
<b>S</b>	123,22	112,52*	1.330,77	1.519,02*

<sup>1</sup>Calculado em função de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, produzindo 10,8 t de frutos ha<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>Calculado em função de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, produzindo 13,5 t de frutos ha<sup>-1</sup>; \*diferença significativa pelo teste t Student ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo

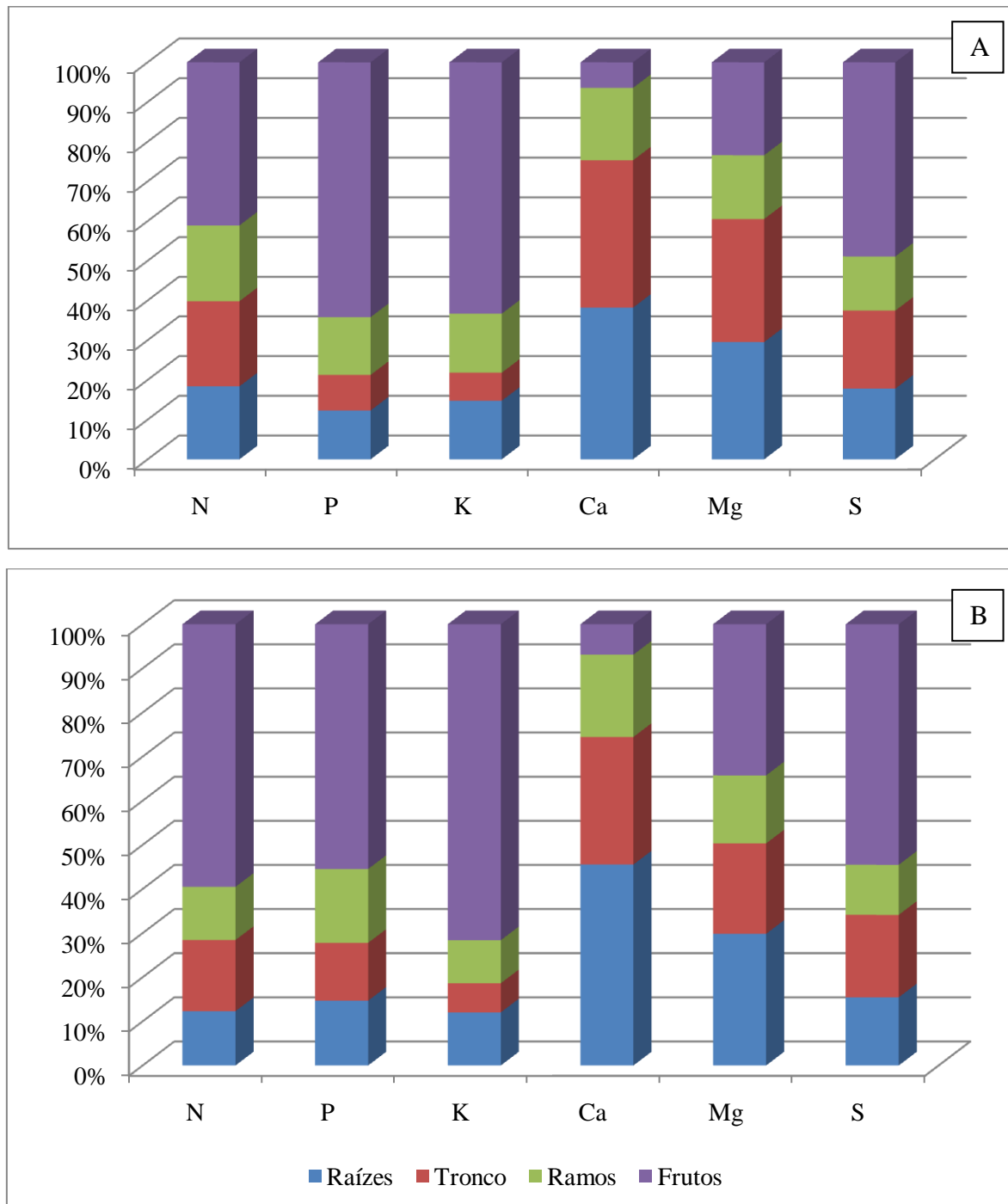
Botelho et al. (2010), em trabalho com cinco cultivares de pereira sobre o porta-enxerto ‘CPP’, verificaram que houve diferenças entre as cultivares em relação aos teores de nutrientes nas folhas e frutos, demonstrando exigências nutricionais distintas entre as cultivares.

Outro fator que pode interferir nas exigências nutricionais da cultura é o porta-enxerto, segundo Stassen e North (2005), pereiras ‘Forelle’ apresentaram maiores teores de N e P nas folhas e de K, Ca e Mg nas raízes quando enxertadas sobre marmeleiro ‘A’, em comparação àquelas enxertadas sobre o híbrido de pereira ‘BP1’.

Considerando a quantidade de nutrientes distribuídos em um ciclo vegetativo da pereira, pôde-se verificar que a maior parte do Ca e do Mg se concentram nas raízes e tronco, enquanto que a maior parte do N, do P, do K e do S foram exportados pelos frutos (Figura 2).

A partir destes resultados pode-se concluir que o Ca e o Mg, por serem elementos com baixa mobilidade, tendem a apresentar pouca distribuição para ramos e frutos, o que explica a alta suscetibilidade dos frutos a distúrbios fisiológicos relacionados a desequilíbrios nutricionais, em especial à deficiência de cálcio. Por outro lado os frutos representam grandes drenos para N, P, K e S; exigindo a reposição constante dos nutrientes exportados pela colheita.





**Figura 2.** Distribuição de macronutrientes (%) extraídos em um ciclo pelas raízes, tronco, ramos e frutos de pereiras das cultivares Cascatense (A) e Tenra (B) (Guarapuava- PR, 2011). Pomar com sete anos, em espaçamento 4x1 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) e produtividade de 10,8 t ha<sup>-1</sup> (cv. Cascatense) e 13,5 t ha<sup>-1</sup> (cv. Tenra).

#### 4.2. Imobilização e exportação de micronutrientes por pereiras das cultivares Tenra e Cascatense

A imobilização de micronutrientes nas raízes das pereiras diferiu entre as cultivares para os nutrientes Fe e Mn, sendo que o Fe foi superior para a cultivar Tenra e o Mn foi superior para a cultivar Cascatense (Tabela 5). Os acúmulos de micronutriente nas raízes, tronco e ramos para ambas cultivares, encontram-se na seguinte ordem decrescente: Fe>Cu>Zn>Mn.

Stassen e North (2005) verificaram em trabalho semelhante com pereiras cultivar Forelle enxertadas com marmeleiro 'A', a seguinte ordem decrescente em partes permanentes: Fe>Zn>Cu>Mn, diferenciando das plantas enxertadas sobre o híbrido de pereira 'BP1': Fe>Zn>Mn>Cu.

Para o acúmulo dos micronutrientes no tronco, houve diferenças significativas para todos os elementos, sendo que para Cu e Zn a Cascatense teve maior acúmulo, enquanto que para Fe e Mn a Tenra foi superior. Em relação à imobilização nos ramos, a cv. Cascatense superou a cv. Tenra para o elemento Zn, enquanto para o elemento Fe a cv. Tenra superou a cv. Cascatense (Tabela 5).

Em relação ao acúmulo total de nutrientes nas partes permanentes das pereiras, as cultivares foram similares para os elementos Cu e Mn. No entanto para o Fe a cv. Tenra superou a cv. Cascatense, apresentando a fixação de 428.714,16 mg ha<sup>-1</sup>, enquanto que para o Zn a cv. Cascatense superou a cv. Tenra, com acúmulo de 35.753,43 mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5).

Stassen e North (2005) encontraram a seguintes quantidades anuais de micronutrientes acumuladas nas partes permanentes de pereiras 'Forelle' enxertadas sobre marmeleiro 'A': 107.738,2 mg ha<sup>-1</sup> de Mn, 202.573,8 mg ha<sup>-1</sup> de Fe, 115.089,7 mg ha<sup>-1</sup> de Cu e 201.040,2 mg ha<sup>-1</sup> de Zn.

Para as quantidades de micronutrientes extraídos pelas folhas, verificaram-se diferenças significativas entre as cultivares para todos os elementos nos dois anos avaliados, em que a cultivar Cascatense sempre apresentou as maiores médias (Tabela 6). Em ordem decrescente de quantidades, os elementos extraídos pelas folhas da cv. Cascatense e cv. Tenra, em 2010 foi, respectivamente: Cu>Fe>Zn>Mn e Fe>Cu>Zn>Mn. Para a cv. Tenra e Cascatense, em ambos os ciclos avaliados, a ordem de quantidades de extração pelas folhas foram muito semelhantes com Fe>Cu>Zn>Mn. Com exceção apenas da cv. Cascatense em 2010 em que o Cu superou o Fe. Stassen e North (2005), estudando a extração de micronutrientes pelas folhas de pereira 'Forelle', verificaram a seguinte ordem decrescente de quantidades: Fe>Mn>Zn>B>Cu. Em outro experimento, Trani (1982) verificou valores inferiores de extração de micronutrientes pelas folhas

de macieiras ‘Brasil’, na seguinte sequência: 45 g ha<sup>-1</sup> de Fe, 12 g ha<sup>-1</sup> de Mn, 12 g ha<sup>-1</sup> de B, 5 g ha<sup>-1</sup> de Zn, 4 g ha<sup>-1</sup> de Cu.

**Tabela 5.** Acúmulo anual de micronutrientes (g ha<sup>-1</sup>) pelas partes permanentes das cultivares de pereira Cascatense e Tenra em sistema orgânico (Guarapuava- PR, 2011).

Partes da Planta	Massa seca (t ha <sup>-1</sup> )	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Raízes</b>					
Cascatense	3.674,2	5.140,22	350.355,48	11.090,76	7.110,06
Tenra	3.096,5	5.020,06 <sup>ns</sup>	385.413,11*	7.494,88*	6.818,39 <sup>ns</sup>
<b>Tronco</b>					
Cascatense	5.912,9	26.253,67	15.814,25	2.978,40	18.431,62
Tenra	5.731,7	18.393,02*	24.067,11*	4.140,82*	15.237,46*
<b>Ramos</b>					
Cascatense	3.790,1	20.451,99	9.837,25	3.300,94	10.211,75
Tenra	2.902,0	22.282,03 <sup>ns</sup>	19.233,94*	3.159,17 <sup>ns</sup>	8.928,75*
<b>Total</b>					
Cascatense	13.377,3	51.845,88	376.006,98	17.370,10	35.753,43
Tenra	11.730,4 <sup>ns</sup>	45.695,11 <sup>ns</sup>	428.714,16*	14.794,87 <sup>ns</sup>	30.984,60*

\*diferença significativa entre as cultivares pelo teste t Student ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo. Os valores são referentes às médias de sete ciclos vegetativos em pomar com 2500 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 6.** Extração de micronutrientes (mg ha<sup>-1</sup>) pelas folhas das cultivares Cascatense e Tenra, nos ciclos 2010 e 2011 (Guarapuava- PR, 2011).

Ciclos	Massa Seca (kg ha <sup>-1</sup> )	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>2010</b>					
Cascatense	280,26	188.394,2	145.625,7	18.850,0	28.754,0
Tenra	124,84	59.190,8*	62.997,0*	10.757,3*	10.951,8*
<b>2011</b>					
Cascatense	258,71	122.526,5	146.688,8	23.898,4	27.721,9
Tenra	168,65	54.637,0*	71.387,2*	14.502,1*	15.015,7*

\*diferença significativa pelo teste t Student ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo, na vertical.

Em relação à extração de micronutrientes pelos frutos, não houve diferenças estatísticas

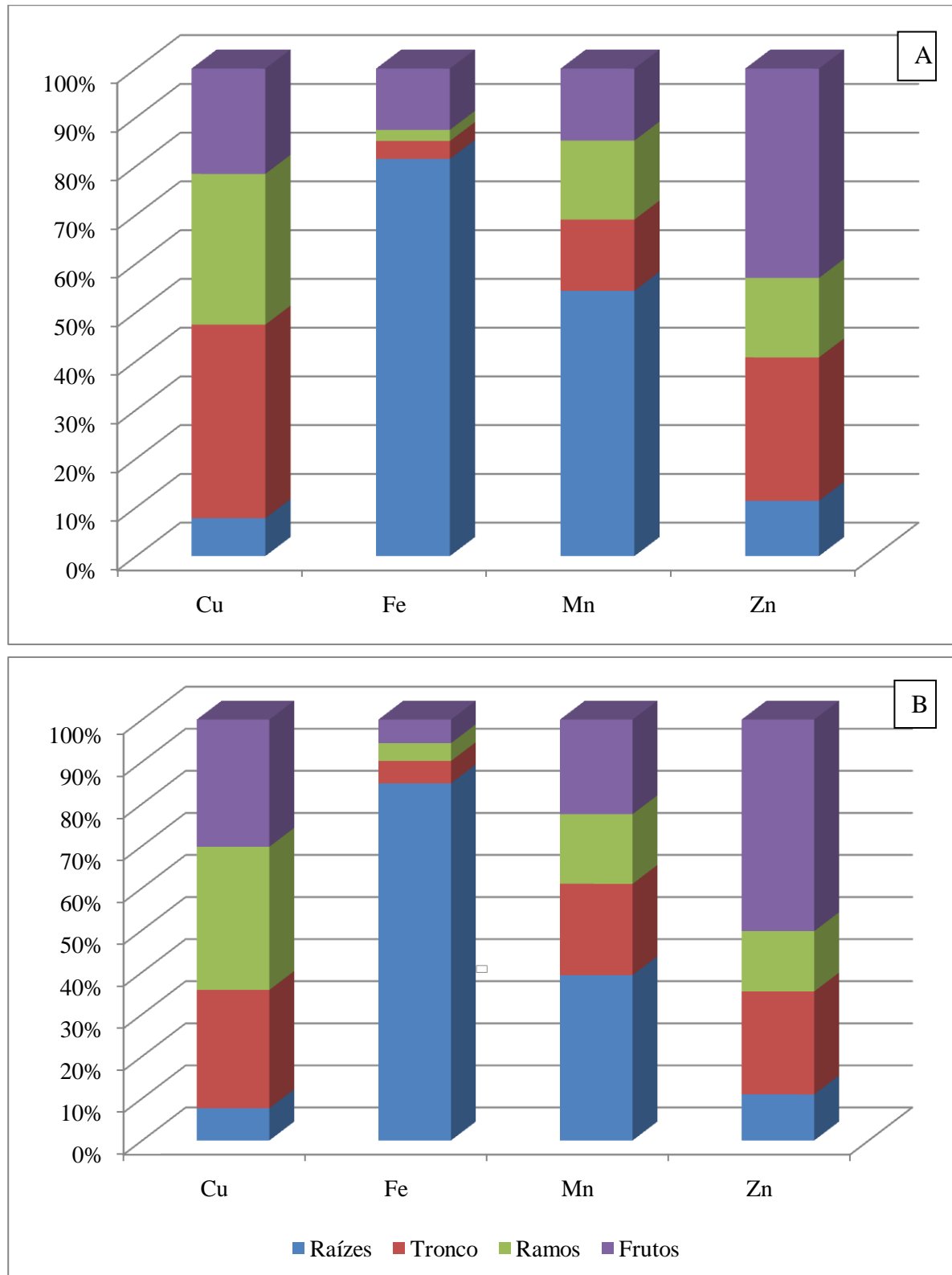
entre as duas cultivares estudadas (Tabela 7), no entanto apresentaram a seguinte ordem decrescente de extração: Fe>Zn>Cu>Mn e Zn>Fe>Cu>Mn, para as cvs. Cascatense e Tenra, respectivamente. Trani (1982) em estudo da extração de nutrientes pelos frutos de macieira 'Brasil' com 6-7 anos, população de 606 plantas ha<sup>-1</sup>, e produtividade de 12 t ha<sup>-1</sup>, a ordem de extração de micronutrientes: 101 g ha<sup>-1</sup> de Fe, 14 g ha<sup>-1</sup> de Cu, 10 g ha<sup>-1</sup> de Zn, 10 g ha<sup>-1</sup> de Mn.

**Tabela 7.** Exportação de micronutrientes pelos frutos de pereiras das cultivares Cascatense e Tenra em mg t<sup>-1</sup> de frutos produzida (Guarapuava- PR, 2011).

Nutrientes	Exportação por tonelada		Exportação por hectare	
	Cascatense <sup>1</sup>	Tenra <sup>2</sup>	Cascatense <sup>1</sup>	Tenra <sup>2</sup>
<b>Cu</b>	1.322,47	1.486,53 <sup>ns</sup>	14.282,6	20.068,16 <sup>ns</sup>
<b>Fe</b>	5.003,85	1.911,47 <sup>ns</sup>	54.041,5	25.804,85 <sup>ns</sup>
<b>Mn</b>	278,73	322,20 <sup>ns</sup>	3.010,28	4.349,70 <sup>ns</sup>
<b>Zn</b>	2.491,63	2.353,71 <sup>ns</sup>	26.909,6	31.775,09 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Calculado em função de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> e com produtividade de 10,8 t ha<sup>-1</sup> (cv. Cascatense) e 13,5 t ha<sup>-1</sup> (cv. Tenra)\* diferença significativa pelo teste t Student ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = não significativo

Em relação à distribuição dos micronutrientes extraídos pelas diferentes partes das pereiras, merecem destaque o maior acúmulo de Fe e Mn nas raízes e maior exportação do Zn pelos frutos. Para o elemento Cu as quantidades se distribuíram de maneira similar entre frutos, ramos e tronco, porém em menor proporção para as raízes (Figura 3). Stassen e North (2005) também verificaram considerável exportação de Zn pelos frutos com mais de 55,0% do total extraído pelas plantas, assim como também do elemento B com 67,7%.



**Figura 3.** Distribuição de micronutrientes (%) extraídos em um ciclo pelas raízes, tronco, ramos e frutos de pereiras das cultivares Cascatense (A) e Tenra (B) (Guarapuava- PR, 2011). Pomar com sete anos, em espaçamento 4x1 m (2500 plantas ha<sup>-1</sup>) e produtividade de 10,8 t ha<sup>-1</sup> (cv. Cascatense) e 13,5 t ha<sup>-1</sup> (cv. Tenra).

### 4.3. Exigências nutricionais

A exigência em nutrientes pelas plantas de pereira pode ser calculada utilizando as informações sobre a produtividade e nutrientes fixados pelas partes permanentes e quantidades exportadas pelos frutos. Estas informações, juntamente com os parâmetros de fertilidade de solo, clima, estado nutricional, irrigação e fitossanidade das plantas permitem uma recomendação de manejo de adubação mais adequado para o equilíbrio e bom desenvolvimento vegetativo e produtivo das pereiras.

As exigências mínimas de nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de pereiras cv. Cascatense durante seu ciclo anual com uma produtividade de  $10,8 \text{ t ha}^{-1}$ ; para os elementos N, P, K, Ca, Mg e S, são respectivamente: 24,02; 3,33; 20,67; 8,76; 3,00 e 2,72. Para a cv. Tenra as exigência de nutrientes com uma produtividade anual de  $13,5 \text{ t ha}^{-1}$ , para os elementos N, P, K, Ca, Mg e S, são respectivamente: 34,00; 2,76; 25,35; 10,26; 3,44 e 2,79  $\text{kg ha}^{-1}$  (Tabela 8).

De acordo com Stassen e North (2005), para pereiras 'Forelle' enxertadas sobre 'BP1', as exigências mínimas de nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para os elementos N, P, K, Ca e Mg foi a seguinte 59,54; 12,22; 47,58; 45,50 e 12,74 com produtividade de  $26,0 \text{ t de frutos ha}^{-1}$ . No entanto para a cv. Forelle enxertada sobre marmeleiro 'A' verificaram-se para os elementos N, P, K, Ca e Mg, respectivamente: 42,92; 7,25; 46,69; 46,40 e 9,57  $\text{kg ha}^{-1}$ .

**Tabela 8.** Exigência nutricional ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para pereiras das cultivares Cascatense e Tenra em produção (Guarapuava- PR, 2011).

Nutrientes	Cascatense	Tenra
<b>N</b>	24,02	34,00
<b>P</b>	3,33	2,76
<b>K</b>	20,67	25,35
<b>Ca</b>	8,76	10,26
<b>Mg</b>	3,00	3,44
<b>S</b>	2,72	2,79

As exigências de micronutrientes para a cv. Cascatense durante seu ciclo anual com uma produtividade de  $10,8 \text{ t de frutos ha}^{-1}$  para os elementos Cu, Fe, Mn e Zn, foram; respectivamente: 66.128,56; 430.048,56; 20.380,38 e 62.663,03  $\text{mg ha}^{-1}$ . Para cv. Tenra as exigências mínimas de micronutrientes com uma produtividade anual de  $13,5 \text{ t de frutos ha}^{-1}$ , para os elementos Cu, Fe, Mn e Zn; foram respectivamente: 65.465,96; 454.136,71; 19.080,13; e 62.288,94  $\text{mg ha}^{-1}$  (Tabela 9).

**Tabela 9.** Exigências nutricionais ( $\text{mg ha}^{-1}$ ) para pereiras das cultivares Cascatense e Tenra em produção (Guarapuava- PR, 2011).

<b>Nutrientes</b>	<b>Cascatense</b>	<b>Tenra</b>
<b>Cu</b>	66.128,56	65.465,96
<b>Fe</b>	430.048,56	454.136,71
<b>Mn</b>	20.380,38	19.080,13
<b>Zn</b>	62.663,03	62.288,94

#### 4.4. Carbono orgânico na biomassa de pereiras cv. Cascatense e Tenra

Na tabela 10, pode-se verificar que para a cv. Cascatense, o tronco apresentou a maior quantidade de carbono fixado, representando mais de 38% do total, por apresentar também a maior quantidade de biomassa. No entanto, o maior teor de carbono foi encontrado nas folhas (34,1%). Para a cv. Tenra o tronco representou mais de 45% do total fixado, também apresentou o maior teor de C nas folhas (35,0%).

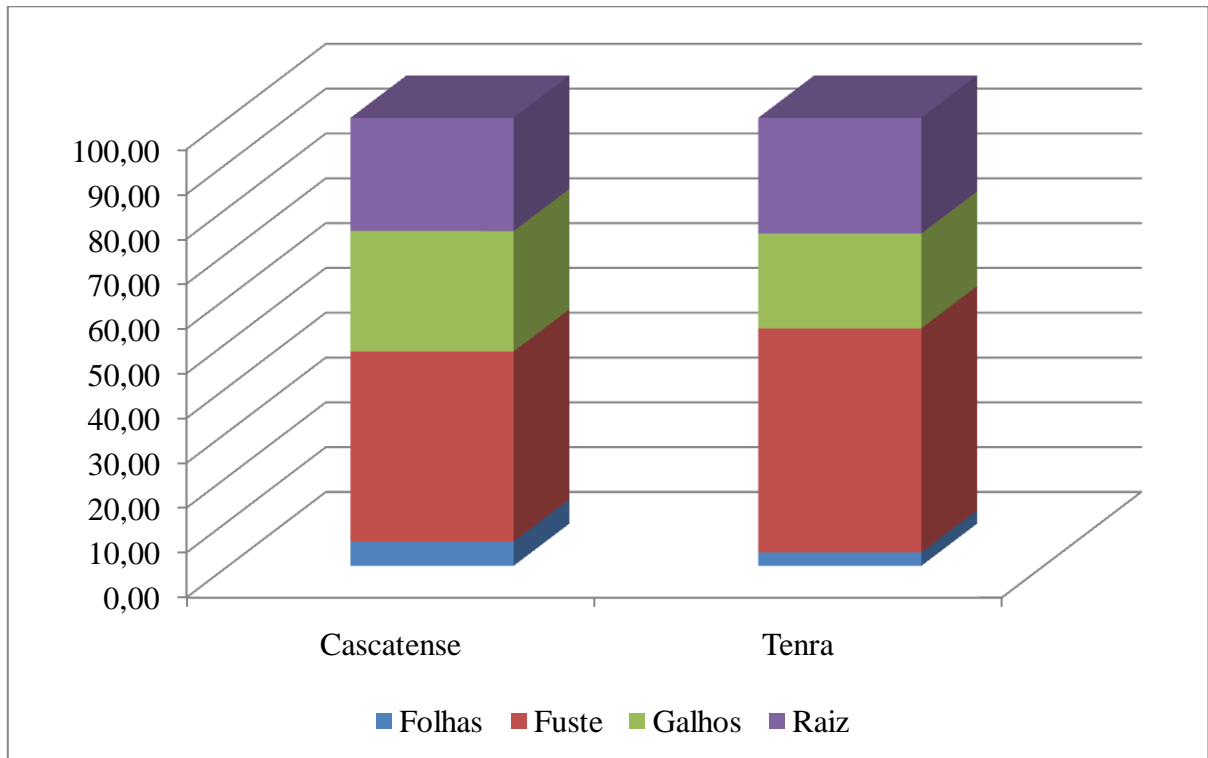
**Tabela 10.** Valores dos teores e quantidade de carbono orgânico das partes da planta das pereiras cv. Cascatense e Tenra aos 6 anos de idade (Guarapuava- PR, 2011).

Partes da Planta	Massa seca (kg ha <sup>-1</sup> )		Carbono orgânico %		Carbono orgânico (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Cascatense	Tenra	Cascatense	Tenra	Cascatense	Tenra
<b>Folhas</b>	700,65	247,95	46,45%	44,96%	325,45	111,47
<b>Tronco</b>	5.915,80	4.348,90	42,78%	42,69%	2.530,77	1.856,54
<b>Ramos</b>	3.825,32	1.854,20	42,00%	42,36%	1.606,63	785,43
<b>Raízes</b>	3.748,20	2.359,25	40,26%	40,65%	1.509,02	959,03
<b>Total</b>	14.189,97	8.810,30			5.971,87	3.712,47

De forma semelhante, Balbinot et al. (2003) verificaram em árvores de *Pinus taeda* com 5 anos de idade, que 44% do total do carbono fixado se encontrava na madeira, e o maior teor de carbono foi encontrado nas acículas (47,3%). Assim como, Rochadelli (2001) em estudo com a estrutura atômica de fixação de carbono em reflorestamentos com bracatinga (*Mimosa scabrella*), com idade entre 1 e 7 anos, que concluiu que esta espécie apresenta um concentração de carbono que varia entre 40 a 45% da biomassa total de madeira com casca.

Depois do tronco, os ramos também contribuíram significativamente com o total do carbono fixado (Figura 3), que representou 26,90% para a cv. Cascatense, já para a cv. Tenra as raízes contribuíram com 25, 83% do carbono total fixado. Resultados superiores aos encontrado por Balbinot et al. (2003), em plantio de *Pinus taeda* com 5 anos, onde o carbono fixado pelas raízes representou 19% do total, com 18,8 kg ha<sup>-1</sup>.





**Figura 3.** Distribuição total do carbono orgânico fixado (%) em pereiras das cultivares Cascatense e Tenra, com 6 anos de idade. (Guarapuava- PR, 2011).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- a) Para ambas cultivares estudadas, para os elementos N e S das partes permanentes, os maiores teores foram fixados no tronco. Para o P, a maior imobilização foi referente aos ramos apresentaram a maior imobilização. Os maiores teores de K apresentaram diferenças entre as cultivares, sendo que na cultivar Tenra se houve maior fixação nas raízes e; na cultivar Cascatense, nos ramos. Ca e Mg com os maiores teores fixados nas raízes para ambas cultivares.
- b) Comparando a demanda nutricional das duas cultivares, a cv. Tenra apresentou maior fixação de N e S no tronco, maior fixação de P nos ramos, e maior fixação de Ca, K e Mg nas raízes.
- c) As cultivares de pereiras enxertadas sobre o porta-enxerto ‘CPP’ apresentaram diferenças significativa em relação aos teores de macronutrientes nas folhas, demonstrando exigência nutricional distintas.
- d) O Fe obteve maior concentração na cultivar Tenra, comparada com a cv. Cascatense nas partes permanentes.
- e) A maior concentração de Cu e Zn, para ambas cultivares estudadas se encontra no tronco.
- f) A cultivar Tenra, apresentou maiores extrações pelos frutos de N, K, Mg quando comparada à cv. Cascatense.
- g) A cultivar Cascatense, apresentou maiores extrações pelos frutos de Fe quando comparada à cv. Tenra.
- h) Com este trabalho demonstra a importância destas nas estimativas de fixação de carbono nos ecossistemas florestais. No entanto, as especificidades de cada cultivar devem ser levadas em consideração em conjunto com as condições ambientais da região.

## 6. CONCLUSÕES

- a) A demanda nutricional da cv. Cascatense em um ciclo produtivo em um hectare, considerando a densidade de plantio de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, e a produtividade de 10,8 ha<sup>-1</sup>, foi de 24,02 kg de N, 3,33 kg de P, 20,67 kg de K, 8,76 Kg de Ca, 3,00 kg de Mg e 2,72 kg de S.
- b) A demanda nutricional da cv. Tenra em um ciclo produtivo em um hectare, considerando a densidade de plantio de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, e a produtividade de 13, 5 t ha<sup>-1</sup> foi de 34,00 kg de N, 2,76 kg de P, 25,35 kg de K, 10,26 Kg de Ca, 3,44 kg de Mg e 2,79 kg de S.
- c) A demanda nutricional da cv. Cascatense em um ciclo produtivo em um hectare, considerando a densidade de plantio de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, e a produtividade de 10,8 ha<sup>-1</sup>, foi de 66.128,56 mg de Cu, 430.048,56 mg de Fe, 20.380,38 mg de Mn e 62.663,03 mg de Zn.
- d) A demanda nutricional da cv. Tenra em um ciclo produtivo em um hectare, considerando a densidade de plantio de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, e a produtividade de 13, 5 t ha<sup>-1</sup> foi de 65.465,96 mg de Cu, 454.136,71mg de Fe, 19.080,13 mg de Mn e 62.288,94 mg de Zn.
- e) O carbono orgânico fixados pelo tronco representou 42,38 % do carbono total do pomar com a cv. Cascatense, e as folhas representaram maior teor com 46,45% de carbono orgânico.
- f) O carbono orgânico fixados pelo tronco representou 50,01 % do carbono total do pomar com a cv. Tenra, e as folhas representaram maior teor com 44,96% de carbono orgânico.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETO, J.R.; KOSOSKI, A.R. **Marco Legal da produção integrada de frutas no Brasil**. Brasília: MAPA/SARC, 2002.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. 128 p.

AQUINO, A.M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

ANDRADE, P.F. de S. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural, Curitiba, 2012. 9p.

ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.deT. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-280.

BASSO, C.; FREIRE, C.J.S.; SUZUKI, A. Solos, adubação e nutrição. In: QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. **Pêra: Produção**. Brasília: Embrapa, 2003. p. 55-67.

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. **Journal of horticultural Science & Biotechnology**. United Kingdom, v.27, n.3, p.431-436, 2004.

BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M.V.; WATZLAWICK, L.F; SANQUETTA, C.R. Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5; n.1, p. 59-68, 2003.

BOTELHO, V.R.; MÜLLER, M.M.L.; BASSO, C.; SUZUKI, A. Estado nutricional de diferentes cultivares de pereira nas condições edafoclimáticas de Guarapuava-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 884-891, 2010.

CAPORAL; F.R; COSTABEBER; J.A. **Agroecologia: alguns conceitos princípios**; Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2005. 24p.

CQFS-COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CASTAGNOLI, S.P.; DEJONG, T.M.; WEIBAUM, S.A.; JOHNSON, R.S. Autumn foliage Applications of ZnSO<sub>4</sub> Reduced Leaf Nitrogen Remobilization in Peach and Nectarine. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, California, v 155, n.1, p.79-83, 1990.

COSTA, R.S. **Fruticultura orgânica.** Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=6396>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

DANTAS, J.L.L.; DANTAS, A.C.V.L.; COELHO, Y.S. Fruticultura Brasileira: realidades e perspectivas. In: SANTOS-SEREJO, J.A.; DANTAS, J.L.L., SAMPAIO, C.V.; COELHO, Y.S. **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas.** Brasília: Embrapa, 2009. p. 17-32.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL; G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-352.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura da pêra.** Brasília: Embrapa Clima Temperado. Informação Tecnológica, 2007. 58p.

FADINI, M. A. M.; LOUSADA, J. C. N. Impactos ambientais da agricultura convencional. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.213, p.24-29, 2001.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone Fruit Trees.** New York: John Wiley e Sons, 1989, 338p.

**FAO** – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 23 out. 2011.

FAORO, I.D.; ORTH, A.I. A cultura da pereira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Jaboticabal, v 32, n. 1 p. 308-315, 2010.

FIORAVANÇO, J. C. **A Cultura da Pereira no Brasil:** situação econômica e entraves para o seu crescimento. **Informações Econômicas**, São Paulo. v.37, n.3, p.52-60, 2007.

GIL SALAYA, G.F. **La Producción de Fruta:** Frutas de climas templado y subtropical y uva de vino. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 2 ed., 2000, 590p.

GILLISSEN, B.; BÜRKLE, L.; ANDRÉ, B.; KÜHN, C.; RENTSCH, D.; BRANDI, D.; FROMMER, W.B. A New Family of High-Affinity Transportes for Adenine, Cytosine, and Purine Derivatives in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 12, n.2, p.291-300, 2000.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas:** principios y practicas. México : Continental, 1990. 760 p.

HAYNES, R.J.; GOH, K., Distribution and budget of nutrients in a commercial apple orchard. **Plant and Soil**, Bethlehem. n.56, p. 445-457, 1980.

HERSCHBACH, C.; ZALM, E. V.D.; SCHNEIDER, A.; JOUANIN, L.; KOK, L.J. de ; RENNENBERG, H. Regulation of Sulfur Nutrition in Wild-Type and Transgenic Poplar Over-Expressing g-Glutamylcysteine Synthetase in the Cytosol as Affected by Atmospheric H<sub>2</sub>S. **Plant Physiology**, v. 124, n 1, p. 461-472, 2000.

HUDINA, M.; STAMPAR, F. Effect of Phosphorus and Potassium Foliar Fertilization on Fruit Quality of Pears. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 594, p.487-493, 2002.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. **Reflexos das pesquisas do instituto agrônomo nas frutíferas de clima temperado e sub-tropical para o estado de São Paulo**. Disponível em: < <http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/Fruta/Arquivos/reflexo.asp>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0.2000.(formato digital). CD-ROM, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE**. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 out. 2011.

KANGUEEHI, G. N., **Nutrient requirement and distribution of intensively grown ‘Brookfield Gala’ apple trees**. Stellenbosch, 2008. 213 f. Dissertação de Mestrado - University of Stellenbosch, South Africa.

KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.; JACOMINO, A.P.; PEIXOTO, C.P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. Piracicaba: FEALQ, 2001. 58p.

KOTZÉ, W.A.G., Voeding van bladwisselende vrugtebome, bessies, neute en ander gematigde klimaat gewasse in Suid Afrika. **LNR Infruitec–Nietvoorbij**, Stellenbosch, 2001.

LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. **Bananas and plantains**. London: Chapman e Hall, p. 258-316, 1995.

MALAVOLTA, E. **Elemento de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. da. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Economia do aquecimento global. Elsevier: Rio de Janeiro, p.241, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**, Worblaufen-Bern, International Potash Institute: Switzerland, 3ed. 1982.

MIYAZAWA, J. Análise química de tecido. In: **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**: Embrapa, Brasília, 2ed. 2009. 624p.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.474-581, 2009.

NAKASU, B.H.; FAORO, I.D. Cultivares. In: QUEZADA, A.C.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. **Pêra: Produção**. Brasília: Embrapa, 2003 p. 29-45.

NAKASU, B.H.; LEITE, D.L. Indicação de porta-enxertos e cultivares de pereira para o sul do Brasil. **Hortisul**, Nova Petrópolis, v.1, n.2, p.20-24, 1990.

NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D. Nutritional requirements of apple. In: FERREE, D.C.; WARRINGTON, I.J. (eds). **Apples: Botany, production and uses**. Cambridge: CAB International, p. 267-301, 2003.

NEILSEN, D., MILLARD, P., HERBERT, L.C., NEILSEN, G.H., HOGUE, E.J., PARCHOMCHUK, P.; ZEBARTH, B.J., Remobilization and uptake of N by newly planted apple (*Malus domestica*) trees in response to irrigation method and timing of N application. **Tree Physiology**, v. 21, n.8, p.513-521, 2001.

NETO, C.; CARRANCA, C.; CLEMENTE, J.; VARENNES, A.de. Nitrogen distribuion, remobilization and re-cycling in young orchard of non-bearing 'Rocha' pear trees. **Scientia Horticultural**, n. 118, p.299-307, 2008.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L.; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, n. 15, p.3-34, 2002.

RIBEIRO, M. de S. **O tratamento contábil dos créditos de carbono**. Tese (Livro Docência)-Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, São Paulo, 2005. 92 f.

ROCHADELLI, R. **A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos** (Estudo de caso *Mimosa scabrella* Bentham, bracatinga). Curitiba, 2001. 86 f. Tese. Doutorado em Ciências Florestais – Universidade Federal do Paraná.

RUFAT, J.; DEJONG, T.M. Estimating seasonal nitrogen dynamics in peach trees in response to nitrogen availability. **Tree Physiology**. Victoria, Canada, v.21, p.1133-1140, 2001.

SINGH, T.; SANDHU, A.S.; SINGH, R.; DHILLON W.S. Vegetative and fruiting behavior of semi-soft pear strains in relation to nutrient status. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.696, p.289-293, 2005.

STASSEN, P.J.C.; NORTH, M.S. Nutrient distribution and requirement of 'Forelle' pear trees on two rootstocks. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.671, p.493-500, 2005.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

STASSEN, P.J.C., TERBLANCHE, J.H. & STRYDOM, D.K., The effect of time and rate of nitrogen application on development and composition of peach trees. **Agroplantae**, n.13, p. 56-61, 1981.

STASSEN, P.J.C., Macro-element content and distribution in peach trees. **Deciduous Fruit Grow**. n.37, p. 245-249, 1987.

TAGLIAVINI, M. e MARANGONI, B., Major nutritional issues in deciduous fruit orchards of Northern Italy. **Horticultural Technology**. n.12, p.26-31, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. HAVLIN, J.L. **Soil Fertility and Fertilizers**. 5ed. Estados Unidos da América: Macmillan, 1993.

TRANI, P.E. **Nutrição Mineral e Adubação da Macieira (*Pyrus malus* L.)**. Campinas: Fundação Cargill, 1982.

VISMARA, E. de S. **Mensuração da biomassa e construção de modelos para construção de equações de biomassa**. 2009. 103p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP

WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Ciência Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

WATZLAWICK, L. F; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; BALBINOT, R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamento de *Araucária angustifolia* (Bert) O Kuntze no sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, p. 63-78, 2003.

WEINBAUM, S.A.; BROWN, P.H.; ROSECRANCE, R.C.; PICCHIONI, G.A.; NIEDERHOLZER, F.J.A.; YOUSEFFI, F; MURAOKA, T.T., Necessity for whole tree excavations in determining patterns and magnitude of macronutrient uptake by mature deciduous fruit trees. **Acta Horticultura**. Belgium, n. 564, p. 41-49, 2001.