

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRICIA VERLINDO

**NUTRIÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRA ‘CASCATENSE’  
EM PLANTIO ADENSADO E SISTEMA AGROECOLÓGICO**

CURITIBA

2016

ANDRICIA VERLINDO

**NUTRIÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRA ‘CASCATENSE’  
EM PLANTIO ADENSADO E SISTEMA AGROECOLÓGICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Dr. Luiz Antônio Biasi  
Co-orientador: Dr. Renato Vasconcelos Botelho

CURITIBA

2016

V521 Verlindo, Andrcia

Nutrição e extração de nutrientes em pereira 'cascatense' em plantio adensado e sistema agroecológico. Andrcia Verlindo. - Curitiba: 2016.

80 f. il.

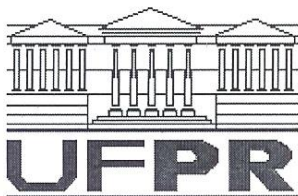
Orientador: Luiz Antônio Biasi.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.

1. Pera – Adubos e fertilizantes. 2. Minerais na nutrição de plantas. I. Biasi, Luiz Antônio. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós - Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. III. Título.

CDU 631.8:634.13



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

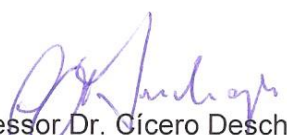


## PARECER

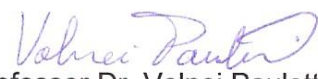
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **ANDRICIA VERLINDO**, sob o título "**NUTRIÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRA 'CASCATENSE' EM PLANTIO ADENSADO E SISTEMA AGROECOLÓGICO**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

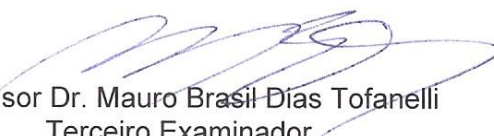
Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.


Curitiba, 26 de Fevereiro de 2016.

  
Professor Dr. Gícero Deschamps  
Coordenador do Programa

  
Professor Dr. Fabricio William de Ávila  
Primeiro Examinador

  
Professor Dr. Volnei Pauletti  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. Mauro Brasil Dias Tofanelli  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. Renato Vasconcelos Botelho  
Quarto Examinador

  
Professor Dr. Luiz Antonio Biasi  
Presidente da Banca e Orientador

## **DEDICO**

Aos meus pais Sebastião Onório e Ivanilde,  
que são os maiores incentivadores desse  
importante passo em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre ao meu lado, me iluminando, pela proteção e fé de seguir em frente.

Ao meu orientador, Dr. Luiz Antônio Biasi, por aceitar esse desafio, pelas inúmeras orientações e pelo apoio mesmo distante.

Ao professor Dr. Renato Vasconcelos Botelho, pela ajuda, pelo incentivo e principalmente por acreditar no meu trabalho.

À minha família e ao meu namorado, pelo amor, pela compreensão e pelo incentivo de viver comigo esse sonho.

À Universidade Federal do Paraná - UFPR, à Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de obtenção desse título.

Ao grupo de Fruticultura e de Solos da UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro-Oeste, por toda ajuda nos trabalhos de campo e laboratoriais.

A todas as pessoas que, de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

## **BIBLIOGRAFIA DO AUTOR**

ANDRICIA VERLINDO, filha de Sebastião Onório Verlindo e Ivanilde Kovalski Verlindo, nasceu em São João, no Sudoeste do Paraná, aos quatorze dia de agosto de 1986.

Ingressou na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), no curso de Agronomia no ano de 2004, pela qual recebeu o título de Engenheira Agrônoma no ano de 2009.

Trabalhou de 2009 até 2011, em projeto de extensão titulado “Desenvolvimento da vitivinicultura e fruticultura orgânica em sistema cooperativo na região de Guarapuava-PR”, vínculo à UNICENTRO.

Cursou mestrado de 2010 a 2012 no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Ainda em 2012 ingressou no doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

Atuou como professora do curso de Agronomia da Faculdade Uniguaçu nos anos de 2013 e 2014, ainda em 2014 começou atuar como professora no Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul até dezembro 2015.

## NUTRIÇÃO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRA ‘CASCATENSE’ EM PLANTIO ADENSADO E SISTEMA AGROECOLÓGICO

### RESUMO

O Brasil é o terceiro maior importador de peras no mundo, devido à baixa produtividade e qualidade da fruta nacional. Muitos desafios precisam ser superados, incluindo-se a produção com menor impacto ambiental e maior segurança alimentar, sendo o conhecimento sobre o estado nutricional das plantas fundamental. Nesse contexto, os fertilizantes alternativos, como a cama de aviário e pó de basalto, propiciam um solo com maior fertilidade, rico em nutrientes, com redução no impacto ambiental. Portanto, avaliar o estado nutricional e o crescimento vegetativo de cada parte da planta é importante para determinar a eficiência nutricional desta cultura. Baseado nesse princípio, o objetivo desse trabalho foi avaliar o estado nutricional, o crescimento vegetativo, a produção de massa seca e a quantidade de nutrientes extraídos em diferentes partes da planta e a eficiência nutricional, sob efeito de doses de cama de aviário e pó de basalto em pereira cultivar Cascatense em Guarapuava, na região Centro-Sul do Estado do Paraná. O experimento possuía os seguintes tratamentos: T1) sem adubação; T2) 2 kg de cama de aviário; T3) 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4) 4 kg de cama de aviário; T5) 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. O trabalho foi implantado em 2010, em um pomar com a densidade de 6.667 plantas ha<sup>-1</sup>. Foram coletadas folhas inteiras da parte mediana das brotações do ano, em Janeiro de 2014, para avaliar o teor de nutrientes. Plantas inteiras foram coletadas e divididas em raízes, tronco e ramos laterais em Julho/2012 (650 dias), Janeiro/2013 (830 dias), Julho/2013 (1.010 dias) e Janeiro/2014 (1.190 dias), para análise química dos teores dos nutrientes e massa seca. Para o teor foliar o tratamento de 4 kg de cama de aviário proporcionou teores adequados para os elementos N, K, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, indicando adequados índices de área foliar e diâmetro de tronco. A análise foliar mostrou a necessidade da complementação de outras fontes de nutrientes para o adequado teor de Ca e P. Considerando-se a extração total de nutrientes pelas plantas, o tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentou elevadas taxas de extração para os elementos P, K, Ca, Fe e B. No entanto, para N, Mg, Mn e Zn a maior extração foi obtida com o tratamento 4 kg de cama de aviário. Alta extração de S observou-se com o tratamento sem adubação. O tratamento 2 kg de cama aviário apresentou a maior taxa de extração de Cu. A maior eficiência de utilização para os elementos N, P, K, Ca e Mg ocorreu com o tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. No entanto, a melhor eficiência de absorção para os elementos N, K, Ca e Mg ocorre com o tratamento 4 kg de cama de aviário.

**Palavras-chave:** *Pyrus* sp., nutrição mineral, eficiência nutricional, biomassa, análise foliar.

## NUTRITION AND NUTRIENTS EXTRACTION IN 'CASCATENSE' PEAR TREE UNDER HIGH DENSITY AND AGROECOLOGICAL SYSTEM

### ABSTRACT

Brazil is the third largest importer of pears in the world due to low productivity and quality of the national fruit. Many challenges need to be overcome, including the production with lower environmental impact and greater food security, and the knowledge of the nutritional status of key plants. In this context, alternative fertilizers, such as poultry litter and basalt powder, provide a soil with higher fertility, nutrient-rich, with reduced environmental impact. Therefore, assess nutritional status and vegetative growth of each part of the plant is important to determine the nutritional efficiency in this culture. Based on this principle the objective of this study was to evaluate the nutritional status, vegetative growth, dry matter production and the amount of nutrients taken in different parts of the plant and the nutritional efficiency, under the effect of poultry litter doses and basalt powder in pear cultivar Cascatense in Guarapuava, in the South Central region of Paraná. The experiment had the following treatments: T1) without fertilization; T2) 2 kg of poultry litter; T3) 2 kg of poultry litter + 2 kg of basalt powder; T4) 4 kg of poultry litter; T5) 4 kg of poultry litter + 2 kg of basalt powder. The work was implemented in 2010, in an orchard with a density of 6,667 plants ha<sup>-1</sup>. Whole leaves were collected from the middle part of the shoots of the year, in January 2014, to assess the nutrient content. Whole plants were collected and subdivided into roots, trunk and branches in July 2012 (650 days), January 2013 (830 days), July 2013 (1.010 days) and January 2014 (1.190 days) for chemical analysis of nutrient content and dry matter. For the foliar treatment 4 kg of poultry litter provided adequate levels for the elements N, K, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn and B, indicating adequate leaf area index and trunk diameter. The foliar analysis showed that is needed complementing with other sources of nutrients to the appropriate concentration of Ca and P. Considering the total nutrients extraction by plants, the treatment 2 kg of poultry litter + 2 kg of basalt powder presented high extraction rates for the elements P, K, Ca, Fe and B. However, for N, Mg, Mn and Zn higher extraction was obtained with 4 kg of poultry litter. High S extraction was observed without fertilization. The treatment with 2 kg of poultry litter had the highest Cu extraction rate. The greater nutritional efficiency for the elements N, P, K, Ca and Mg occurred with 2 kg of poultry litter + 2 kg of basalt powder. However, the best absorption efficiency for the elements N, K, Ca and Mg occurs with 4 kg of poultry litter.

**Key-words:** *Pyrus* sp., mineral nutrition, nutritional efficiency, biomass, leaf analysis.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>15</b>
1.2 REFERÊNCIAS.....	18
<b>2. ESTADO NUTRICIONAL DE PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES .....</b>	<b>21</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	23
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
2.4 CONCLUSÕES .....	30
2.5 REFERÊNCIAS.....	36
<b>3. PRODUÇÃO DE MASSA SECA E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES .....</b>	<b>40</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	42
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
3.4 CONCLUSÕES .....	73
3.5 REFERÊNCIAS.....	75
<b>4. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>80</b>

## LISTA DE FIGURAS

### 2. ESTADO NUTRICIONAL DE PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES

**Figura 1** – Área foliar específica ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) de folhas de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em resposta às doses de cama de aviário e pó de basalto, em pomar de 4 anos com 6.777 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Guarapuava – PR) ..... 34

**Figura 2** – Diâmetro do tronco de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em resposta às doses de cama de aviário e pó de basalto, em pomar de 4 anos com 6.777 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Guarapuava – PR) ..... 35

### 3. PRODUÇÃO DE MASSA SECA E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES

**Figura 1-** Implantação do pomar em Setembro de 2010 (A), vista do pomar experimental em Janeiro de 2011 (B), pereira retirado do pomar em Janeiro de 2014 (C), trituração das amostras utilizando-se moinho tipo Wiley (D) e digestão das amostras (E) (Guarapuava-PR) ..... 40

**Figura 2** – Produção de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nas raízes, tronco e ramos da pereira cultivar Cascatense sobre o porta-enxerto ‘CP’, adubadas com doses de cama de aviário e pó de basalto, com densidade de 6.667 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , avaliados em Julho/2012, Janeiro/2013, Julho/2013 e Janeiro/2014 (Guarapuava-PR) ..... 47

**Figura 3** – Quantidade extraídas de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) ..... 49

<b>Figura 4</b> – Distribuição de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	50
<b>Figura 5</b> – Quantidade extraídas de P ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	51
<b>Figura 6</b> – Distribuição de fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	52
<b>Figura 7</b> – Quantidade extraídas de K ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	53
<b>Figura 8</b> – Distribuição de potássio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	54
<b>Figura 9</b> – Quantidade extraídas de Ca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereiras cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	55
<b>Figura 10</b> – Distribuição de cálcio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	56
<b>Figura 11</b> – Quantidade extraídas de Mg ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereiras cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	57

<b>Figura 12</b> – Distribuição de magnésio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).	58
<b>Figura 13</b> – Quantidade extraídas de S ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereiras cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	59
<b>Figura 14</b> – Distribuição de enxofre ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	60
<b>Figura 15</b> – Quantidade extraídas de Fe ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR). .....	61
<b>Figura 16</b> – Distribuição de ferro ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR). .....	62
<b>Figura 17</b> – Quantidade extraídas de Cu ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR). .....	63
<b>Figura 18</b> – Distribuição de cobre ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR). .....	64

<b>Figura 19</b> – Quantidade extraídas de Mn ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR). .....	65
<b>Figura 20</b> – Distribuição de manganês ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	66
<b>Figura 21</b> – Quantidade extraídas de Zn ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	67
<b>Figura 22</b> – Distribuição de zinco ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	68
<b>Figura 23</b> – Quantidade extraídas de B ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR) .....	69
<b>Figura 24</b> – Distribuição de boro ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR). .....	70

## LISTA DE TABELAS

### 2. ESTADO NUTRICIONAL DE PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES

- Tabela 1** – Análise química do solo, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, antes da implantação dos tratamentos (maio de 2010), em pomar de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’ (Guarapuava-PR) ..... 31
- Tabela 2** – Composição química da cama de aviário utilizada (Guarapuava-PR) ..... 31
- Tabela 3** – Caracterização química e granulométrica do pó de basalto utilizado (Guarapuava-PR) ..... 31
- Tabela 4** - Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em folhas de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em pomar de 4 anos com 6.667 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava – PR) ..... 32
- Tabela 5** - Teores de cobre, ferro, manganês, zinco e boro em folhas de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em pomar de 4 anos com 6.667 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava – PR) ..... 32
- Tabela 6** - Valores de massa seca de folhas (MSFO), ramos laterais (MSRL), tronco (MSTR), raízes (MSSR) e total (MSTP) de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em pomar de 4 anos com 6.667 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava – PR). ..... 33

### 3. PRODUÇÃO DE MASSA SECA E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES

<b>Tabela 1</b> – Análise química do solo, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, antes da implantação dos tratamentos (maio de 2010), em pomar de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’ (Guarapuava-PR) .....	45
<b>Tabela 2</b> – Composição química da cama de aviário utilizada (Guarapuava-PR) .....	45
<b>Tabela 3</b> – Caracterização química e granulométrica do pó de basalto utilizado (Guarapuava-PR) .....	46
<b>Tabela 4</b> - Eficiência de absorção de macronutrientes pela pereira cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 1.190 dias após o plantio .....	71
<b>Tabela 5</b> - Eficiência de transporte de macronutrientes pela pereira cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 1.190 dias após o plantio .....	72
<b>Tabela 6</b> - Eficiência de utilização de macronutrientes pela pereira cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 1.190 dias após o plantio .....	72

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil produz cerca de 22.000 toneladas anuais de peras das espécies *Pyrus communis* L. e *P. pyrina*, em uma área de 1.680 hectares (FAO, 2015). Produção insuficiente para atender a demanda do país, que ocupa a terceira posição entre os maiores importadores de pera no mundo, ficando atrás apenas da Rússia e da União Europeia (FAO, 2015; CIPRIANI, 2014).

O aumento da cultura em território nacional tem encontrado entraves devido à vários fatores, tais como: baixa tecnologia de produção, como sistema de poda, raleio, controle fitossanitário, indefinição e/ou inexistência de cultivares e porta-enxertos adaptados às diferentes condições edafoclimáticas e ainda à falta de recomendação de adubação nacional (NAKASU e LEITE, 1990). Entre os fatores que podem contribuir para a melhoria na quantidade e na qualidade de peras, está a adubação. Para avaliar a exigência nutricional são necessários estudos de análise mineral dos tecidos de todas as partes da planta (STASSEN e NORTH, 2005). De acordo com Weinbaun et al. (2001), com a determinação da biomassa produzida em cada parte da planta, seguido das análises nutricionais nos tecidos, é a maneira mais confiável para verificar a variação sazonal quanto à absorção de nutrientes.

A demanda nutricional da pereira difere de acordo com o porta-enxerto e cultivar-copa (SORRENTI e ROMBOLÀ, 2006). A partir da absorção, os nutrientes são alocados em diferentes partes da planta. Em função da queda das folhas, algumas proteínas degradam e nutrientes migram para tecidos lenhosos nas raízes ou na parte aérea. Para floração e início do crescimento vegetativo da planta, utilizam-se as substâncias elaboradas e armazenadas durante o ciclo anterior (ROM, 1994; BASSO et al., 2003).

Outra preocupação no cultivo de frutíferas em geral é o impacto ambiental proporcionado pelo uso excessivo de fertilizantes sintéticos e agroquímicos, desta forma, buscando-se utilizar formas de cultivos mais sustentáveis, como a agroecológica. O fruticultor pode adotar manejos utilizando-se de resíduos provenientes da criação de aves, suínos, compostos orgânicos e os benefícios oriundos da utilização do pó de rocha. Vários estudos salientam os benefícios da cama de aviário, proporcionando uma melhor estrutura para o solo, beneficiando a aeração, a infiltração, o crescimento das raízes e o movimento de água no perfil do solo (ANDREOLA et al., 2000; GLIESSMAN, 2000; NAVA, 2010; WELTER et al., 2011).

No entanto o uso de pó de rocha, um produto originário do beneficiamento simples de matérias minerais, de solubilidade mais lenta, que disponibilizam os nutrientes para as plantas no período maior comparado com os fertilizantes convencionais (THEODORO e LEONARDOS, 2006). Já as melhorias advindas da utilização do pó de rocha são a liberação lenta de macro e micronutrientes, reequilíbrio com o pH do solo e manutenção na disponibilidade desses nutrientes a médio e longo prazo (MELAMED et al., 2007).

Adaptada às condições edafoclimáticas do Sul do Brasil, a cultivar Cascatense desenvolvida pela Embrapa Clima Temperado, é resultado do cruzamento de ‘Packham’s Triumph’ x ‘Le Conte’. A planta apresenta estrutura semi-aberta e suscetível a entomosporiose. É altamente produtiva e sob condições ótimas de cultivo pode chegar a mais de 60 kg de frutos/planta, com colheita em meados de janeiro. A fruta é piriforme, e apresenta tamanho médio, com epiderme fina, de coloração amarelo-esverdeada a amarela, com pouco de *russetting* (dano caracterizado pela presença de camada de cortiça nas células da epiderme) na área peduncular, de aparência regular. A polpa é branca, parcialmente manteigosa, succulenta, moderadamente aromática e de bom sabor, com 12 a 14° Brix (NAKASU e FAORO, 2003).

No mundo todo, modernos pomares vem sendo cultivados sob plantio mais adensado (WERTHEIM et al., 2001). Os sistemas de plantio de alta densidade apresentam as seguintes vantagens: retorno rápido de capital, economia de mão de obra, alta produtividade e qualidade de frutos. Porém, a grande maioria dos porta-enxertos disponíveis para as pereiras confere vigor excessivo às copas, retardando a entrada em produção, não adaptando-se para plantios adensados (WEBSTER, 2001).

Há pouco tempo, foi lançado no Brasil o porta-enxerto de marmeleiro ‘CP’ (*Cydonia oblonga*), desenvolvido pela Empresa Clone Propagação de Plantas, classificando-se como um porta-enxerto anão, por reduzir consideravelmente o vigor das plantas e induzir precocidade, com florescimento e produção de frutos já no segundo ciclo vegetativo (BOTELHO et al., 2010). Schreider et al. (2007), ao estudarem a adaptação das cultivares Tenra, Cascatense e Hosui, enxertadas sobre o marmeleiro ‘CP’, observaram que as cultivares apresentaram excelente adaptação e brotação uniforme, teores nutricionais normais e uma produção cumulativa no 2° e 3° ano do pomar de 13,16; 6,49 e 4,45 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O manejo da adubação é essencial nas plantações, equilibrando o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, bem como a garantia da qualidade dos frutos em frutíferas 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 e de transporte (FAUST, 1989).

A adubação de plantas frutíferas de clima temperado é rotineiramente recomendada em função da interpretação de laudos de análises químicas de solo e folhas, mas não são específicas para as diferentes combinações de cultivares copa e porta-enxertos e plantio adensado. No entanto, as exigências nutricionais podem ser variáveis. De acordo com 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 (*Cydonia oblonga* L.) ‘QA’, em comparação àquelas enxertadas sobre o híbrido de pereira ‘BP1’ (*Pyrus* sp.). 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’.

Trabalhos sobre nutrição e adubação de pereiras no Brasil são muito escassos. Nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a adubação de manutenção da cultura da pereira é baseada na 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).

Baseado no potencial econômico e na dificuldade de manejo da adubação, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional da planta e a quantidade de nutrientes extraídos, sob efeito de doses de cama de aviário e pó de basalto em pereira cultivar Cascatense em Guarapuava, na região centro-sul do Estado do Paraná.

## 1.2 REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou mineral sobre as propriedades físicas de um Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p.857-865. 2000.

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.

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.

CIPRIANI, R. Tendência e estratégias de mercado para a cultura da pereira. In: Reunião Técnica da Cultura da Pereira, 5. 2014. Lages - SC **Anais ...**: CAV/UEDESC. 2014. 157p.

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.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: John Wiley & Sons, 1989, 338p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade- UFRGS, 2000.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. (**Série estudos e documentos, 72**). Disponível em: [http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-72.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-72.pdf). Acesso em: 14 jul. 2015.

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-enxerto e cultivares de pereira para o sul do Brasil. **Hortisul**, Nova Petrópolis, v.1, n.2, p.20-24, 1990.

NAVA, G. Produção e crescimento da macieira ‘Fuji’ em resposta à adubação orgânica e manejo de plantas espontâneas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, p 1231-1237, 2010.

ROM, C. Fruit Tree Growth and Development. In: PETERSON, A. B.; STEVENS, R. G. **Tree fruit nutrition**. Washington: Good Fruit Grower, 1994. p.1-18.

SCHREIDER, E.; BOTELHO, R. V.; PIVA, R. Produtividade e desenvolvimento de pereiras (*Pyrus* spp) em plantio adensado em Guarapuava-PR. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16, 2007, Florianópolis. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2007.

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**, Leiden, 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**, Leiden, n.671, p.493-500, 2005.

SORRENTI, G.; ROMBOLÀ, A.D. La fertilizzazione del pero nella frutticoltura sostenibile. **Italus Hortus**, v. 13, p.45-50, 2006.

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

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H. The use of rocks to improve Family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, v.8, n.4, 721-730, 2006.

WEBSTER, A.D. Rootstocks for temperate fruit crops: current uses, future potential and alternative strategies. **Acta Horticulturae**, Leiden, n.557, p.25-34, 2001.

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 Horticulturae**, Leiden, n. 564, p. 41-49, 2001.

WELTER, M. K.; MELO, V.F.; BRUCKNER, C.H.; GÓES, H.T. de.; CHAGAS, E.A.; UCHÔA S.C.P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p. 922-931, 2011.

WERTHEM, S.J.; WAGENMAKERS, P.S.; BOOTSMA, J.H.; GROOT, M.J. Orchard systems for apple and pear: conditions for success. **Acta Horticulturae**, Leiden, n.557, p. 209-227, 2001.

## **2. ESTADO NUTRICIONAL DE PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES**

**Resumo** - A adubação e o manejo do solo interferem no estado nutricional e crescimento das plantas. Neste contexto, a produção de pera em sistema agroecológico, utilizando fontes de nutrientes específicas, orgânicas e/ou minerais, pode trazer limitações à cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional e o crescimento vegetativo de pereiras cv. Cascatense, adubadas com cama de aviário e pó de basalto. O experimento foi implantado em 2010 em Guarapuava-PR, no espaçamento 2,5 x 0,5 m, com os seguintes tratamentos nas covas de plantio: T1) sem adubação; T2) 2 kg de cama de aviário; T3) 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4) 4 kg de cama de aviário; T5) 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Em 2012, estes tratamentos foram reaplicados em cobertura, na projeção da copa, colhendo-se amostras de folhas para análise em janeiro de 2014. Os teores foliares mais elevados de N, Mg, K e Ca foram constatados no tratamento com 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto, sendo que o teor de N ficou acima da faixa considerada normal, o teor de K na faixa do normal, e o teor Ca na faixa insuficiente. O maior teor foliar de S foi verificado para o tratamento com 4 kg de cama de aviário, com níveis acima da faixa considerada normal. Com adição de 4 kg de cama de aviário houve elevação nos teores foliares de S, Fe, Zn e B. Com adição de 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto houve aumento significativo na massa seca de folhas, demonstrando maior crescimento vegetativo.

**Termos para indexação:** *Pyrus* sp., adubação orgânica, análise foliar, nutrição mineral, produção orgânica.

## **NUTRITION STATUS OF PEAR TREES CV. CASCATENSE USING AS SOURCES OF NUTRIENTS POWDER OF BASALT ROCK AND POULTRY LITTER**

**Abstract** - Fertilization and soil management affects nutritional status and growth of plants. In this context, the pear production in agroecologic system, using specific nutrient sources, organics and/or mineral, could impose some limitations to the crop. This study aimed to evaluate the nutritional status and vegetative growth of pear trees cv. Cascatense fertilized with different doses of poultry litter and basalt powder in. The trial was carried out in Guarapuava-PR, Brazil, in 2010, spaced 2.5 x 0.5 m, equivalent to the plant density of 6,667 plants ha<sup>-1</sup>, with the following treatments in planting furrows: T1) without fertilization; T2) 2 kg poultry litter; T3) 2 kg poultry litter + 2 kg basalt rock powder; T4) 4 kg poultry litter; T5) 4 kg poultry litter + 2 kg basalt rock powder. The higher leaf levels of N, Mg, K and Ca were found in the treatment with 2 kg poultry litter + 2 kg basalt rock powder, and the N content was above normal values, the K content in the normal range and Ca content with insufficient level. The higher content S was verified for the treatment with 4 kg poultry litter, with levels above normal. The addition of 2 kg poultry litter + 2 kg basalt rock powder showed significant difference in dry mass of leaves with high vegetative growth.

**Index terms:** *Pyrus* sp., organic fertilizing, leaf analysis, plant nutrition, organic production.

## 2.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a pereira (*Pyrus communis* L.) não apresenta todo seu potencial produtivo, apresentando pequena área cultivada (1.870 hectares) e baixa produtividade média (13,1 t ha<sup>-1</sup>) (IBGE, 2014). Conseqüentemente a pera é a fruta fresca mais importada pelo país, uma vez que a produção não atende à demanda de consumo interno, sendo necessário adquirir cerca de 200 mil toneladas ao ano de outros países, o que torna o Brasil o quarto maior importador da fruta no mundo (IBRAF, 2014).

Entre os fatores que impedem a expansão da cultura em território nacional, bem como a melhoria dos índices de produtividade, está a falta de pesquisas em tecnologias de produção, tais como o manejo da adubação (BOTELHO et al., 2010), que pode ser responsável por desbalanços nutricionais nas pereiras. Segundo Penteado (2004), deficiências nutricionais levam à alternância de produção em pereiras, assim como à formação de grande número de flores imperfeitas, em particular com pistilos defeituosos.

Na história da agricultura, houve grande expansão da produção após a chamada Revolução Verde, que entre outros fatores se valeu do uso de fertilizantes sintéticos e minerais, cada vez mais concentrados e de alta solubilidade, para melhorar a disponibilidade de nutrientes no solo para as culturas, o que resultou em alterações nos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes nos sistemas de produção, inclusive com impactos ambientais negativos (FADINI e LOUSADA, 2001; ALMEIDA et al., 2007).

Paralelamente a esse processo, desenvolveu-se a busca por formas mais ecológicas de adicionar ou repor nutrientes nos solos cultivados, baseadas no uso de adubos orgânicos, que têm como principais vantagens promover, simultaneamente, melhorias em propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, tornando as áreas mais produtivas e sustentáveis (GLIESSMAN, 2000; NAVA, 2010). Ao longo do tempo, consagraram-se como principais fontes de nutrientes para agricultura agroecológica os adubos verdes, esterco, compostos e resíduos de culturas, sendo a escolha entre eles relacionada à sua disponibilidade e custo, de acordo com a região e considerando a espécie a ser cultivada (GRACIANO et al., 2006).

Na região Centro-Oeste do Paraná, além de madeira e grãos, destaca-se em termos produtivos a pecuária de corte, cujos resíduos podem ser utilizados como fonte de nutrientes na agricultura. Piva et al. (2013), utilizando esterco bovino em pomar de videiras cv. Isabel,

constatou elevação do teor de N nas folhas durante o desenvolvimento vegetativo das plantas, bem como maior produção de uva. Entretanto, como o gado é produzido a pasto na região, não há grande quantidade disponível desse esterco para aquisição pelos fruticultores.

Em Guarapuava-PR, especificamente, com a inauguração em 2008 de um complexo produtivo de matrizes avícolas, tem aumentado muito a disponibilidade de cama de aviário, resíduo orgânico cuja aplicação pode melhorar não só as propriedades químicas do solo, mas também as físicas, favorecendo a aeração, a infiltração e o movimento de água no perfil (KIEHL, 1985; ESPANHOL et al., 2007). Em experimento sobre a adubação com cama de aviário na cultura da macieira, aliada ao de manejo de plantas espontâneas com roçadas, Nava (2010) observou maior vigor das plantas com o aumento da dose de cama de aviário.

Além dos resíduos orgânicos, há vários outros disponíveis para uso agrícola, como o pó de rocha, de origem mineral e que normalmente são descartados no local de mineração, embora possam ser fontes de macro e micronutrientes, como no caso do pó de basalto (LEONARDOS et al., 2000), disponível em algumas regiões do Brasil e em grande quantidade nos municípios situados no terceiro planalto paranaense. Para Melamed et al. (2007), os benefícios do uso de pó de rocha advêm do equilíbrio do pH do solo e fornecimento lento de macro e micronutrientes. Não obstante a isso, avaliando a produção de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*), Welter et al. (2011) observaram melhor desenvolvimento das plantas misturando pó de basalto ao substrato.

Para a cultura da pereira, no Sul do Brasil a definição da adubação depende de um conjunto de informações, que incluem análises químicas de solo e folha, sintomas de deficiência ou toxidez, idade das plantas, adubações anteriores, tratos culturais e sistema de condução. No entanto, não há recomendações bem definidas de doses de nutrientes (BASSO et al., 2003; CQFS-RS/SC, 2004). Nesse contexto, é necessário estudar as respostas da cultura à adubação sob diferentes condições de cultivo, sobretudo quando são utilizadas fontes alternativas de nutrientes, como as preconizadas para sistemas agroecológicos.

Este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento e os teores de nutrientes em folhas de pereiras da cv. Cascatense sobre porta-enxerto marmeleiro 'CP', adubadas com doses de cama de aviário e pó de basalto, visando subsidiar informações para programas de adubação e auxiliar no estabelecimento de parâmetros de avaliação do estado nutricional das plantas.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em pomar experimental no *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava-PR, com coordenadas geográficas de 25°23'36"S e 51°27'19"O e 1.120 m de altitude. O clima da região é classificado como Cfb, segundo Köppen, com precipitação média anual de 2.000 mm e temperatura média anual de 18,2 °C (IAPAR, 2000). O solo da área experimental é um Latossolo Bruno Distroférico típico, muito argiloso (EMBRAPA, 2013), tendo sido amostrado antes da implantação dos tratamentos, em maio de 2010, para caracterização química (Tabela 1).

As pereiras (*Pyrus communis* L.) cv. Cascatense enxertadas sobre o porta-enxerto de marmeleiro 'CP' (*Cydonia oblonga*) e com filtro de pereira 'FT', foram adquiridas do viveiro Clone Propagação de Plantas, em Araucária-PR. O plantio foi feito em setembro de 2010, em sulcos de 0,40m de profundidade e plantas espaçadas em 2,5 x 0,5 m, equivalendo a 6.667 plantas ha<sup>-1</sup>, conduzidas em sistema de Líder Central com copa estreita e irrigação por gotejamento.

Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de adubação na cova de plantio, sendo que foram aplicados por planta: T1) sem adubação (testemunha); T2) 2 kg de cama de aviário; T3) 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4) 4 kg de cama de aviário; T5) 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Em 2012, dois anos após o plantio, os mesmos tratamentos foram reaplicados em cobertura na superfície do solo, sob a projeção da copa, no inverno. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com cinco repetições e cinco plantas por parcela.

A cama de aviário foi obtida da empresa Agrogen, localizada em Guarapuava, sendo a coleta realizada em criação de poedeiras, após 52 semanas de alojamento, quando foi retirada uma amostra para caracterização química (Tabela 2). O pó de basalto utilizado encontrava-se armazenado no Setor de Agricultura do *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava - PR, sendo caracterizado química e granulometricamente (Tabela 3) por Sékula (2011), que coletou o material em um moinho de produção de brita em uma pedreira localizada no próprio município.

Durante três ciclos consecutivos (2010 a 2012), foi realizado um programa periódico de controle fitossanitário com produtos permitidos para sistema orgânico: Quitosana

Superfish®, Natualho® (extrato de alho 70%, Natural Rural S.A.), óleo vegetal emulsionável (Natur'oleo®, Stoller S.A) e calda bordalesa. Os tratos culturais adotados foram aqueles preconizados para a cultura da pereira no Brasil (CENTELLAS-QUEZADA et al., 2003).

Em janeiro de 2014, foram coletadas 40 folhas por parcela experimental, retiradas do terço médio das plantas na porção mediana de ramos do ano, de acordo com metodologia descrita por Basso et al. (2003). Posteriormente, o material foi imerso em solução com detergente neutro (1%), enxaguado em água destilada e seco a 65°C (até peso constante) para posterior moagem, utilizando-se moinho tipo Wiley e peneira com malha de 1 mm (BASSO et al., 2003). O nitrogênio (N) foi determinado pelo método Kjeldahl após digestão sulfúrica. Os nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) foram extraídos por digestão nítrico-perclórica, e boro (B) por digestão em HCl. A determinando-se Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica em chama (modelo SpectrAA 220 - Varian), K por fotometria de chama (modelo B462 - Micronal), S, P e B por espectrofotometria UV-VIS (UV-1800, Shimadzu, Guarapuava-PR), conforme metodologias descritas em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA (2009), todas as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas da UNICENTRO.

Ainda em janeiro, a planta central, dentre as cinco de cada parcela, foi utilizada para quantificar a massa seca (MS) das folhas (MSFO), coletando-se todas as folhas para secagem, também a 65°C até peso constante, e posterior pesagem. Em seguida, abriu-se uma trincheira de aproximadamente 50 x 50 x 50 cm ao redor da planta e, cuidadosamente, as raízes foram separadas do solo, retirando-se a planta inteira do campo. Seccionada na porção do colo, a planta deu origem às raízes e à parte aérea, dividida em tronco e ramos. Todo o material foi lavado em água corrente sobre peneira, retirando-se o solo e demais detritos, seco e pesado, para obtenção da MS de ramos laterais (MSRL), tronco (MSTR), sistema radicular (MSSR) e total de planta (MSTP), sendo os resultados extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>.

As mensurações dos parâmetros de desenvolvimento foram realizadas durante o período vegetativo de 2010 a 2014. O parâmetro analisado foi: diâmetro do tronco, medido 10 cm acima do ponto de enxertia em duas posições opostas, sendo as avaliações realizadas sempre no mesmo ponto na planta nas seguintes épocas: 20 de Setembro de 2010; 15 de Julho de 2012; 15 de Janeiro de 2013; 15 de Julho de 2013 e 15 de Janeiro de 2014. Os dados foram apresentados em porcentagem, considerando amostra inicial igual zero (0%). Em Janeiro de

2014 foram coletadas 10 folhas por parcela experimental para avaliação da área foliar específica, as folhas foram retiradas do terço médio das plantas na porção mediana de ramos do ano, na sequência obteve-se a área foliar ( $\text{cm}^2$ ) (CI-202- Seedmech), posteriormente as folhas foram mantidas a  $65^\circ\text{C}$  até peso constante para obtenção da massa foliar (g) (Bel Equipamentos LTDA- Piracicaba - Brasil). Os dados foram apresentados pela razão da área foliar pela massa foliar ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Student Newman-Keuls, ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011).

### **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os teores médios de nutrientes nas folhas são apresentados nas Tabelas 4 e 5. Não houve efeito significativo dos tratamentos para a maioria dos macronutrientes, exceto para S (Tabela 4), cujo teor foi superior no tratamento 4 kg de cama de aviário em relação aos demais, o que pode ser justificado pelo teor de S na cama de aviário (0,23 % - Tabela 2) e pela dose de cama neste tratamento em relação àqueles com 2 kg e à testemunha (sem adubação). No outro tratamento com 4 kg de cama de aviário, acompanhado de 2 kg de pó de basalto, o teor de S foi menor, indicando efeito deletério do pó de basalto nessa combinação. Independente disso, os teores foliares de S ficaram todos acima da faixa de valores tidas como adequada para a pereira, por exemplo para cv. Rocha em Portugal é de 1,8 a  $2,0 \text{ g kg}^{-1}$  (LQARS, 2006).

A matéria orgânica é fonte importante de S para as plantas e, segundo Tisdale et al. (1993), quase 90% do S-total do solo está na forma orgânica, devido à baixa capacidade do solo em reter o sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), principal forma de S inorgânico no solo, daí a importância das formas orgânicas de S, que liberam gradualmente o nutriente durante sua mineralização.

Somente a testemunha e o tratamento com 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentaram teores de N na faixa abaixo do normal para a pereira ( $17,00$  a  $19,90 \text{ g kg}^{-1}$ ), conforme Basso et al. (2003). Os tratamentos somente com 2 ou 4 kg de cama de aviário apresentaram teores dentro da faixa normal ( $20,00$  a  $25,00 \text{ g kg}^{-1}$ ), enquanto o tratamento com

2 kg de cama de aviário e 2 kg de pó de basalto apresentou teor acima da faixa de valores consideradas normal.

Em relação ao P, os tratamentos com 2 ou 4 kg de cama de aviário apresentaram teores foliares na faixa abaixo do normal (1,00 a 1,40 g kg<sup>-1</sup>), enquanto os demais apresentaram teor insuficiente (<1,00 g kg<sup>-1</sup>) conforme Basso et al. (2003), o que se deve ao teor de P no solo, médio e baixo de 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente (CQFS-RS/SC, 2004) (Tabela 1), diretamente ligado à deficiência natural dos solos da região (EMBRAPA, 2013) e ao poder de adsorção de P do solo com alto teor de argila (STILES, 1994). Este resultado dos tratamentos somente com cama de aviário se deve, em parte, ao teor de P no resíduo (4,68% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em comparação ao pó de basalto (0,22 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – CNA + Água) (Tabelas 2 e 3).

Os teores de K se apresentaram na faixa normal (12,00 a 15,00 g kg<sup>-1</sup>) para os tratamentos 2 kg de cama de aviário, 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto, 4 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto (Tabela 4), enquanto o tratamento testemunha apresentou teor abaixo do normal (<8,00 g kg<sup>-1</sup>) de acordo com Basso et al. (2003). Estes resultados se devem aos teores médios de K no solo (0-20 e 20-40 cm) (CQFS-RS/SC, 2004) e aos teores de K na cama de aviário (3,03% de K<sub>2</sub>O) e aos teores de K no pó de basalto (0,0 % K<sub>2</sub>O – H<sub>2</sub>O).

Botelho et al. (2010) ao estudarem os teores foliares de nutrientes em pereiras verificaram que as cultivares Cascatense e Tenra apresentaram os teores de K nas folhas de 9,8 e 10,5 g kg<sup>-1</sup> respectivamente, teores estes situados abaixo do normal (8,00 a 11,90 g kg<sup>-1</sup>), mesmo realizando as adubações recomendadas de plantio e de formação utilizando-se como fonte de K o cloreto potássio e com altos teores de K no solo. Segundo estes autores, os altos teores de K verificados nos frutos de pera indicam a alta demanda pelas pereiras deste macronutriente.

Os teores de Ca ficaram na faixa insuficiente em todos os tratamentos, ou seja, abaixo de 11,00 g kg<sup>-1</sup> (CQFS-RS/SC, 2004). Quanto aos teores de Mg nas folhas, somente o tratamento testemunha apresentou teor abaixo do normal (2,00 a 2,40 g kg<sup>-1</sup>), enquanto todos os demais tratamentos apresentaram teores de Mg na faixa normal (2,50 a 4,50 g kg<sup>-1</sup>).

Para os micronutrientes não foram verificadas diferenças significativas entre tratamentos. Os teores de Cu e Mn se encontravam dentro da faixa normal para a cultura, com Cu entre 5 e 30 mg kg<sup>-1</sup> e Mn entre 30 e 130 mg kg<sup>-1</sup> (BASSO et al., 2003; CQFS-RS/SC, 2004). Para o elemento Fe, os tratamentos sem adubação e 2 kg de cama de aviário apresentaram teores

abaixo do normal ( $<50 \text{ mg kg}^{-1}$ ), entretanto os tratamentos 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pós de basalto, 4 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentaram teores normais, situando-se entre 50 a  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  (Tabela 5) (BASSO et al., 2003; CQFS-RS/SC, 2004).

Todos os tratamentos apresentaram teores foliares de B acima do normal (51 a  $140 \text{ mg kg}^{-1}$ ). No entanto para os teores foliares de Zn, para os tratamentos sem adubação e 2 kg de cama de aviário apresentaram teores abaixo do normal (15 a  $19 \text{ mg kg}^{-1}$ ), enquanto os tratamentos 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pós de basalto, 4 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentaram teores normais, situando-se entre 20 a  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  (BASSO et al., 2003; CQFS-RS/SC, 2004) (Tabela 5). No estudo de Botelho et al. (2010), sobre o estado nutricional de diferentes cultivares de pereira nas condições de Guarapuava-PR, a cv. Cascatense apresentou os seguintes teores foliares:  $90,3 \text{ mg kg}^{-1}$  de Fe,  $92,0 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn,  $28,3 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn,  $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$  de Cu e  $19,3 \text{ mg kg}^{-1}$  de B.

Em relação à massa seca das folhas, o tratamento com a aplicação de 2 kg de cama de aviário e 2 kg de pó de basalto foi significativamente superior aos demais, sendo 2,5 vezes maior do que à testemunha sem adubação (Tabela 6). Embora não tenha havido diferença significativa para os valores de massa seca total das plantas (MSTP), bem como para suas partes, subdivididas em ramos laterais (MSRL), tronco (MSTR) e sistema radicular (MSSR), possivelmente devido ao alto coeficiente de variação, os maiores valores absolutos sempre foram verificados para a aplicação de 2 kg de cama de aviário e 2 kg de pó de basalto.

Em relação à área foliar específica, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, com valores entre  $63,5$  a  $74,5 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  (Figura 1), o que indica que o crescimento e desenvolvimento das folhas ocorrem de forma similar, em todos os tratamentos. Francescato et al. (2008) observaram uma área foliar específica que oscilou entre  $71,6$  a  $77,53 \text{ cm}^2 \text{ g}$  para a cultivar William's, com porta-enxerto 'Portugal' e 'Smyra', respectivamente. De acordo com Monteiro et al. (2005), a variação temporal da área foliar em uma cultura agrícola depende das condições edafoclimáticas, da cultivar, da adubação e da densidade populacional, entre outros fatores.

Não houve diferenças entre os tratamentos sobre o crescimento do diâmetro do tronco da planta. Entretanto, o crescimento do diâmetro do tronco foi reduzido em aproximadamente 27 % quando se utilizam 2 kg de cama de aviário ao invés de 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto ou 4 kg de cama de aviário (Figura 2).

A ausência de diferença encontrada para os teores foliares de nutrientes e desenvolvimento vegetativo entre as pereiras adubadas com diferentes doses de cama de aviário e pó de basalto pode estar relacionada, em parte, pelos teores de nutrientes presente no solo, o mesmo apresenta saturação por bases de 64,3% na camada de 0-40 cm (Tabela 1).

De maneira geral, a aplicação de 4 kg de cama de aviário foi o tratamento benéfico, pois propiciou maiores teores foliares de S e com teores mais equilibrados de P, N e K em relação aos demais tratamentos (Tabela 4 e 5). Pela composição da cama de aviário, verifica-se que possui os macronutrientes para a nutrição das plantas na seguinte escala decrescente: Ca>P>K>Mg>S, levando a um maior equilíbrio nutricional.

No entanto, estas fontes de nutrientes não foram suficientes para garantir um estado nutricional adequado para os elementos P e Ca, que exigiriam a complementação com outras fontes de nutrientes tais como fosfatos naturais, calcário ou gesso, para um melhor equilíbrio entre elementos no tecido vegetal.

## **2.4 CONCLUSÕES**

Entre as diferentes fontes de nutrientes estudadas, a aplicação de 4 kg de cama aviário por planta no sulco de plantio e em cobertura proporcionou melhor estado nutricional para os elementos N, K, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B, bom índice de área foliar e desenvolvimento do diâmetro do tronco.

Os nutrientes Ca e P foram deficientes, exigindo a complementação com outras fontes de nutrientes para um melhor equilíbrio entre os elementos na folha.

A presença de adubação com cama de aviário promove desenvolvimento no vigor das plantas, sendo o tratamento composto de 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto o que apresentou maiores índice do desenvolvimento do diâmetro do tronco.

**Tabela 1** – Análise química do solo, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, antes da implantação dos tratamentos (maio de 2010), em pomar de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’ (Guarapuava-PR).

Prof. cm	K <sup>+</sup> ----- cmol/dm <sup>3</sup>	Ca <sup>2+</sup> ----- cmol/dm <sup>3</sup>	Mg <sup>2+</sup> ----- cmol/dm <sup>3</sup>	Al <sup>3+</sup> ----- cmol/dm <sup>3</sup>	P <sup>1</sup> ----- mg/dm <sup>3</sup>	MO ----- g/dm <sup>3</sup>	pH ----- CaCl <sub>2</sub>	V ----- %	Fe ----- mg/dm <sup>3</sup>	Cu ----- mg/dm <sup>3</sup>	Mn ----- mg/dm <sup>3</sup>	Zn ----- mg/dm <sup>3</sup>
0-20	0,12	5,2	1,8	0,0	5,7	40,3	5,5	65,5	82,4	1,1	52,4	1,0
20-40	0,11	3,8	2,3	0,0	2,5	34,9	5,7	63,2	75,0	0,8	61,2	1,2

<sup>1</sup>Fósforo extraído por Mehlich-I.

**Tabela 2** – Composição química da cama de aviário utilizada (Guarapuava-PR).

MO <sup>1</sup>	RM <sup>2</sup>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
-----%-----										-----mg kg <sup>-1</sup> -----		
77,03	30,93	2,25	4,68	3,03	12,42	0,89	0,23	0,22	0,07	11,33	95,68	301,90

<sup>1</sup>Matéria Orgânica; <sup>2</sup>Resíduo Mineral.

**Tabela 3** – Caracterização química e granulométrica do pó de basalto utilizado<sup>1</sup> (Guarapuava-PR)

Extrator	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
-----%-----						-----mg kg <sup>-1</sup> -----		
CNA <sup>2</sup>	0,12	0,05	0,34	0,15	296	48	52	12
Água	0,10	0,03	0,04	0,01	132	00	00	4
CNA+água	0,22	0,08	0,38	0,16	428	48	52	16
Peneiras	20 (>850 µm)		50 (850 - 300 µm)		120 (300 – 125 µm)		fundo (<125 µm)	
ABNT	25,4%		43,3%		25,9%		5,4%	

<sup>1</sup>Laboratório de Fertilizantes e Corretivos da FCA-UNESP, Botucatu-SP. <sup>2</sup>Citrato Neutro de Amônio.

**Tabela 4** – Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de pereira cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em pomar de 4 anos com 6.667 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Guarapuava – PR).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- $\text{g kg}^{-1}$ -----					
Teor Adequado	20-25 <sup>1</sup>	1,5-3,0 <sup>1</sup>	12,0-15,0 <sup>1</sup>	11,0-17,0 <sup>1</sup>	2,5-5,0 <sup>1</sup>	1,8-2,0 <sup>2</sup>
Sem adubação	18,6 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	8,48 <sup>ns</sup>	4,83 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>	2,31 b*
2 kg de cama de aviário	22,76	1,05	11,97	7,42	3,39	2,54 b
2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	25,32	0,95	13,64	7,84	3,64	2,44 b
4 kg de cama de aviário	20,75	1,14	13,20	5,61	3,12	3,50 a
4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	18,87	0,99	12,31	5,26	3,14	2,54 b
C.V. (%)	21,78	26,97	20,60	31,32	24,36	17,42

<sup>1</sup>Teores foliares considerados normais para a cultura da pereira para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004); <sup>2</sup> Teor foliar para pereira par Portugal (LQARS, 2006); \*Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Student Newman-Keuls ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 5** – Teores de cobre, ferro, manganês, zinco e boro em folhas de pereira cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em pomar de 4 anos com 6.667 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Guarapuava – PR).

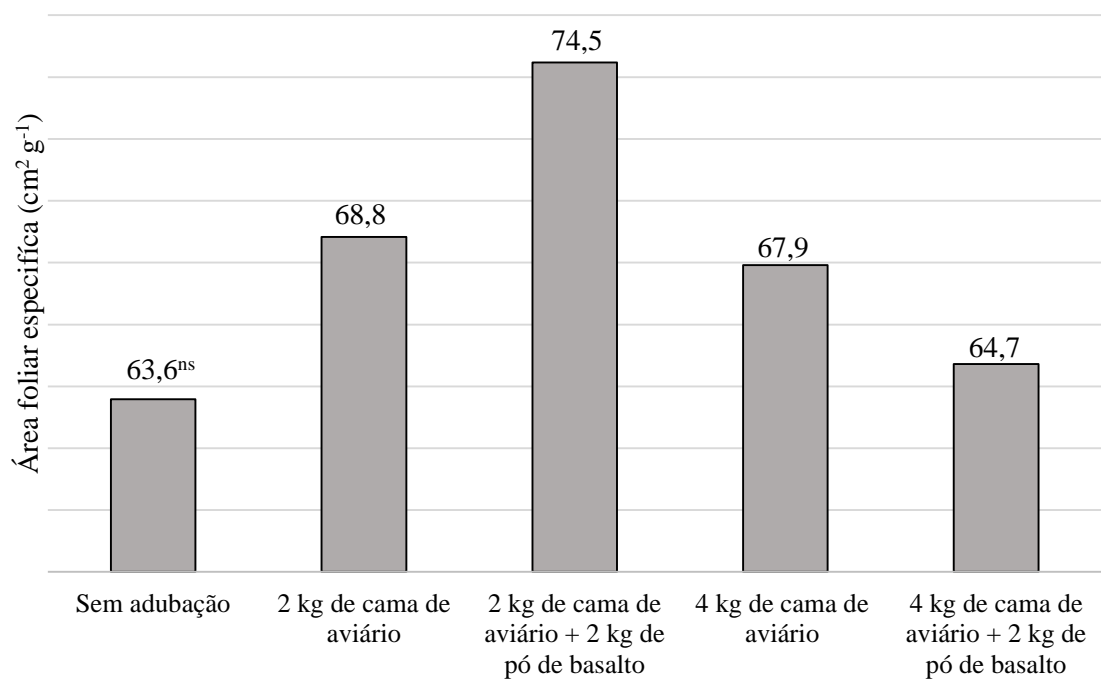
Folhas	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----				
Teor Adequado	5-30 <sup>1</sup>	50-250 <sup>1</sup>	30-130 <sup>1</sup>	20-100 <sup>1</sup>	15-50 <sup>1</sup>
Sem adubação	10,33 <sup>ns*</sup>	40,54 <sup>ns</sup>	30,59 <sup>ns</sup>	16,98 <sup>ns</sup>	53,64 <sup>ns</sup>
2 kg de cama de aviário	12,56	46,56	38,46	19,46	62,20
2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	13,30	50,85	35,95	21,91	59,11
4 kg de cama de aviário	12,59	58,49	32,38	21,32	78,59
4 kg de cama de aviário + 2 kg pó de basalto	13,98	54,41	42,94	20,63	71,93
C.V. (%)	28,42	20,97	28,05	29,25	21,85

<sup>1</sup>Teores foliares considerados normais para a cultura da pereira para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004); \*ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade

**Tabela 6** – Valores de massa seca de folhas (MSFO), ramos laterais (MSRL), tronco (MSTR), raízes (MSSR) e total (MSTP) de pereira cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em pomar de 4 anos com 6.667 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava – PR).

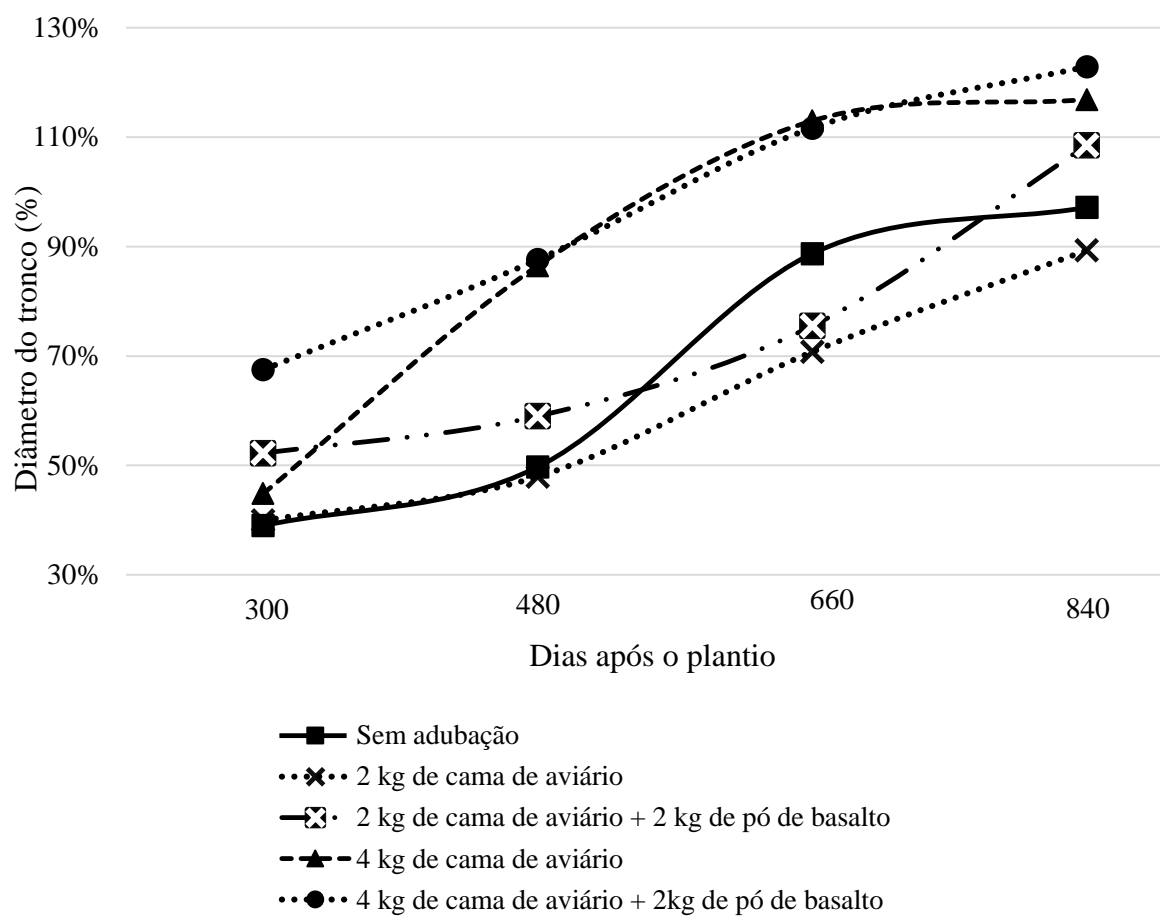
Folhas	MSFO	MSRL	MSTR	MSSR	MSTP
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----				
Sem adubação	638,2 b*	3.502,0 <sup>ns</sup>	6.420,5 <sup>ns</sup>	5.431,5 <sup>ns</sup>	15.992,2 <sup>ns</sup>
2 kg de cama de aviário	1.106,7 ab	4.508,7	7.144,0	6.021,0	18.780,7
2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	1.817,7 a	6.250,7	9.944,7	9.802,0	27.815,0
4 kg de cama de aviário	1.094,0 ab	5.192,0	9.067,2	6.644,2	21.998,0
4 kg de cama de aviário + 2 kg pó de basalto	796,0 b	2.746,2	6.211,5	4.566,7	14.320,7
C.V. (%)	37,10	44,91	37,50	50,87	44,18

\*Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.



\*ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Student Newman-Keuls.

**Figura 1** – Área foliar específica (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) de folhas de pereira cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em resposta às doses de cama de aviário e pó de basalto, em pomar de 4 anos com 6.777 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava – PR).



**Figura 2** – Porcentagem de incremento do diâmetro do tronco de pereira cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’, em resposta às doses de cama de aviário e pó de basalto, em pomar de 4 anos com 6.777 plantas ha<sup>-1</sup> (Guarapuava – PR).

## 2.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.; SILVA, F.J.P.; RALISCH, R. Revitalização dos solos em processos de transição agroecológica no Sul do Brasil. **Revista Agriculturas: Experiências em Agroecologia**, Rio de Janeiro, v.4, p.7-10, 2007.
- 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.
- 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.
- CENTELLAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Ed.). **Pera: produção**. Brasília: Embrapa, 2003. 105 p. (Frutas do Brasil, 46).
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.
- ESPANHOL, G.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; NUERNBERG, N.J.; NAVA, G. Propriedade químicas e físicas do solo modificadas pelo manejo de plantas espontâneas e adubação orgânica em pomar de macieira. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.2, p.83-94, 2007.

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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análises estatística. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCESCATTO, P.; PIGOSSO, G.; COMIOTTO, A.; FACHINELLO, J.C. Avaliação de pereiras Packham's e Wiliam's enxertadas sobre diferentes porta-enxertos. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20, Vitória, 2008. **Anais...** Vitória, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade- UFRGS, 2000.

GRACIANO, J.D.; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; ROSA, Y.B.C.J.; SEDIYAMA, M.A.; RODRIGUES, E.T. Efeito da cobertura do solo com cama-de-frango semidecomposta sobre dois clones de mandioquinha-salsa. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.365-371, 2006.

**IBRAF**. Instituto Brasileiro de Frutas. Frutas frescas – Importação. Disponível em:<[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo\\_das\\_Exportações\\_Brasileiras\\_de\\_Frutas\\_frescas\\_2012-2013.pdf](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo_das_Exportações_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2012-2013.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2014.

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: 15 dez. 2014.

KIEHL, W.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985, 492p.

LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.C.H.; ASSAD, M.L. Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Anais...** Belo horizonte, p.137-145. 2000.

LQARS, **Manual de fertilização das culturas**. INIAP/LQARS. Lisboa. 2006.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. (**Série estudos e documentos, 72**). Disponível em: [http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/sed-72.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-72.pdf)>. Acesso em: 14 jul.2015.

MONTEIRO, J.E.B.A.; SENTELHAS, P.C.; CHIAVEGATO, E.J.; GUISELINI, C. SANTIAGO, A.V.; PRELA, A. Estimativa da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.15-24, 2005.

NAVA, G. Produção e crescimento da macieira ‘Fuji’ em resposta à adubação orgânica e manejo de plantas espontâneas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, p.1231-1237, 2010.

PENTEADO, S.R. **Fruticultura orgânica: formação e condução**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004, 308p.

PIVA, R.; BOTELHO, R.V.; ORTOLAN, C.; MÜLLER, M.M.L.; KAWAKAMI. Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**; Jaboticabal, v.35, n.2, p.608-615, 2013.

SÉKULA, C.R. **Características químicas do solo e produção de grandes culturas com rochagem e biofertilizantes**. 2011. 61f. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2011.

STILES, W. Phosphorus, potassium, magnesium, and o sulfur soil management. In: PETERSON, A. B.; STEVENS, R. G. **Tree fruit nutrition**. Washington: Good Fruit Grower, 1994, p. 31-40.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. New York, Macmillan Publishing Company, 1993. 634p.

WELTER, M. K.; MELO, V.F.; BRUCKNER, C.H.; GÓES, H.T. de.; CHAGAS, E.A.; UCHÔA S.C.P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.922-931, 2011.

### **3. PRODUÇÃO DE MASSA SECA E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM PEREIRAS CV. CASCATENSE UTILIZANDO PÓ DE BASALTO E CAMA DE AVIÁRIO COMO FONTES DE NUTRIENTES**

**Resumo:** O conhecimento da produção de massa seca e de nutrientes extraídos pelas cultivares de pereira (*Pyrus* sp.) é importante para uma recomendação de adubação para esta cultura. Nesse contexto, um experimento foi conduzido por quatro anos, com o objetivo de avaliar a produção de massa seca, a quantidade de nutrientes extraídos e sua distribuição em diferentes partes da planta, sob efeito de doses de cama de aviário e pó de basalto em pereira cultivar Cascatense em Guarapuava, na região Centro-Sul do Estado do Paraná. O experimento foi implantado no setor de fruticultura do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em 2010, no espaçamento 2,5 x 0,5 m, com os seguintes tratamentos nas covas de plantio e replicados em Agosto de 2012: T1) sem adubação; T2) 2 kg de cama de aviário; T3) 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4) 4 kg de cama de aviário; T5) 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Amostras do sistema radicular, e da parte aérea segmentada em ramos laterais e tronco foram coletados em Julho/2012 (650 dias), Janeiro/2013 (830 dias), Julho/2013 (1.010 dias) e Janeiro/2014 (1.190 dias) para análises química dos teores dos nutrientes e massa seca. Na produção de massa seca e na extração de nutrientes, houve influência do tratamento, diferindo-se da testemunha. Na maioria das vezes as plantas adubadas com 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto e 4 kg de cama de aviário, tiveram as maiores taxas de extração de nutrientes. No entanto, a melhor eficiência de transporte para os elementos P, K e Mg ocorre com o tratamento 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto, N e Ca para o tratamento 2 kg de cama de aviário, e S com o tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto.

**Termo de indexação:** *Pyrus* sp., nutrição mineral, eficiência nutricional, biomassa.

## **DRY MASS PRODUCTION AND EXTRACTION OF NUTRIENTS OF PEAR TREES CV. CASCATENSE USING AS SOURCES OF NUTRIENTS POWDER OF BASALT ROCK AND POULTRY LITTER**

**Abstract:** Knowledge of the dry matter production and nutrients extracted by pear cultivars (*Pyrus* sp.) is important for a fertilizer recommendation for this culture. In this context, an experiment was conducted for four years, in order to evaluate the dry matter production, the amount of extracted nutrients and their distribution in different parts of the plant, under the effect of poultry litter doses and basalt powder 'Cascatense' pear in Guarapuava, in the South Central region of Paraná State. The experiment was established in the fruit-growing sector of the Departamento de Agronomia at Universidade Estadual do Centro-Oeste in 2010, spaced 2.5 x 0.5 m, with the following treatments in the planting hole and reapplied August 2012: T1 ) without fertilization; T2) 2 kg of poultry litter; T3) 2 kg of poultry litter + 2 kg of basalt rock powder; T4) 4 kg of poultry litter; T5) 4 kg of poultry litter + 2 kg of basalt rock powder. Samples of the root system, and the plant segmented in branches and trunk were collected in July / 2012 (650 days), January / 2013 (830 days), July / 2013 (1.010 days) and January / 2014 (1.190 days) to chemical analysis of the nutrient levels and dry matter. In the dry mass production, and quantity of extracted nutrients, influence of treatment, comprising different witness. Most often the plants fertilized with 2 kg of poultry litter + 2 kg of basalt rock powder and 4 kg of poultry litter, they had the highest nutrient extraction rates. However, the best transmission efficiency occurs with treatment 4 kg of poultry litter + 2 kg of basalt rock powder.

**Index terms:** *Pyrus* sp., mineral nutrition, nutritional efficiency, biomass.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de peras em 2013 foi de 22.078 toneladas, em uma área de 1.680 hectares (FAO, 2015). Sendo a China o maior produtor mundial com cerca de 67,3%, seguido pela Itália e pelos Estados Unidos, ambos com 3,2% (FAO, 2015). Decorrente ao alto consumo interno e a baixa produção nacional, o país encontra-se entre os maiores importadores de pera do mundo, ficando atrás apenas da Rússia e União Europeia (IBRAF, 2014).

Os entraves da cultura não estão relacionados ao mercado, mas sim a baixa produtividade e qualidade dos frutos. Os grandes desafios da cultura da pereira passam pelo desenvolvimento de práticas culturais e manejo que viabilizem a produção de frutas sem resíduos de agroquímicos, com segurança alimentar e com redução do impacto ambiental. Portanto, o manejo da fertilidade do solo e acompanhamento do estado nutricional das plantas são fundamentais.

No entanto, segundo Sorrenti e Rombolà (2006), as exigências nutricionais da pereira variam de acordo com o porta-enxerto e a cultivar. A demanda nutricional da pereira é determinada pelo crescimento das partes permanentes, que define o aumento da biomassa anual no pomar, e a partir das partes exportadas (material da poda, folhas e frutos) que constituem a fração mais importante do consumo dos elementos minerais.

A pereira tem capacidade de armazenar nutrientes nos tecidos lenhosos do sistema radicular e da parte aérea, os quais são utilizados no ciclo seguinte. A redistribuição mineral consiste basicamente na migração de nutrientes das folhas para os tecidos lenhosos, na fase que antecede a queda das folhas (BASSO et al., 2003).

A exigência nutricional para a produção de frutas é fundamental para plantios de alta densidade (KANGUEEHI, 2008). De acordo com Robison (2010), ao comparar a produção entre os sistemas de baixa densidade com os sistemas alta densidade, quando utiliza-se um porta-enxerto semi anão de *Pyrus comumunis* em alta densidade, ocorre o aumento de produção nos primeiros oito anos, sendo semelhante ao da maçã.

A determinação da biomassa através da escavação das plantas, seguida da análises nutricional de cada tipo de tecido, parece ser a única maneira confiável para obter as quantidades sazonais de absorção de cada nutriente (WEINBAUN et al., 2001). Com esse princípio, vários estudos têm sido desenvolvidos para determinar a absorção sazonal dos nutrientes e distribuição de macronutrientes em maçãs (HAYNES e GOH, 1980; NEILSEN e

NEILSEN, 2003), em pessegueiro (STASSEN, 1987), em pereira (STASSEN e NORTH, 2005; VERLINDO et al., 2014) e em goiabeira (SOUZA, 2012).

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a produção de massa seca, quantidade de nutrientes extraídos e sua distribuição em diferentes partes da planta, sob efeito de doses de cama de aviário e pó de basalto em pereira cultivar Cascatense em Guarapuava, na região Centro-Sul do Estado do Paraná.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido durante os anos de 2010 a 2014, em área da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava-PR, (25<sup>o</sup>23'36''S, 51<sup>o</sup>27'19''O e 1.120 m de altitude). O clima da região é tipicamente temperado, classificado como Cfb (clima temperado húmido com verão temperado), segundo Köppen, com precipitação média anual de 1.800 mm e temperatura média anual de 18,2°C (IAPAR, 2000). O solo da área experimental é um Latossolo Bruno Distroférico/muito argiloso (EMBRAPA, 2013). Foi realizada a amostragem do solo em maio de 2010 antes da implantação dos tratamentos sendo que as características químicas analisadas são apresentadas na Tabela 1.

A cama de aviário foi originária da criação de poedeiras da empresa Agrogen, localizada no município de Guarapuava (PR), sendo que a coleta foi realizada após a saída das aves, com 52 semanas de alojamento, quando foi retirada uma amostra para análise química e caracterização do material (Tabela 2). O pó de basalto foi recolhido junto ao moinho de produção de brita em uma pedreira localizada em Guarapuava-PR, sendo uma amostra do material utilizada para realização da análise química e granulométrica (Tabela 3), de acordo com Sékula (2011).

Os tratamentos foram compostos por cinco diferentes doses de adubação por planta: T1) sem adubação; T2) 2 kg de cama de aviário; T3) 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4) 4 kg de cama de aviário; T5) 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. As aplicações dos tratamentos foram nas covas em setembro de 2010, com dimensões de 0,50 x 0,50 x 0,50m. Após dois anos do plantio foi realizada a mesma adubação em cobertura sob a projeção da copa. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com cinco repetições e

cada parcela constituída por cinco plantas. Todos os tratos culturais adotados foram aqueles preconizados para a cultura da pereira no Brasil (CENTELLAS-QUEZADA et al., 2003).

As mudas de pereiras cultivar Cascatense enxertadas sobre porta-enxerto de marmeleiro 'CP' (*Cydonia oblonga*) com filtro de pereira 'FT', foram adquiridas do viveiro Clone Propagação de Plantas, em Araucária- PR e plantadas no mês de setembro de 2010, com espaçamento 2,5 x 0,5 m, equivalente à densidade de 6.667 plantas ha<sup>-1</sup> e conduzidos em sistema de Líder Central com copa estreita e irrigação por gotejamento.

Durante os ciclos consecutivos (2010 a 2014), o programa periódico de controle fitossanitário foram feitas baseado em produtos permitidos em sistema orgânico: Quitosana Superfish®, Natualho® (extrato de alho 70%, Natural Rural S.A.), óleo vegetal emulsionável (Natur'oleo®, Stoller S.A) e Calda Bordalesa.

Para a quantificação da massa seca das raízes, foi aberta uma trincheira de 0,50 x 0,50 x 0,50 m ao redor do tronco, com auxílio de pá-cortadeira, retirado cuidadosamente o sistema radicular de cada planta. Em seguida, as raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras, pesadas e colocadas em estufa de secagem. Seccionada na região do colo, a planta foi segmentada em raízes e a parte aérea, dividida em ramos e o tronco. Todo o material foi lavado em água corrente, retirando-o o solo e demais detritos, mantido em estufa de ar forçado a 65°C, até peso constante. Posteriormente foram obtidos os pesos do sistema radicular (MSSR), do tronco (MSTR), dos ramos laterais (MSRL) e total de planta (MSTP), em kg ha<sup>-1</sup>. Após, foram triturados utilizando-se moinho tipo Wiley e peneira com malha de 1 mm. As amostras foram coletadas aos 650 dias após o plantio (15 de julho de 2012), aos 830 dias após o plantio (15 de janeiro de 2013), aos 1.010 dias após o plantio (15 de julho de 2013) e aos 1.190 dias após o plantio (15 de janeiro de 2014). Cada amostra foi composta de uma planta por parcela experimental (Figura 1).

O nitrogênio (N) foi extraído pelo método Kjeldahl e determinado pelo método do azul-de-indofenol em espectrofotômetro. A digestão nítrico-perclórica foi realizada para extrair os elementos fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), e o boro (B) foi extraído pela digestão HCl. As determinações de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica em chama (modelo SpectrAA 220 - Varian). Os teores de K foram determinados em fotômetro de chama (modelo B462 - Micronal), e os teores de P e B em espectrofotômetro (modelo UV-1800, Shimadzu), conforme metodologias descritas em Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA (2009), todas as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas da UNICENTRO.

Com base na produção de massa seca e nos teores dos elementos, foi estimada o acúmulo de cada nutriente nas diversas partes da plantas, em função da idade, multiplicando-se os valores de teores pelos respectivos valores de massa seca. A partir da massa seca e dos conteúdos dos nutrientes na plantas, foram calculados os índices: a) eficiência na absorção = (acúmulo total do nutriente na planta) / (massa seca das raízes) (SWIADER et al., 1994); eficiência de transporte do nutriente da raiz para a parte aérea =  $100 \times$  (acúmulo do nutriente na parte aérea) / (acúmulo do nutriente total pela planta) (LI et al., 1991); e a eficiência de utilização do nutriente = (massa seca total produzida)<sup>2</sup> / (acúmulo total do nutriente na plantas) (SIDDIQI e GLASS, 1981).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo ( $\alpha = 0,05$ ), as médias da produção de massa seca foram comparadas pelo teste de Student Newman-Keuls, e as médias da extração de nutrientes pela análise de regressão usando programa ASSISTAT, versão 7.6 beta (SILVA, 2015).

**Tabela 1** – Análise química do solo, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, antes da implantação dos tratamentos (maio de 2010), em pomar de pereiras cv. Cascatense sobre marmeleiro ‘CP’ (Guarapuava-PR).

Prof.	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	P <sup>1</sup>	MO	pH	V	Fe	Cu	Mn	Zn
Cm	----- cmol/dm <sup>3</sup> ----			mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	%	----- mg/dm <sup>3</sup> -----			
0-20	0,12	5,2	1,8	0,0	5,7	40,3	5,5	65,5	82,4	1,1	52,4	1,0
20-40	0,11	3,8	2,3	0,0	2,5	34,9	5,7	63,2	75,0	0,8	61,2	1,2

<sup>1</sup>Fósforo extraído por Mehlich-I.

**Tabela 2** – Composição química da cama de aviário utilizada (Guarapuava-PR).

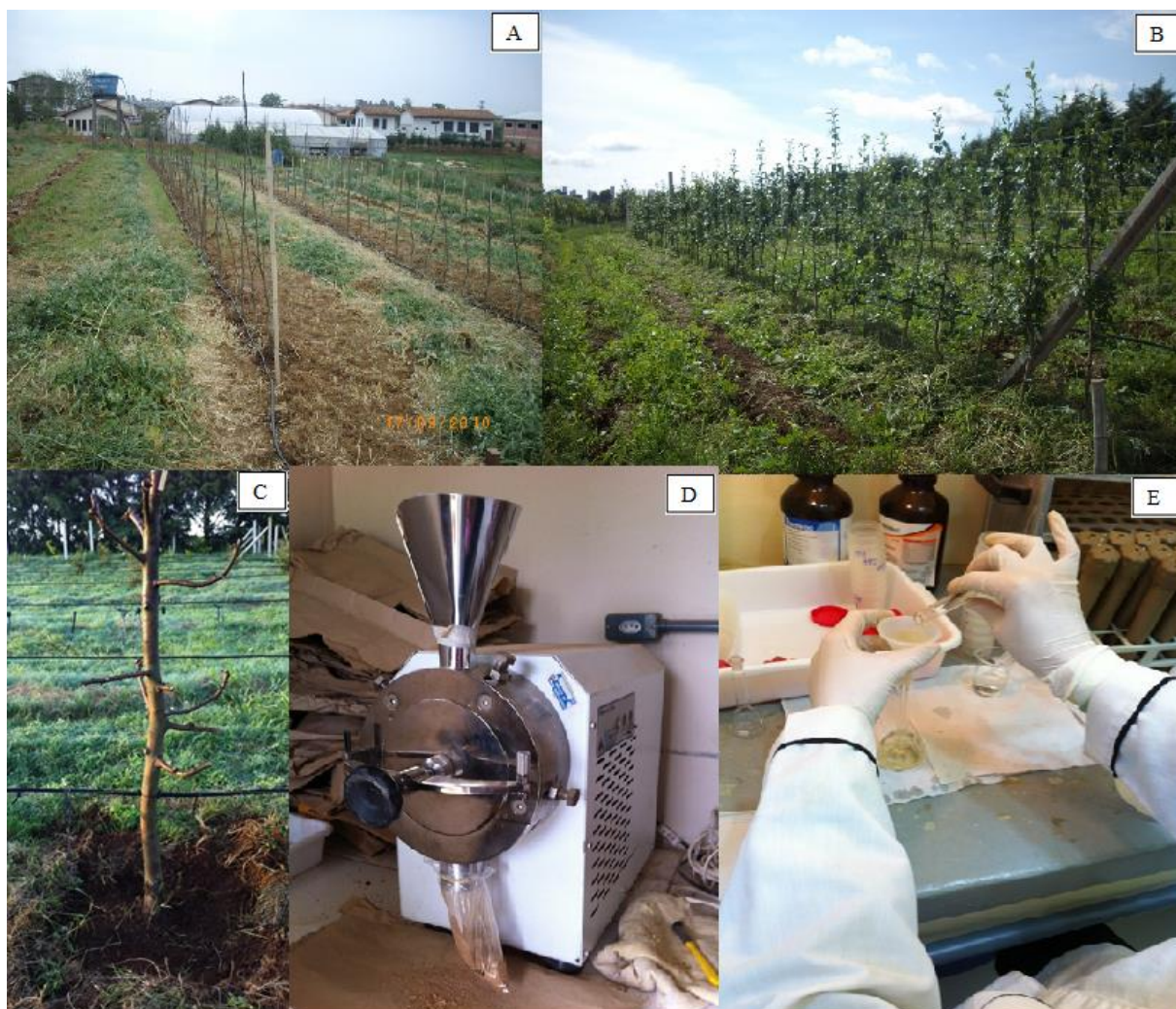
MO <sup>1</sup>	RM <sup>2</sup>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
-----%-----												
----- mg kg <sup>-1</sup> -----												
77,03	30,93	2,25	4,68	3,03	12,42	0,89	0,23	0,22	0,07	11,33	95,68	301,90

<sup>1</sup>Matéria Orgânica; <sup>2</sup>Resíduo Mineral.

**Tabela 3** – Caracterização química e granulométrica do pó de basalto utilizado<sup>1</sup> (Guarapuava-PR)

Extrator	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	-----%-----				-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
CNA <sup>2</sup>	0,12	0,05	0,34	0,15	296	48	52	12
Água	0,10	0,03	0,04	0,01	132	00	00	4
CNA+água	0,22	0,08	0,38	0,16	428	48	52	16
Peneiras	20 (>850 µm)	50 (850 - 300 µm)	120 (300 – 125 µm)	funfo (<125 µm)				
ABNT	25,4%	43,3%	25,9%	5,4%				

<sup>1</sup>Laboratório de Fertilizantes e Corretivos da FCA-UNESP, Botucatu-SP. <sup>2</sup>Citrato Neutro de Amônio.

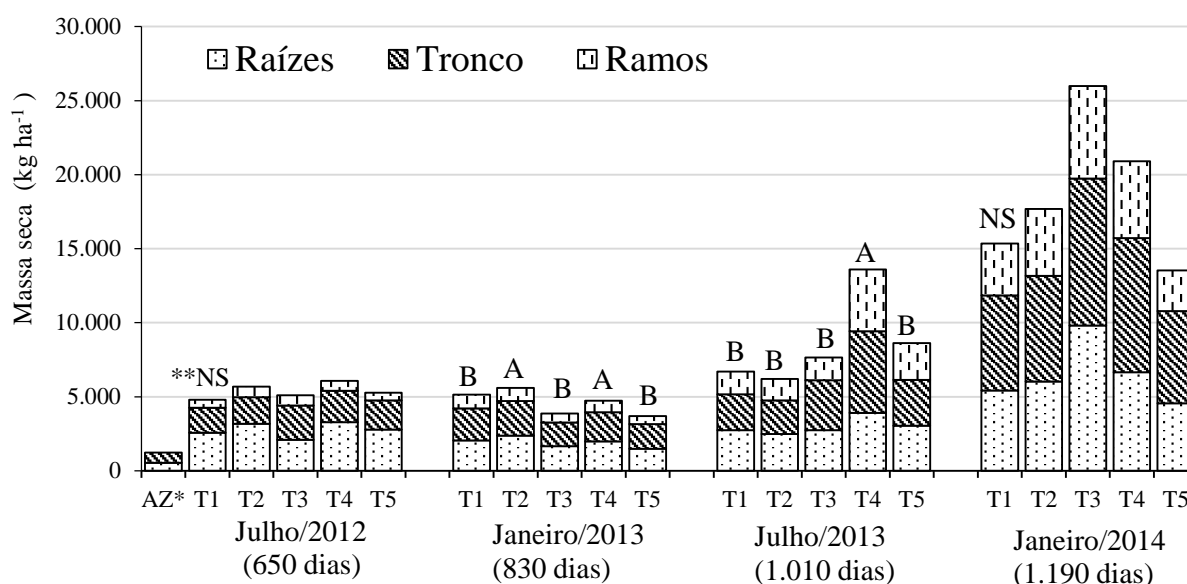


**Figura 1-** Implantação do pomar em Setembro de 2010 (A), vista do pomar experimental em Janeiro de 2011 (B), pereira retirado do pomar em Janeiro de 2014 (C), trituração das amostras utilizando-se moinho tipo Wiley (D) e digestão das amostras (E) (Guarapuava-PR).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Produção de massa seca

A produção de massa seca das plantas apresentaram comportamento diferente, sendo observado maior incremento na massa seca em Janeiro/2014 (após 1.190 dias) (Figura 2). Nas épocas avaliadas em Julho/2012 e Janeiro/2014, não houve diferença significativa na produção de massa seca das plantas, mostrando que a presença da cama de aviário e pó de basalto não interferiu no crescimento das plantas.



\*AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. \*\*Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Janeiro/2013) 10,39%; CV (Julho/2013) 31,49%).

**Figura 2** – Produção de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nas raízes, tronco e ramos da pereira cultivar Cascatense sobre o porta-enxerto ‘CP’, adubadas com doses de cama de aviário e pó de basalto, com densidade de  $6.667 \text{ plantas ha}^{-1}$ , avaliados em Julho/2012, Janeiro/2013, Julho/2013 e Janeiro/2014 (Guarapuava-PR).

Com relação à Janeiro/2013, os tratamentos 2 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário foram superiores em produção de massa seca em relação aos demais tratamentos. Em Julho/2013, o tratamento 4 kg de cama de aviário foi superior aos tratamentos sem

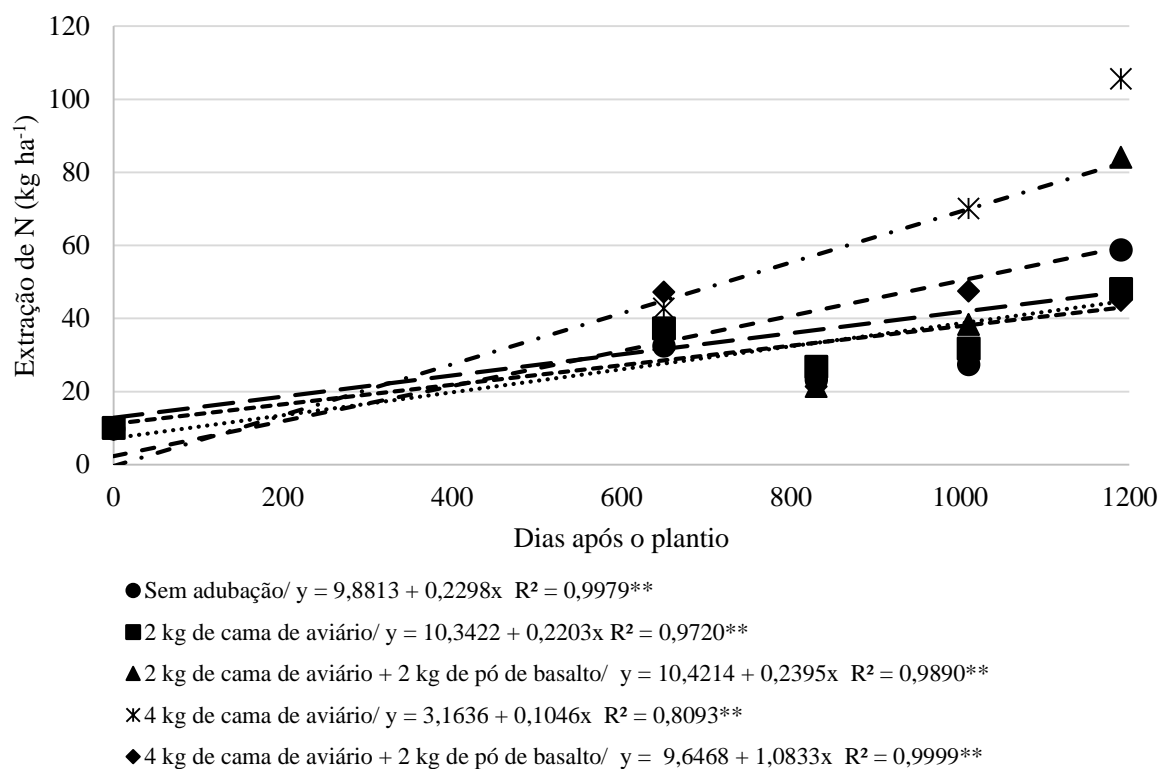
adubação, 2 kg de cama de aviário, 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto na produção de massa seca (Figura 2).

### **Extração e distribuição de nutrientes**

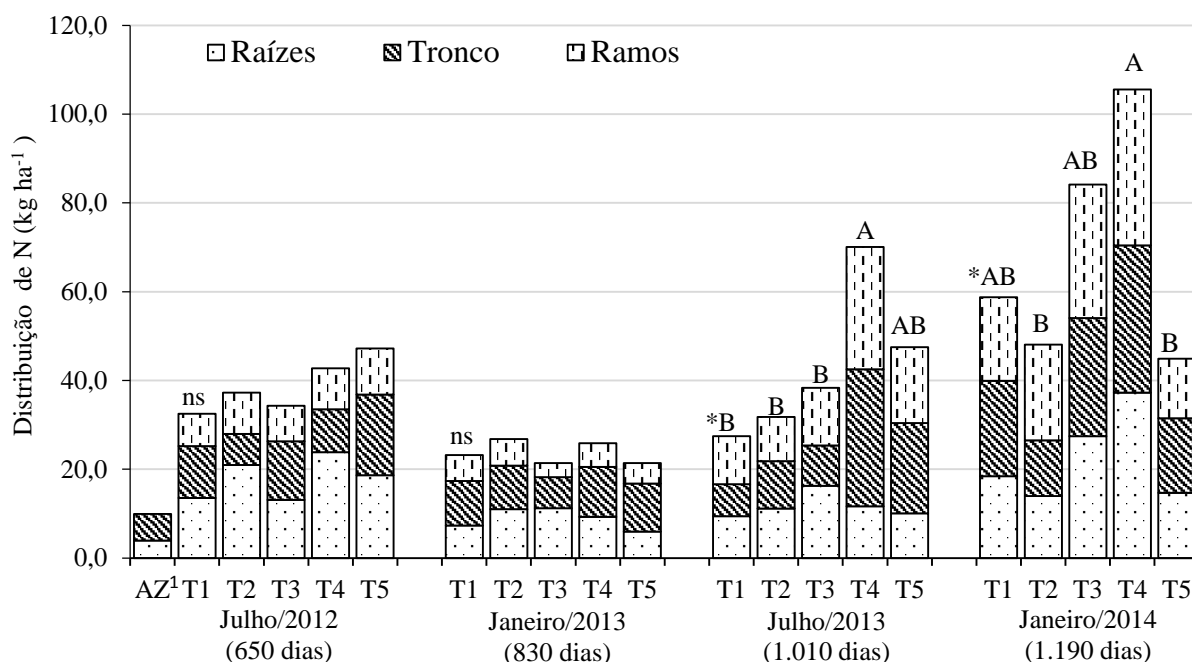
De acordo com Rosseto (2016), a extração de nutriente é a quantidade total de um determinado nutriente utilizado para produção de uma tonelada de massa seca, incluindo parte aérea e subterrânea. Já o termo exportação condiz aos nutrientes efetivamente retirados com os produtos colhidos na área, no caso os frutos da pereira. Multiplicando-se o teor do elemento em cada parte da planta pela quantidade de massa seca produzida obtém-se o valor estimado da quantidade do elemento.

Os conteúdos de nutrientes minerais na planta foram influenciados pelos tratamentos e pelas épocas de coleta ( $P < 0,05$ ). De modo geral, as maiores quantidades de nutrientes extraídos do solo foram verificados na última avaliação em Janeiro/2014 (1.190 dias após plantio). A elevada extração de N pelo tratamento 4 kg de cama de aviário (Figura 3), nas avaliações em Julho/2013 e Janeiro/2014 (Tabela 4), pode influenciar negativamente a produção, pois a alta concentração de N estimula o crescimento, que causa sombreamento e retarda o término do crescimento da parte aérea (KANGUEEHI, 2008). No entanto, Ramos et al. (2001), verificaram que o nitrogênio é componente integral de várias compostos essenciais aos crescimento e desenvolvimento dos vegetais, tais como os aminoácidos e as proteínas, sendo indispensável para estimular o crescimento e desenvolvimento de folhas, caules e raízes, promovendo maior absorção de outros nutrientes.

Nas partes permanentes analisadas da cultivar Cascatense, o acúmulo de N diferiu nas partes avaliadas durante as avaliações. Observou-se em Janeiro/2014, que o tratamento 4 kg de cama de aviário promoveu um acúmulo de  $105,54 \text{ kg ha}^{-1}$ , superior aos tratamentos 2 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Esse acúmulo concentrou-se mais nas raízes, ramos e tronco respectivamente (Figura 4).



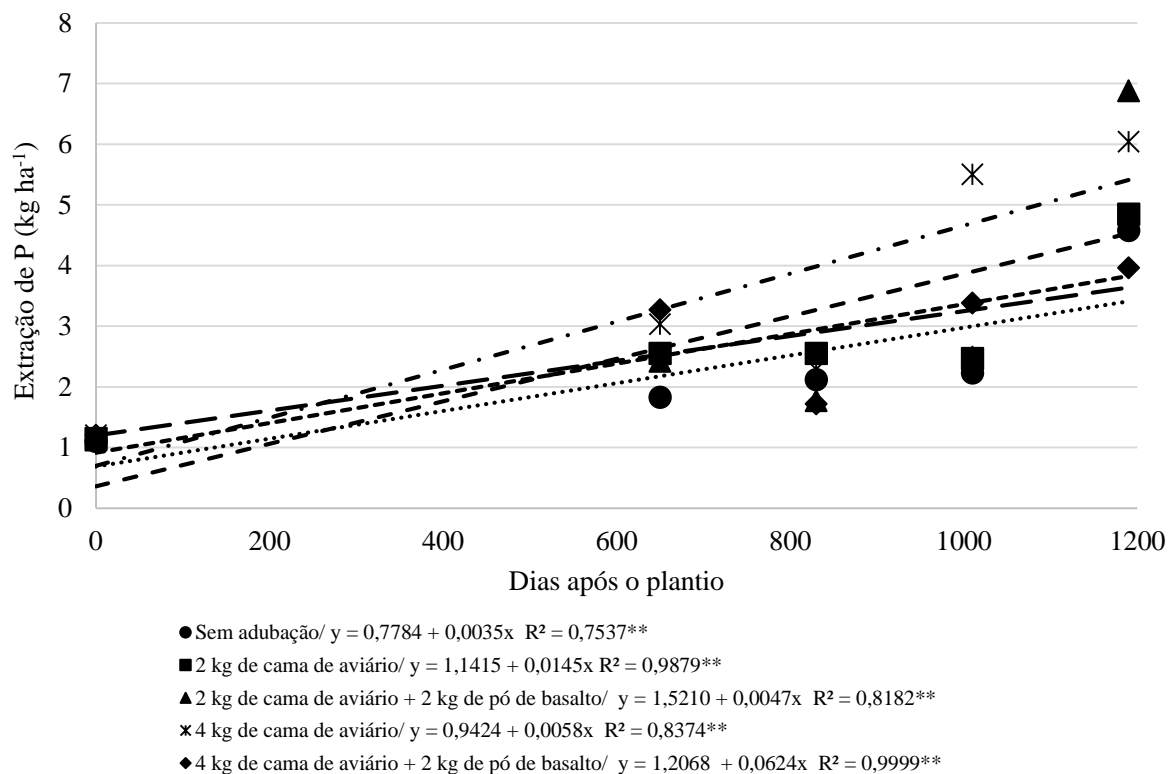
**Figura 3** – Quantidade extraídas de N (kg ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



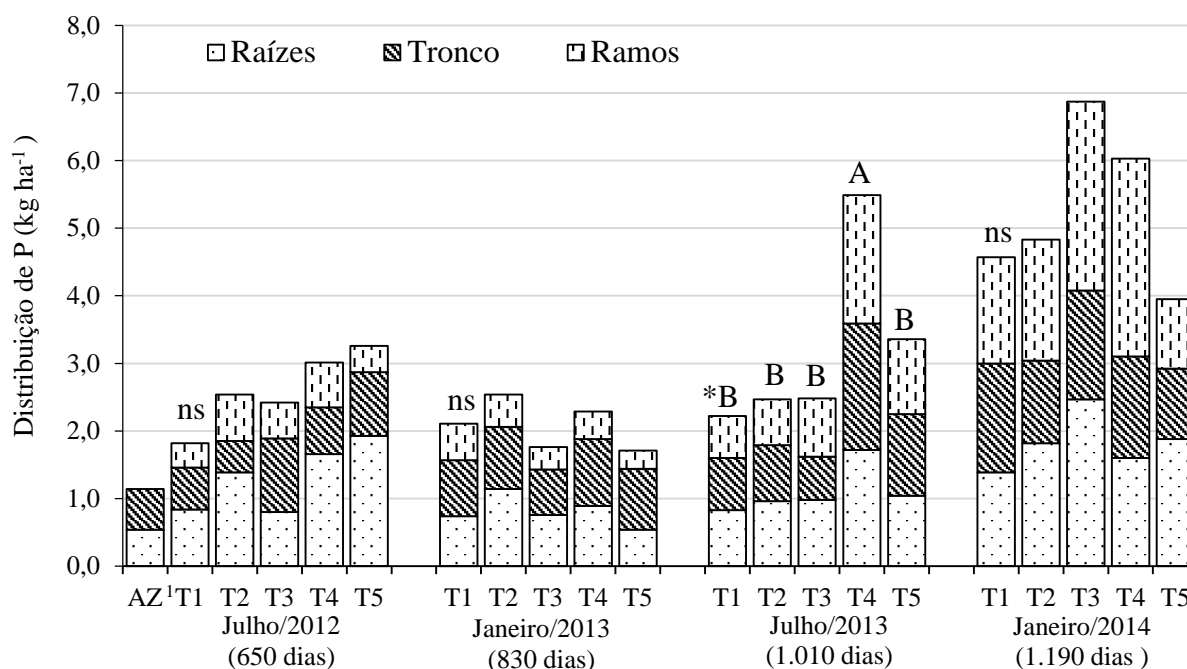
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Julho/2013) 38,01%; CV (Janeiro/2014) 38,17%).

**Figura 4** – Distribuição de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Comparando-se o coeficiente de determinação na extração de P, verificou-se que a aplicação de 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto teve  $R^2=0,9999$  com 1 % de probabilidade (Figura 5). A maior extração de P foi constatada no tratamento 4 kg de cama de aviário, com aproximadamente  $6,04 \text{ kg ha}^{-1}$  de P aos 1.190 dias após o plantio (Figura 6). De acordo com Stassen e North (2005), ao estudarem a pereira ‘Forelle’ sobre dois porta-enxertos diferentes, notaram que com o porta-enxerto ‘QA’ a extração de P foi equivalente a  $174,83 \text{ kg ha}^{-1}$  de P e com o porta-enxerto ‘BP1’ foi de  $504,08 \text{ kg ha}^{-1}$  de P, com uma densidade de 1.667 plantas  $\text{ha}^{-1}$  e nove anos de idade.



**Figura 5** – Quantidade extraídas de P ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

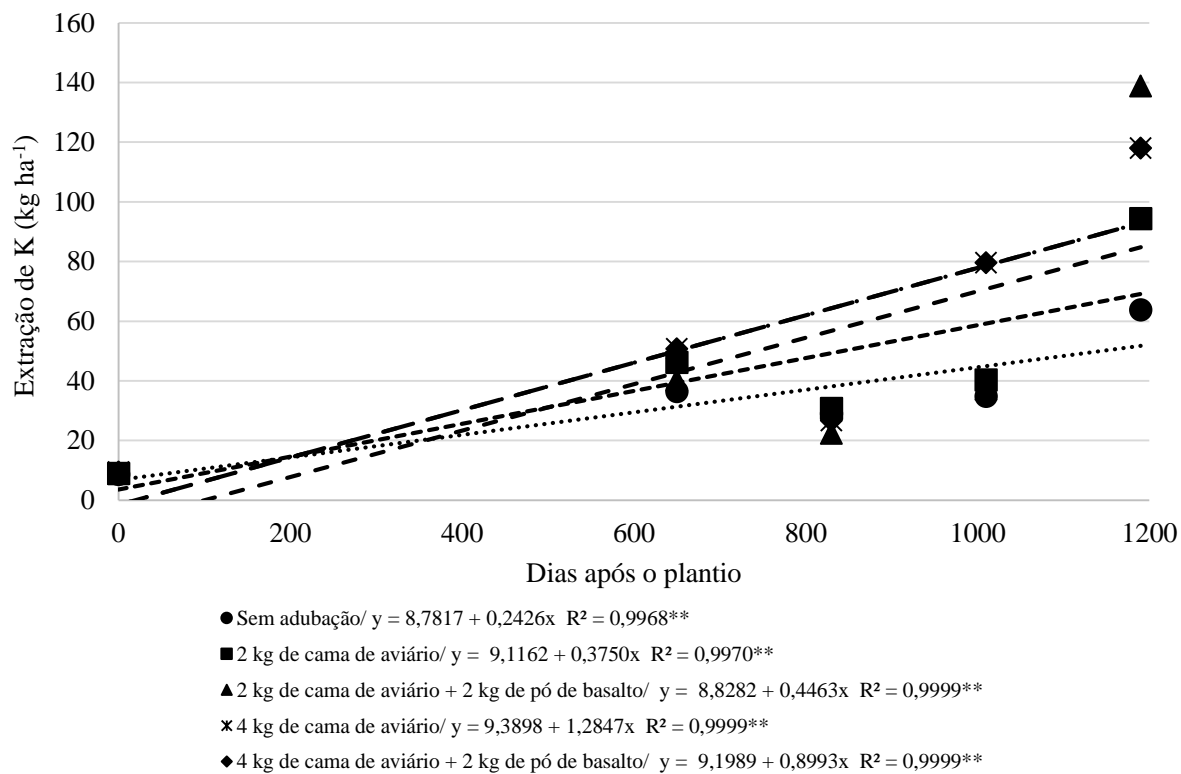


<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 - 2 kg de cama de aviário; T3 - 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 - 4 kg de cama de aviário; T5 - 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Julho/2013) 38,44%).

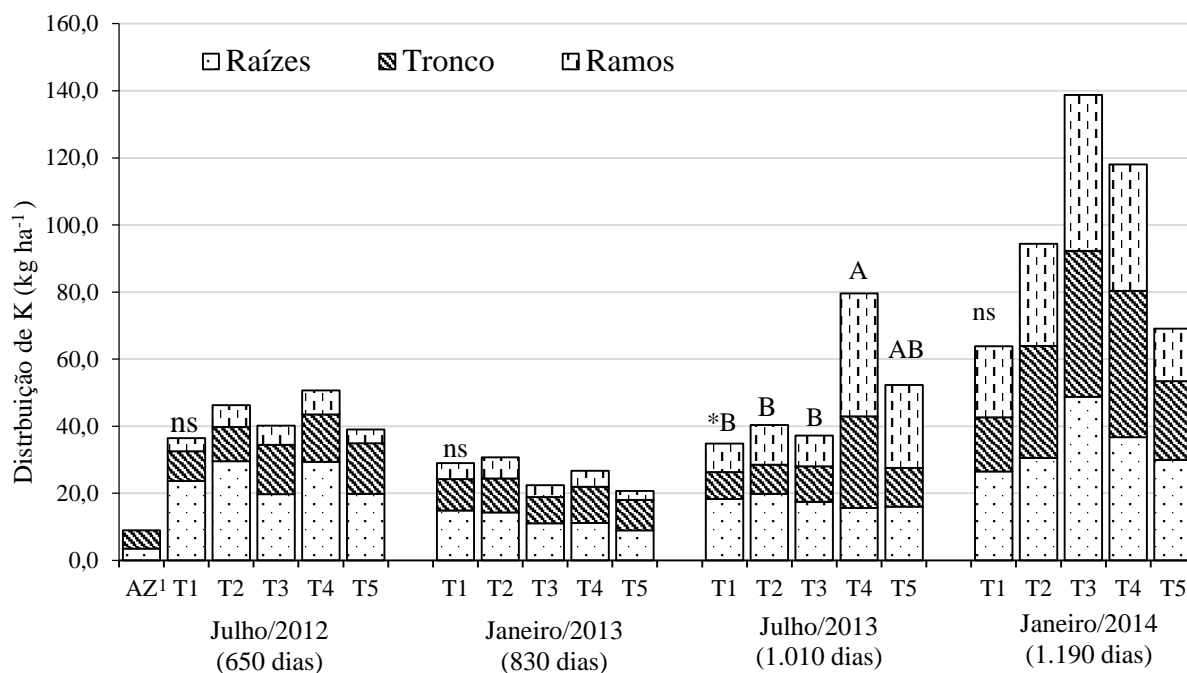
**Figura 6** – Distribuição de fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

As plantas do tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto e 4 kg de cama de aviário apresentaram acúmulo de K no final das avaliações (1.190 dias após plantio) e  $138,80 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $118,06 \text{ kg ha}^{-1}$  de K, respectivamente (Figura 7). Independentemente do tratamento, constatou-se que o K e N foram os nutrientes com maior extração durante o desenvolvimento da planta. É conhecida a atuação do K em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção da sua estabilidade, na permeabilidade das membranas e no controle do pH, bem como o N na divisão celular e na produção de clorofila (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN e BLOM, 2006).

Em Julho de 2013, para o parâmetro acúmulo de K nas partes permanentes, o tratamento 4 kg de cama de aviário foi superior aos tratamentos sem adubação, 2 kg de cama de aviário e 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto ao nível de 5% de probabilidade (Figura 8).



**Figura 7** – Quantidade extraídas de K (kg ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

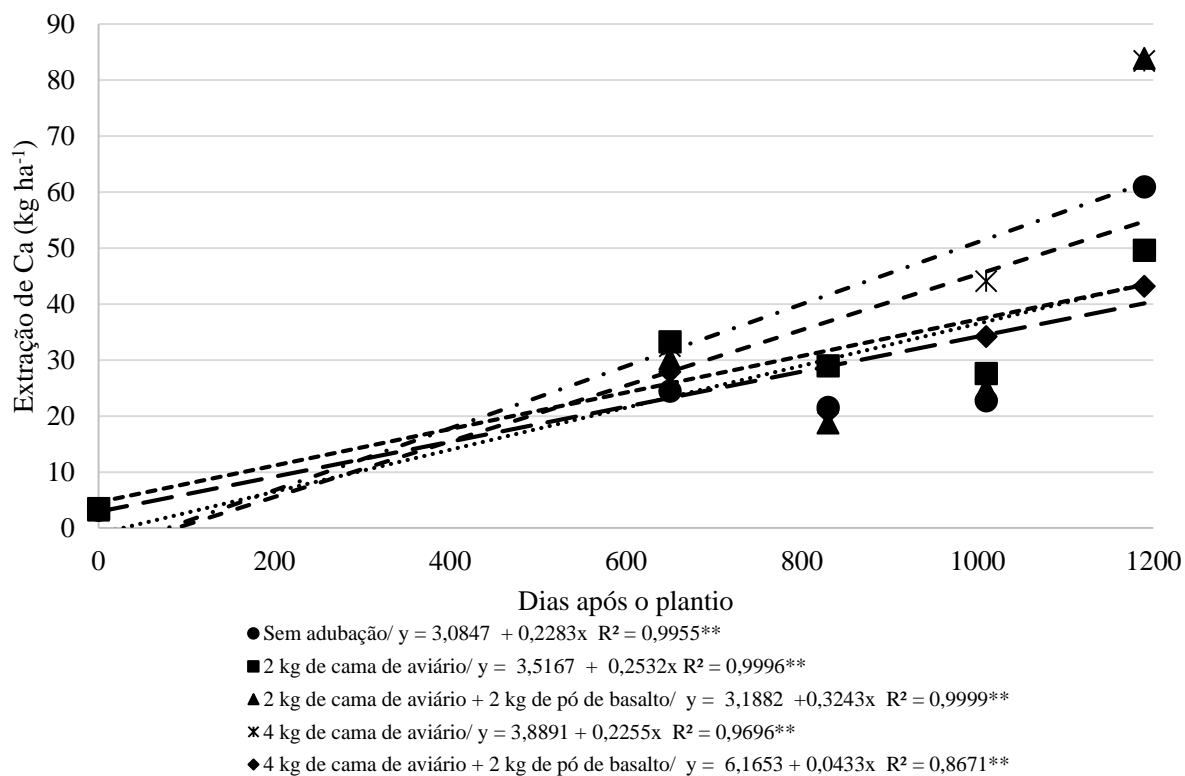


<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Julho/2013) 38,86%).

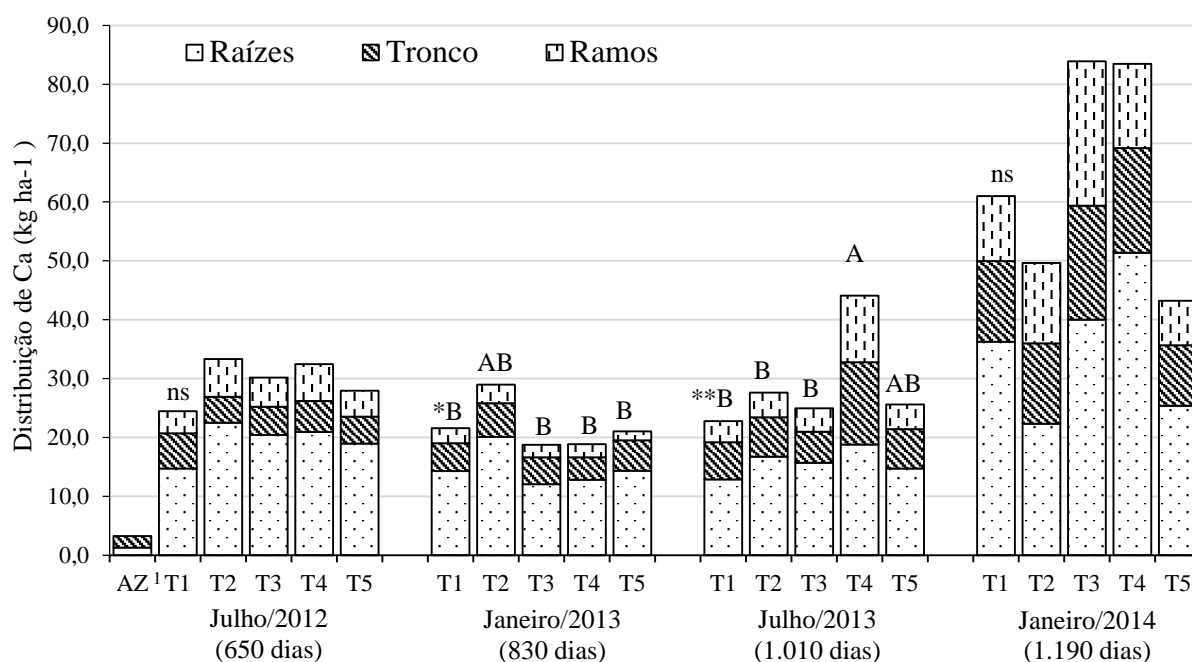
**Figura 8** – Distribuição de potássio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Para a extração de Ca verificou-se que os tratamentos 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto e 4 kg de cama de aviário apresentaram valores de  $83,92 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $83,45 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, aos 1.190 dias após o plantio (Figura 9).

Para o elemento Ca aos 1.190 dias após o plantio, verificou-se que o maior acúmulo ocorreu nas raízes, apresentando  $22,40 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $51,39 \text{ kg ha}^{-1}$  para os tratamentos 2 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário, respectivamente, seguido do tronco e ramos (Figura 10). Stassen e North (2005), em estudo com a pereira ‘Forelle’ verificaram valores entre 38,8 e 54,9% do Ca extraído do solo encontrava-se nas raízes. Altas concentrações nas raízes, tronco e ramos, podem ser atribuídas a baixa mobilidade do Ca no floema (KLUGE et al, 2001). Em Janeiro de 2014, observou-se maior taxa de extração de Ca pelas pereiras, fato que pode estar ligado a alta taxa transpiratória, aumentando a perda de água pela planta (TAIZ e ZEIGER, 2009), beneficiando o aumento do conteúdo de Ca, cujo acúmulo é submisso a corrente transpiratória (MARSCHNER, 1995).



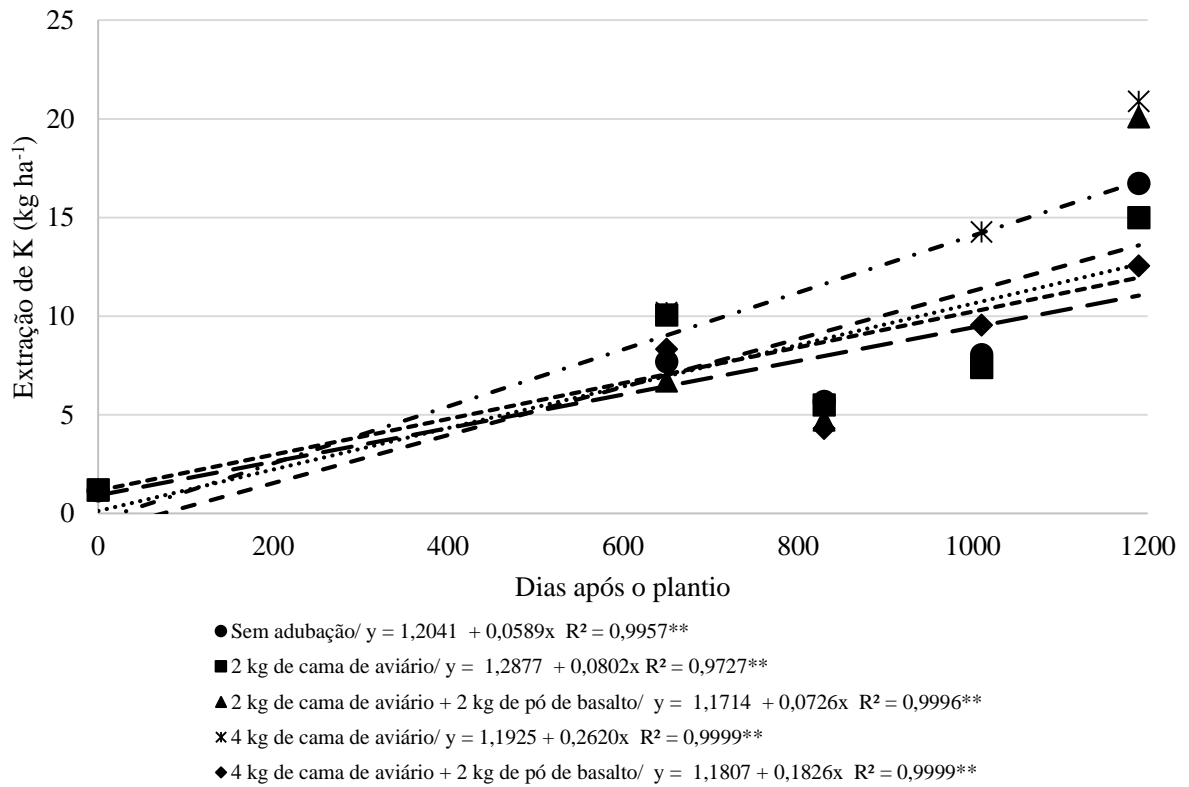
**Figura 9** – Quantidade extraídas de Ca (kg ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereiras cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



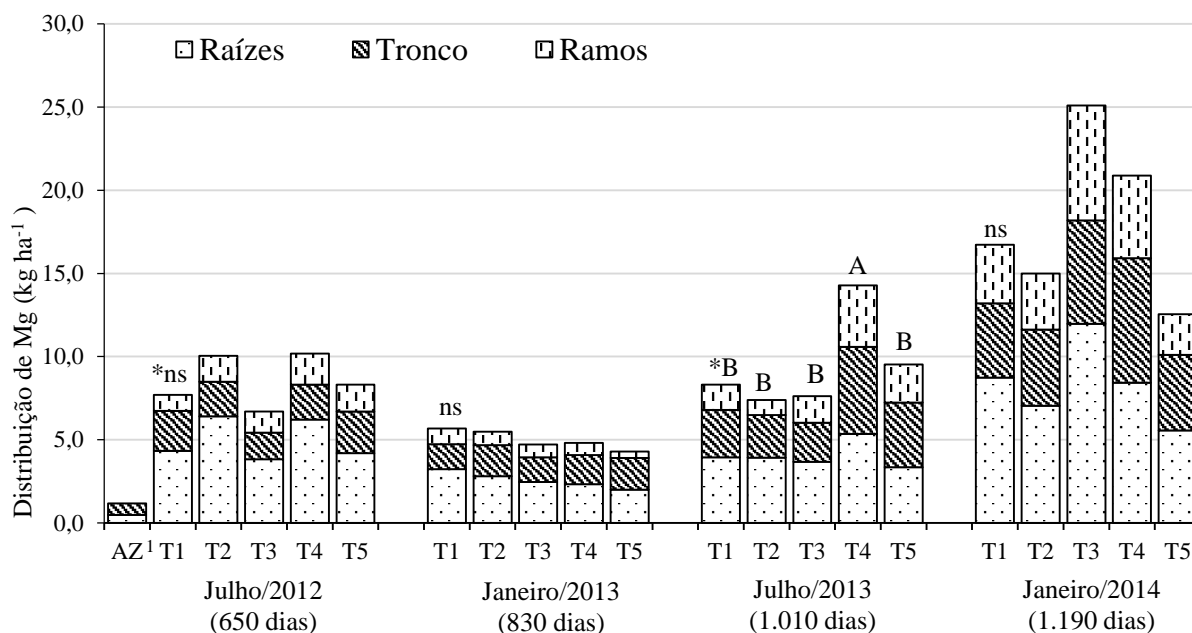
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 - 2 kg de cama de aviário; T3 - 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 - 4 kg de cama de aviário; T5 - 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade e 1% (\*\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Janeiro/2013) 21,03%; CV (Julho/2013) 21,28%).

**Figura 10** – Distribuição de cálcio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Em termos de conteúdo, verificou-se que o tratamento 4 kg de cama de aviário totalizando-se  $20,89 \text{ kg ha}^{-1}$  de Mg aos 1.190 dias após o plantio (Figura 11-  $R^2 = 0,9999^{**}$ ). Quando analisado separadamente os tratamentos nas épocas, em Julho de 2013 o tratamento 4 kg de cama de aviário foi significativamente superior aos demais tratamentos ao nível de 5% de probabilidade (Figura 12).



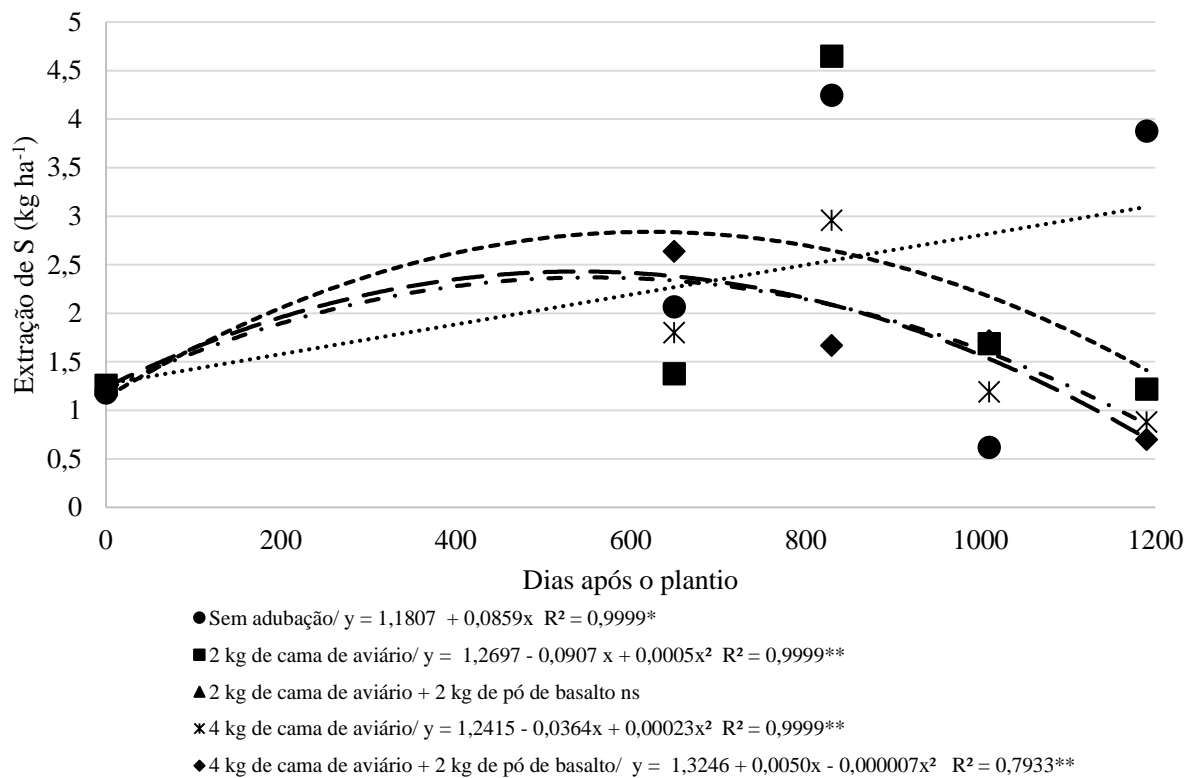
**Figura 11** – Quantidade extraídas de Mg (kg ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereiras cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



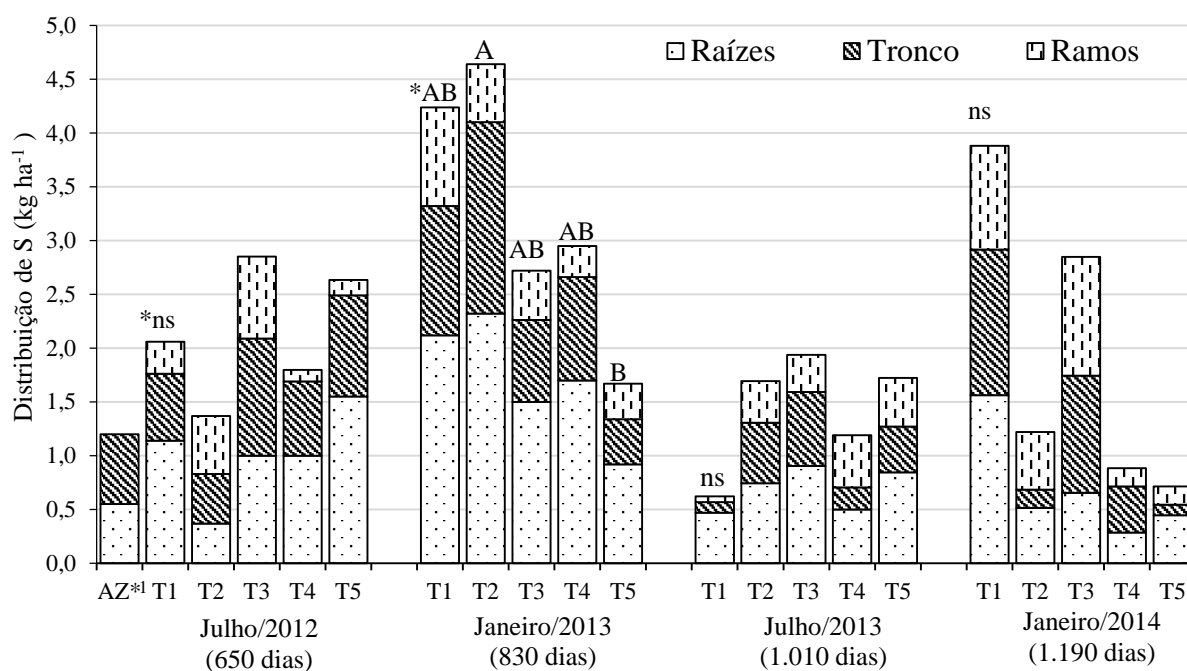
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Julho/2013) 28,70%).

**Figura 12** – Distribuição de magnésio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

O S foi o macronutriente encontrado com grande variação durante as épocas de avaliação, no entanto a maior extração ocorreu aos 830 dias no tratamento 2 kg de cama de aviário com  $4,65 \text{ kg ha}^{-1}$  de S extraídos, porém aos 1.190 dias foi de  $1,22 \text{ kg ha}^{-1}$  de S (Figura 13). O excesso de determinados nutrientes no solo pode influenciar na absorção radicular de outros nutrientes em virtude dos processos de inibição competitiva e não competitiva (MARSCHNER, 1995).



**Figura 13** – Quantidade extraídas de S (kg ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereiras cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

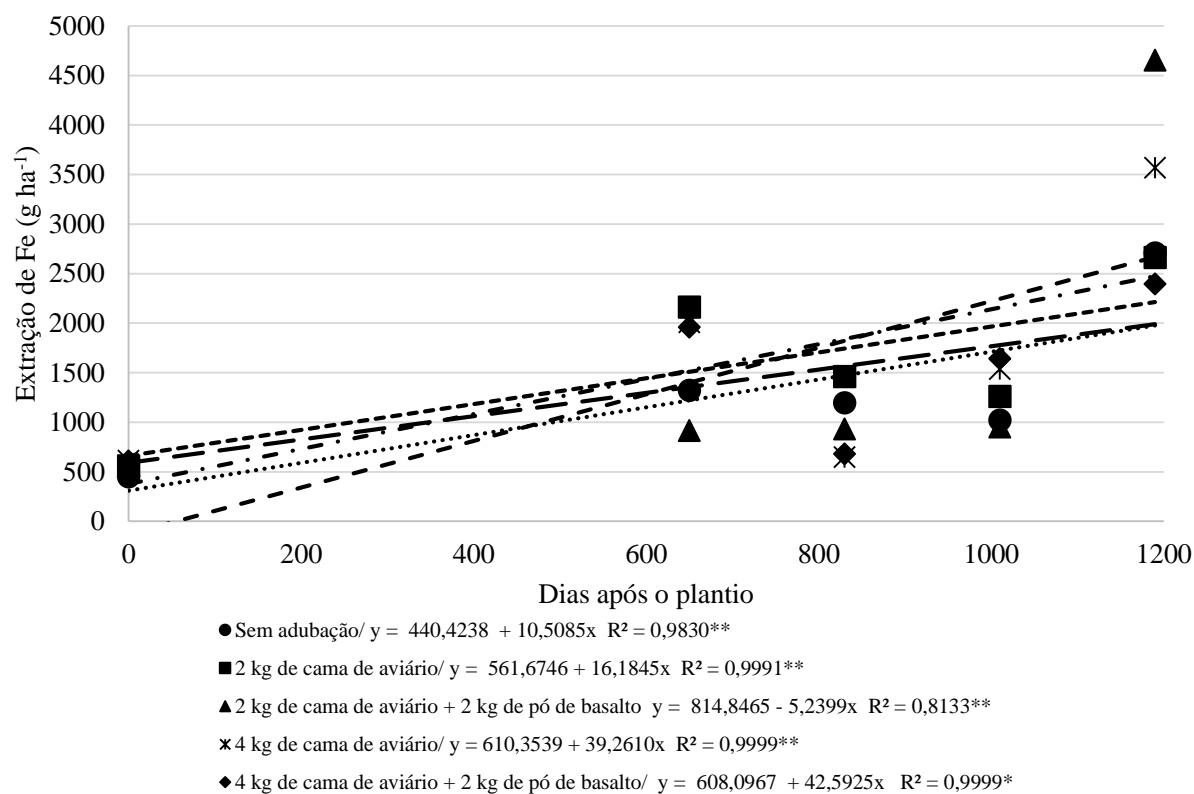


<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Janeiro/2013) 39,60%).

**Figura 14** – Distribuição de enxofre ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

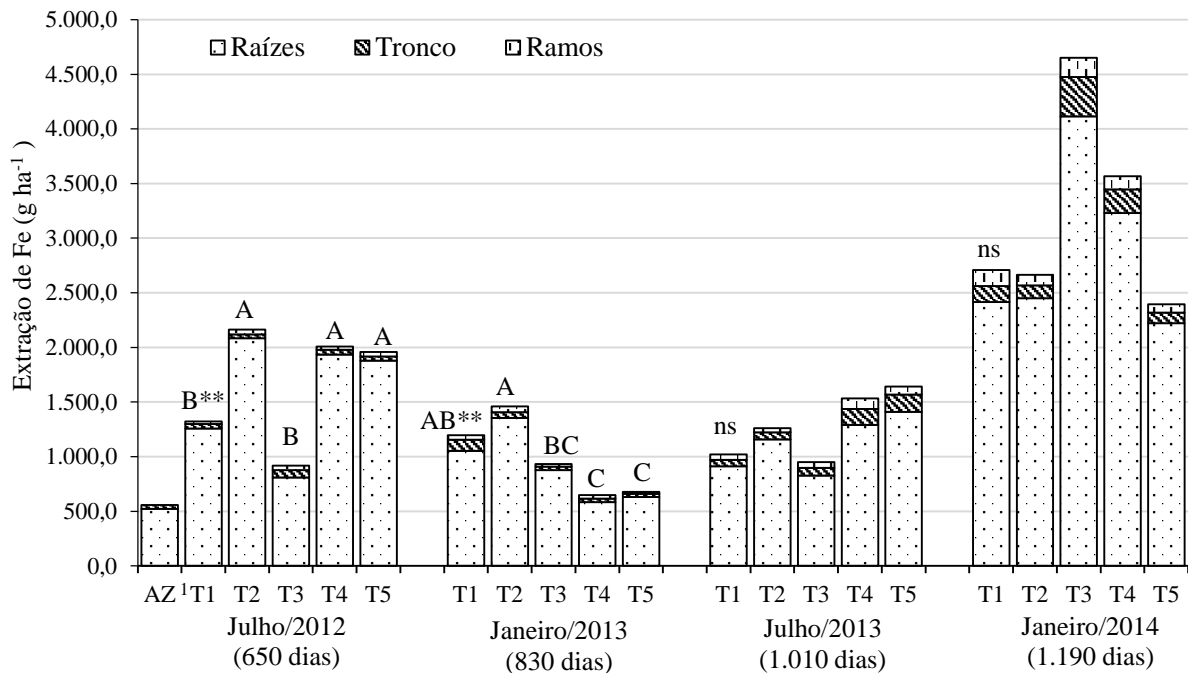
A extração média de micronutrientes nas raízes, tronco e ramos em Janeiro/2014, obedeceu a seguinte ordem decrescente  $\text{Fe} > \text{Cu} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Mn}$ . Stassen e North (2005) verificaram em trabalho similar com pereiras cultivar Forelle enxertadas com marmeleiro ‘A’ a seguinte ordem decrescente  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mn}$ .

O micronutriente acumulado em maior quantidade nas plantas foi o Fe, predominantemente nas raízes (Figura 15 e 16). Essa observação pode estar relacionada com o teor de Fe no solo (Tabela 1). Verificou-se que no tratamento 4 kg de cama de aviário, a extração de Fe do solo pelas plantas aumentou de forma linear durante as épocas avaliadas (Figura 15), sendo superior a testemunha em 31%.



**Figura 15** – Quantidade extraídas de Fe (g ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

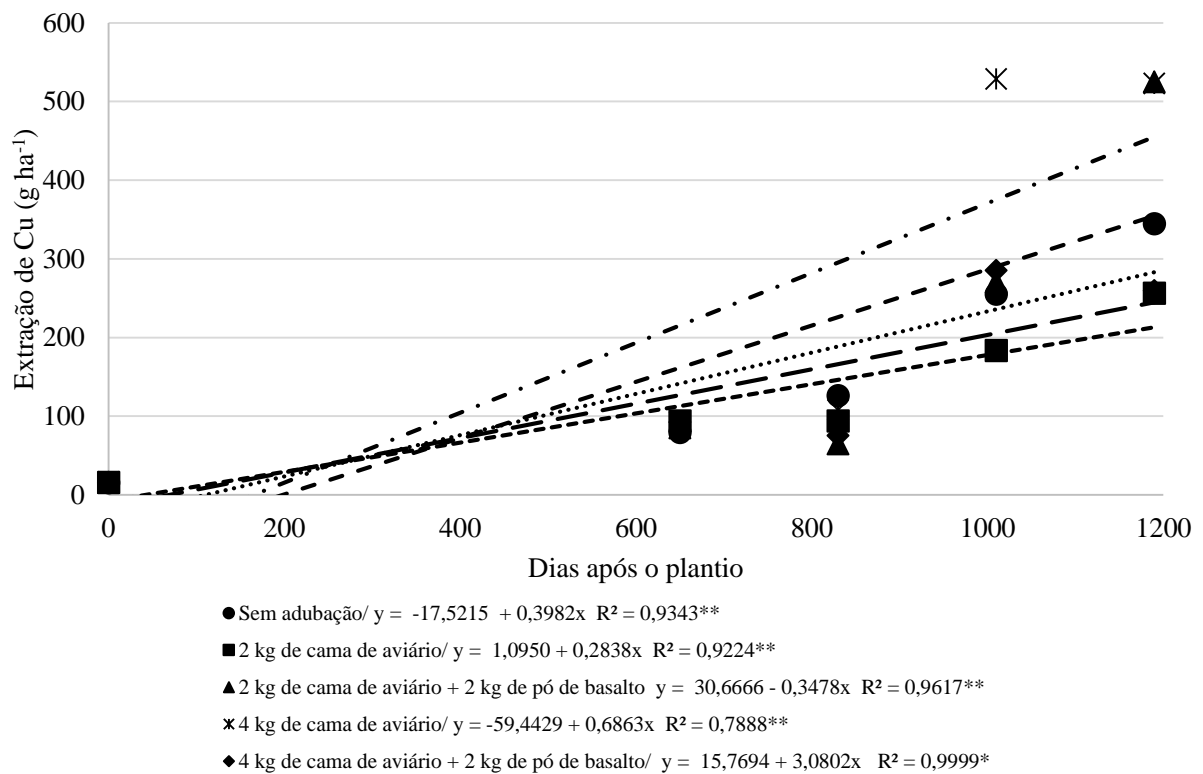
O Fe participa da biossíntese de clorofila através do precursor porfirina. O Fe também participa de uma proteína dos ribossomos e reflete no aumento do teor de RNA (PRADOS, 2008). Já as plantas exsudam substâncias que formam complexos com Fe para a absorção, como o ácido málico e outras, que mobilizam o Fe no solo para raízes. O Fe<sup>+3</sup> deve ser reduzido a Fe<sup>+2</sup> nas membranas das células absorventes. Essa redução nos porta-enxertos híbrido *Prunus* GF677 e kiwi é induzido pelo consumo de oxigênio e seiva, já em maçãs é induzido pelo etileno (GIL SALAYA, 2000).



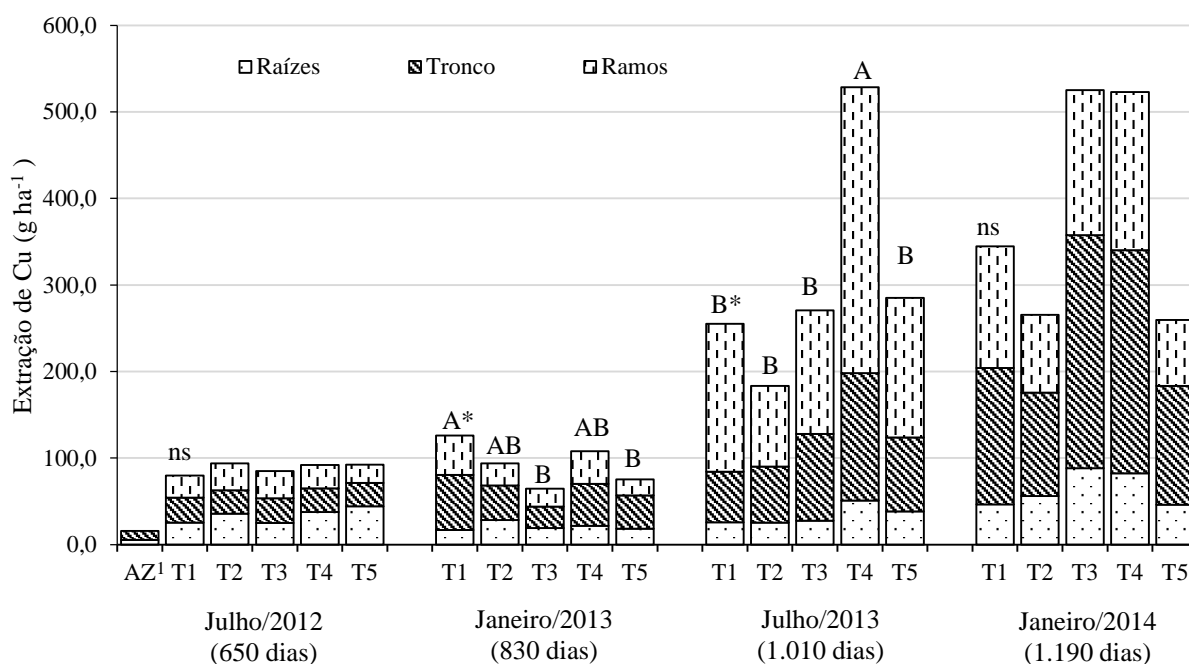
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 1%(\*\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Julho/2012) 21,86%; (Janeiro/2013)27,23%).

**Figura 16** – Distribuição de ferro ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Destaca-se o acúmulo de Cu no tratamento 2 kg de cama de aviário, apresentando uma extração crescente ao decorrer das avaliações (Figura 17-  $R^2 = 0,9617^{**}$ ). Quanto a distribuição, verificou-se maior acúmulo no tronco e nos ramos; na avaliação de Janeiro/2013 o tratamento sem adubação foi superior aos tratamentos 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto (Figura 18). Entretanto na avaliação de Julho/2013 o tratamento 4 kg de cama de aviário foi superior aos demais tratamentos (Figura 18).



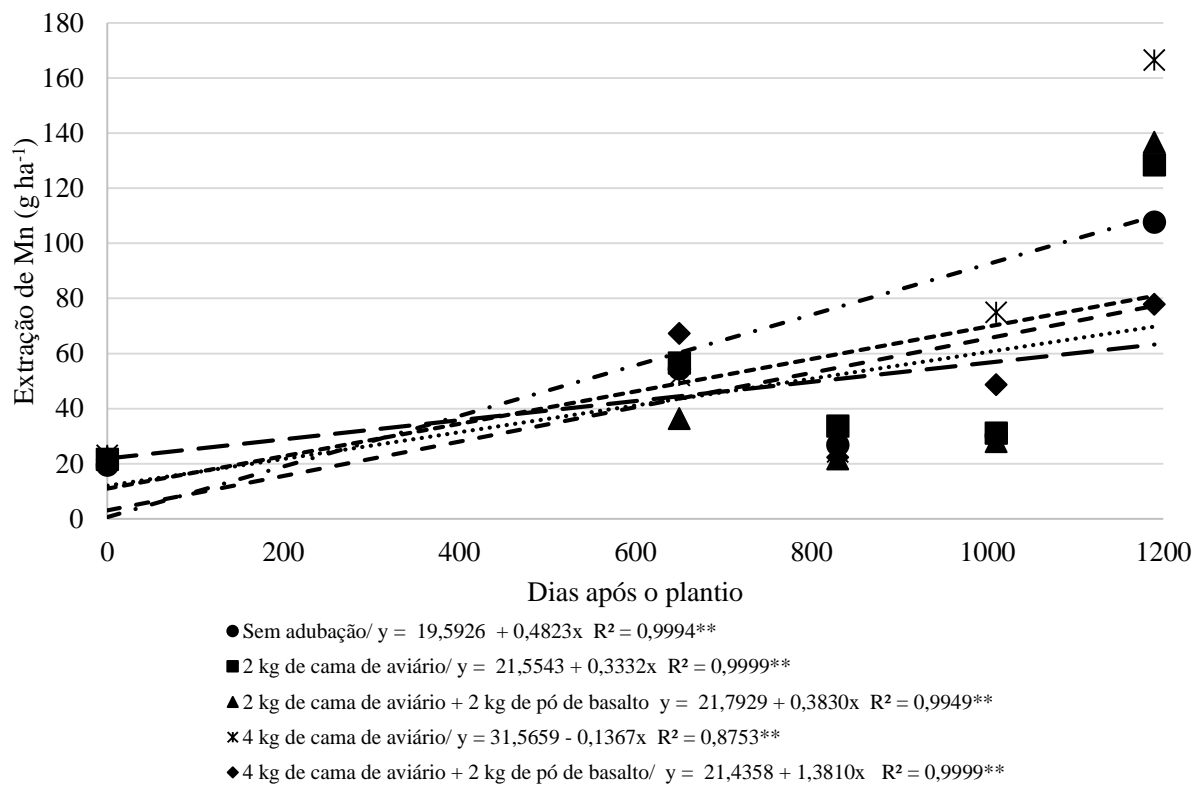
**Figura 17**– Quantidade extraídas de Cu ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



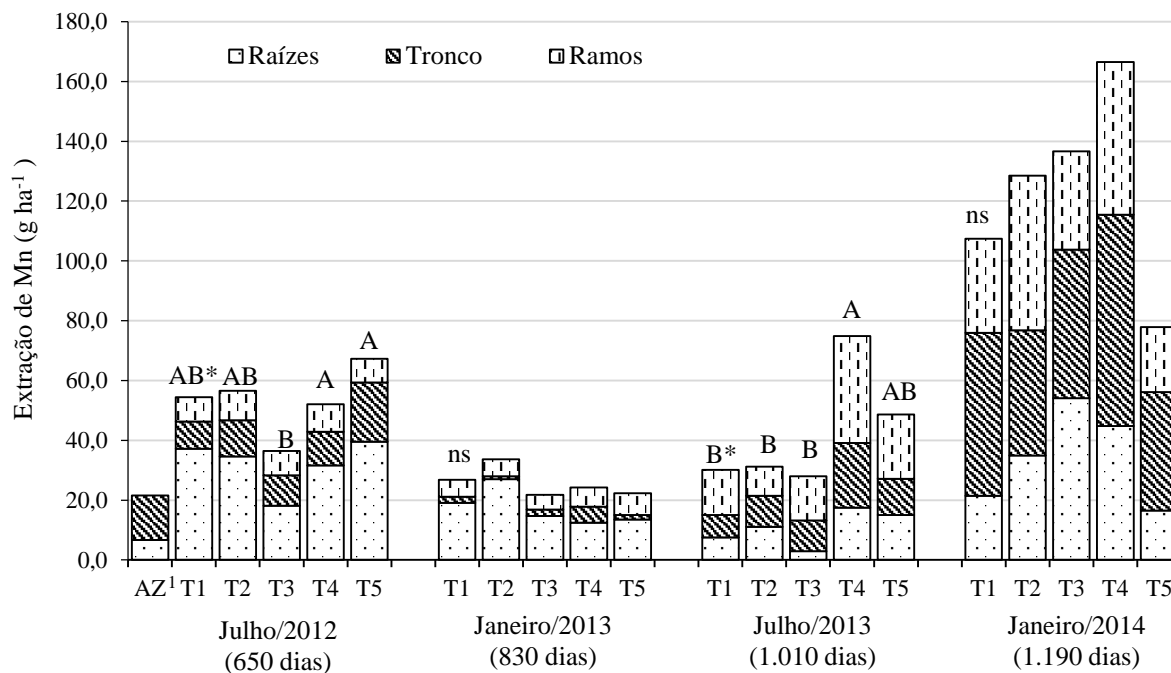
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Janeiro/2013) 26,55%; (Julho/2013) 41,10%).

**Figura 18** – Distribuição de cobre ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Em Janeiro/2014, o tratamento 4 kg de cama de aviário apresenta maior quantidade de Mn extraídos nas raízes, tronco e nos ramos ( $166,48 \text{ kg ha}^{-1}$ ), seguido do tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto ( $136,66 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Figura 19). Analisando os tratamentos, em cada época avaliada observou-se diferença significativa no mês de Julho/2012, onde os tratamentos 4 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto foram superiores ao tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Já em Julho/2013 o tratamento 4 kg de cama de aviário foi superior aos tratamentos sem adubação, 2 kg de cama de aviário e 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto (Figura 20). O Mn tem propriedades químicas semelhantes (o raio iônico) aos nutrientes  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , e especialmente,  $\text{Mg}^{2+}$ , a presença desses elementos pode inibir sua absorção até o transporte (Prado, 2008).



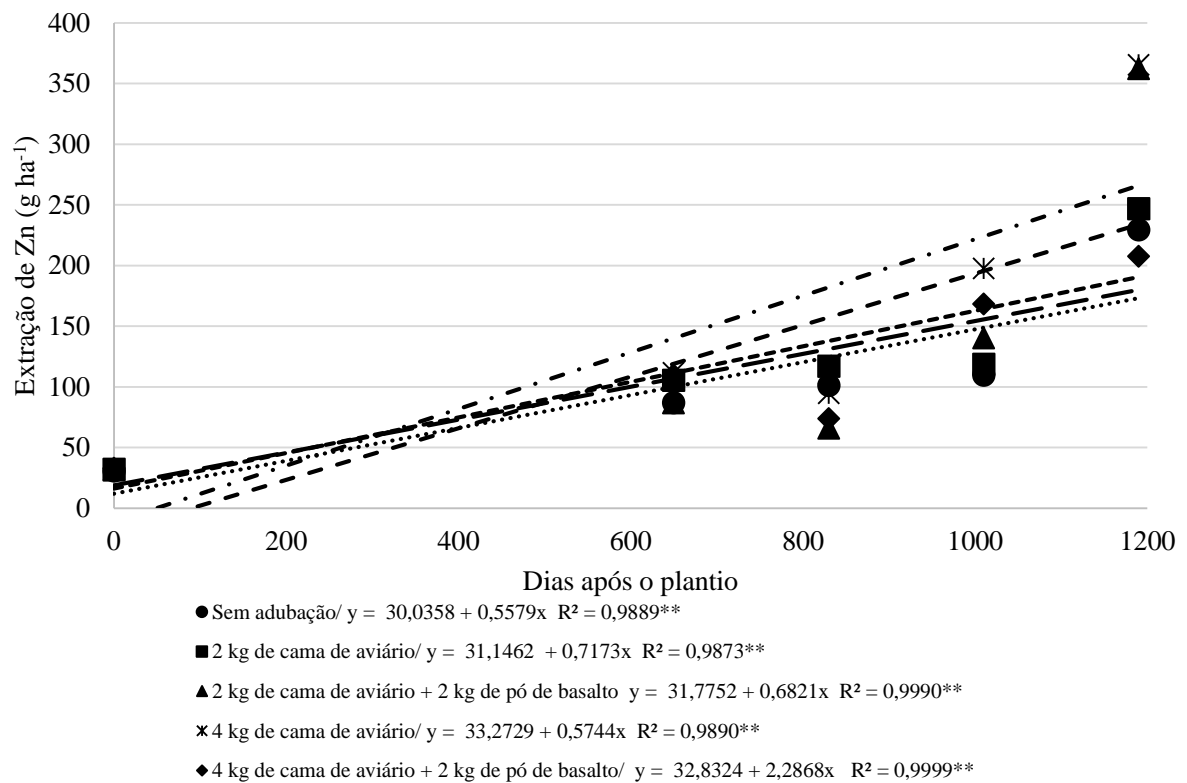
**Figura 19** – Quantidade extraídas de Mn (g ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



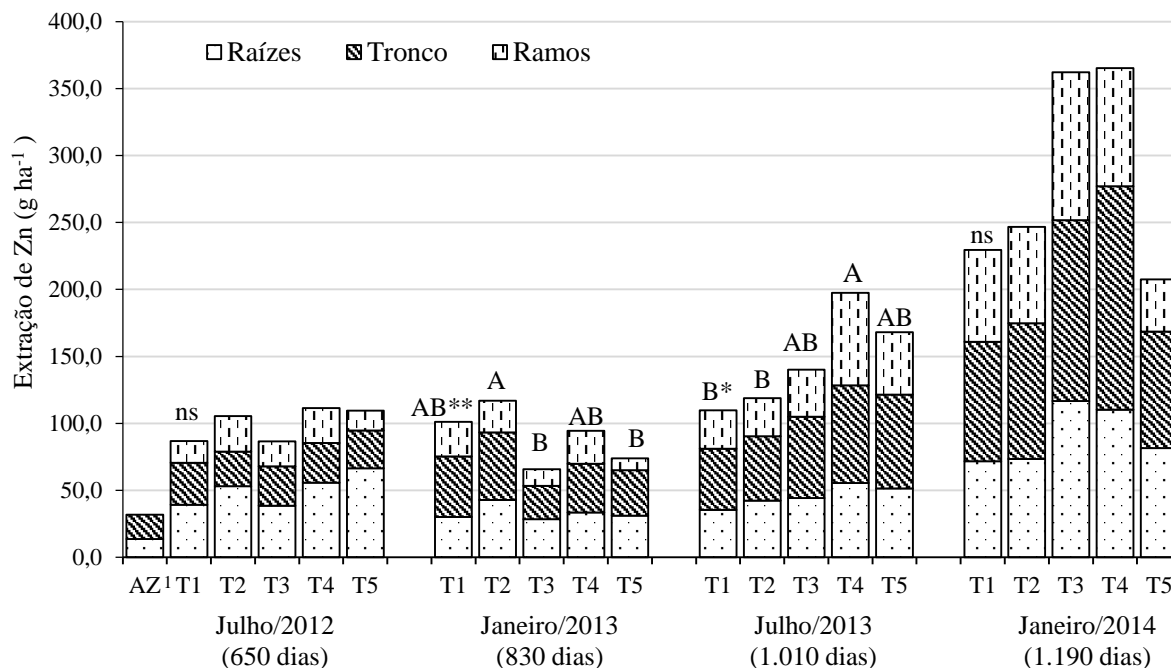
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Julho/2012) 19,20%; (Julho/2013) 45,06%).

**Figura 20** – Distribuição de manganês ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Para o elemento Zn, o tratamento 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentou coerência nas avaliações (Figura 21 –  $R^2 = 0,9999^{**}$ ), totalizando  $207,56 \text{ g ha}^{-1}$  de Zn. Analisando isoladamente as épocas de avaliação, em Janeiro/2013 o tratamento 2 kg de cama de aviário foi superior ao tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó basalto ao nível de 1%, no entanto em Julho/2013 o tratamento 4 kg de cama de aviário foi superior ao tratamento 2 kg de cama de aviário ao nível de 5% (Figura 22).



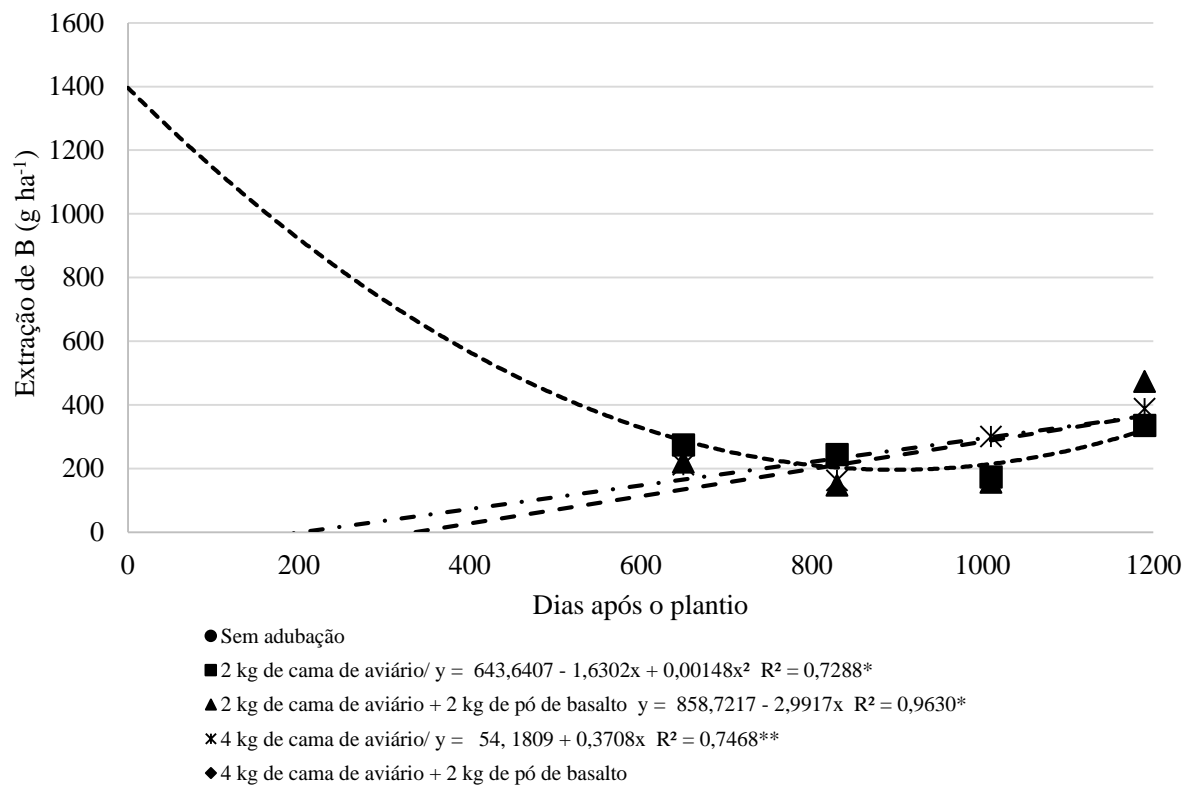
**Figura 21** – Quantidade extraídas de Zn (g ha<sup>-1</sup>) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



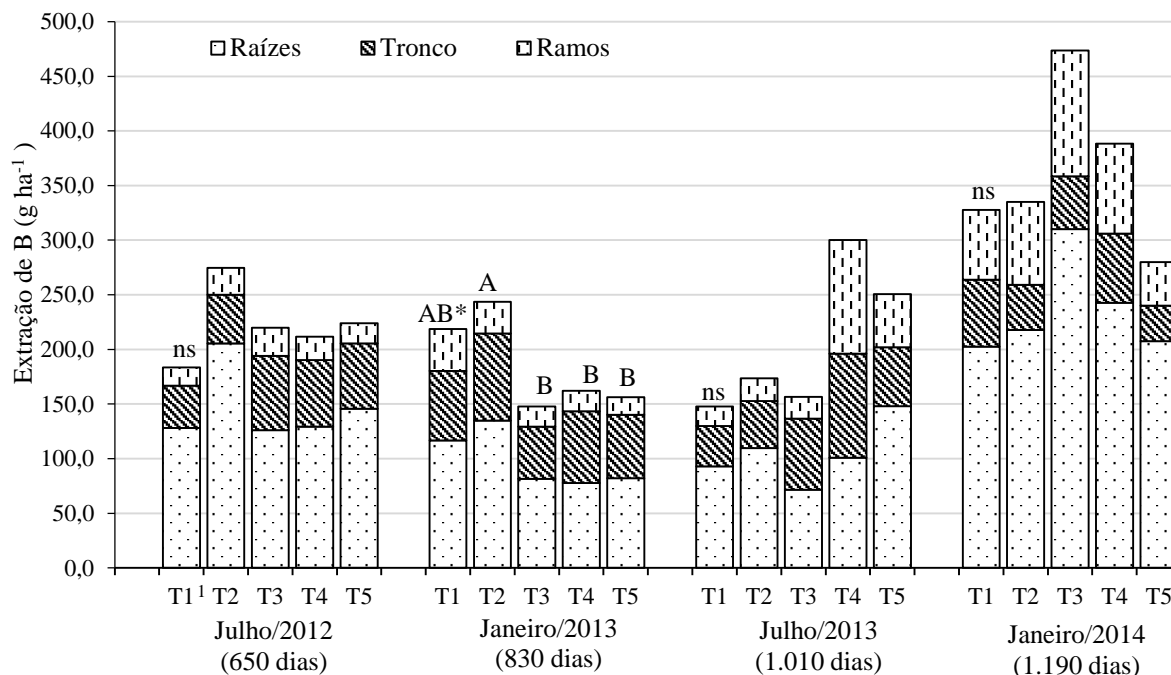
<sup>1</sup>AZ- Amostra zero; T1 - sem adubação; T2 – 2 kg de cama de aviário; T3 – 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 – 4 kg de cama de aviário; T5 – 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 1% (\*\*) e ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Janeiro/2013) 20,19%; (Julho/2013) 24,22%).

**Figura 22** – Distribuição de zinco ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 300, 480, 660 e 840 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

Para o elemento B a maior extração ocorreu no tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto, com  $473,47 \text{ g ha}^{-1}$  (Figura 23). Stassen e North (2005) verificaram uma extração de  $441,42 \text{ g ha}^{-1}$  de B, nas partes permanentes da pereira ‘Forelle’ com porta-enxerto ‘QA’. No que diz respeito as avaliações por época, somente em Janeiro/2013 houve diferença entre os tratamentos, sendo o tratamento 2 kg de cama de aviário superior aos tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto, 4 kg de cama de aviário e 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto.



**Figura 23** – Quantidade extraídas de B ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em plantas de pereira cultivar Cascatense sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto, aos 300, 480, 660 e 840 dias após o plantio (Guarapuava-PR).



<sup>1</sup>T1 - sem adubação; T2 - 2 kg de cama de aviário; T3 - 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto; T4 - 4 kg de cama de aviário; T5 - 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto. Letras distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 1% (\*\*) e ao nível de 5% (\*) de probabilidade; ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade; (CV (Janeiro/2013) 20,19%; (Julho/2013) 24,22%).

**Figura 24** – Distribuição de boro ( $\text{g ha}^{-1}$ ) extraídos pelas raízes, tronco e ramos em pereira ‘Cascatense’ sobre porta-enxerto ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 650, 830, 1.010 e 1.190 dias após o plantio (Guarapuava-PR).

### **Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes pela cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto**

Além da quantidade total do nutriente extraído do solo, a eficiência nutricional das plantas também afeta a nutrição das mesmas. Os mecanismos desenvolvidos pelas plantas que se relacionam com a eficiência de absorção diferem entre as espécies e cultivar (MARTINEZ et al., 1993; FAGERIA e BALIGAR, 1993). Por exemplo, algumas espécies produzem extenso sistema radicular, na mesma proporção que outras têm alta taxa de absorção por unidade de comprimento de raiz, ou seja, alto influxo de nutrientes (FÖSHE et al., 1988). Já algumas espécies possuem maior capacidade de converter o nutriente absorvido em matéria seca, apresentando maior eficiência de uso ou utilização do nutriente absorvido (Siddiqi e Glass

(1981). Algumas plantas possuem alta capacidade em redistribuir e reutilizar os elementos minerais de órgão mais velho e senescente para órgãos mais novos e frutos.

Observou-se na presente pesquisa que as pereiras não apresentaram diferenças significativas em relação a eficiência de absorção de P, K, Ca e Mg, quando submetidas a diferentes doses de cama de aviário e pó de basalto (Tabela 4). Para o N, o tratamento 4 kg de cama de aviário foi superior aos demais tratamentos. Para o elemento S, o tratamento sem adubação, foi superior aos demais tratamentos.

**Tabela 4-** Eficiência de absorção de macronutrientes pela pereira cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 1.190 dias após o plantio.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S <sup>1</sup>
	----- g nutriente / kg de matéria seca raízes-----					
Sem adubação	10,84 b*	0,84 <sup>ns</sup>	11,39 <sup>ns</sup>	11,34 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>ns</sup>	0,83 a**
2 kg de cama de aviário	8,49 b	0,83	16,75	8,56	2,53	0,43 b
2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	9,90 b	0,75	15,89	9,55	2,73	0,51 b
4 kg de cama de aviário	15,63 a	0,89	17,82	12,66	3,16	0,32 b
4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	9,93 b	0,92	15,66	9,44	2,77	0,40 b
C.V. (%)	23,19	25,14	24,69	25,27	10,91	32,03

\*\*; \* e <sup>ns</sup> - Significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente. As médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Student Newman-Keuls.

<sup>1</sup>Dado transformado

Considerando-se a eficiência de transporte como a capacidade da planta em transportar os nutrientes das raízes para a parte aérea, verificou-se que somente para o P houve diferença entre os tratamentos, sendo o tratamento 4 kg de cama de aviário + 2 kg pó de basalto foi inferior aos demais tratamentos (Tabela 5).

**Tabela 5-** Eficiência de transporte de macronutrientes pela pereira cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 1.190 dias após o plantio.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- % -----					
Sem adubação	67,76 <sup>ns</sup>	68,07 a*	59,66 <sup>ns</sup>	40,70 <sup>ns</sup>	47,76 <sup>ns</sup>	61,61 <sup>ns</sup>
2 kg de cama de aviário	71,21	63,35 a	66,97	56,98	55,54	58,93
2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	69,32	66,82 a	66,96	54,87	54,64	77,13
4 kg de cama de aviário	64,70	72,48 a	68,00	40,11	59,52	74,27
4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	66,48	52,47 b	57,59	43,35	53,21	38,31
C.V. (%)	15,96	10,99	14,83	17,96	13,99	32,82

\* e <sup>ns</sup> - Significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente. As médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Student Newman-Keuls.

Para a eficiência de utilização, os elementos N, P, K, Ca e Mg não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, o S apresentou diferença entre os tratamentos, sendo o tratamento 4 kg de cama de aviário superior aos demais (Tabela 6).

**Tabela 6-** Eficiência de utilização de macronutrientes pela pereira cultivar Cascatense sobre ‘CP’, em função de doses de cama de aviário e pó de basalto aos 1.190 dias após o plantio.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S <sup>1</sup>
	----- (matéria seca) <sup>2</sup> kg/ g nutriente acumulado -----					
Sem adubação	0,61 <sup>ns</sup>	8,26 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	3,39 b
2 kg de cama de aviário	1,00	10,92	0,51	0,95	3,16	6,63 b
2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	1,25	14,73	0,73	1,22	4,07	6,59 b
4 kg de cama de aviário	0,65	11,20	0,56	0,88	3,17	12,02 a
4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto	0,62	7,37	0,41	0,64	2,21	6,04 b
C.V. (%)	63,41	53,62	47,25	56,77	48,66	48,69

\* e <sup>ns</sup> - Significativo a 1% e a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente. As médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Student Newman-Keuls.

<sup>1</sup>Dados transformados.

## Recomendação

A exigência em nutrientes pelas plantas de pereira pode ser determinada utilizando as informações sobre a produtividade e os nutrientes alocados nas partes permanentes (raízes, tronco e ramos). Além da quantidade de nutrientes requeridos para a produção dos frutos, a análise do solo e a análise foliar devem ser aliadas para um ajuste fino das necessidades da cultura.

Segundo Malavolta (1980), as exigências mínimas de macronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por pereiras durante seu ciclo anual com uma produtividade média de  $40 \text{ t ha}^{-1}$  são: N ( $22 \text{ kg ha}^{-1}$ ), P ( $2 \text{ kg ha}^{-1}$ ), S ( $1,4 \text{ kg ha}^{-1}$ ), K ( $40 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Ca ( $4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e Mg ( $1,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ). De acordo com Verlindo et al. (2014), ao estudarem a demanda nutricional durante um ciclo de pereiras ‘Cascatense’ enxertadas sobre ‘CP’, com densidade de  $2.500 \text{ plantas ha}^{-1}$  e produtividade média de  $10,8 \text{ t ha}^{-1}$ , encontraram as seguintes exigências mínimas de macronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): N ( $24,02 \text{ kg ha}^{-1}$ ), P ( $3,33 \text{ kg ha}^{-1}$ ), K ( $20,67 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Ca ( $8,76 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Mg ( $3,00 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e S ( $2,72 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Nessas condições, a demanda de macronutrientes da cultivar Cascatense, entre todos os tratamentos, com densidade de  $6.667 \text{ plantas ha}^{-1}$ , aos 1.190 dias após o plantio, são: N ( $21,33 \text{ kg ha}^{-1}$ ), P ( $1,64 \text{ kg ha}^{-1}$ ), K ( $30,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Ca ( $20,05 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Mg ( $5,64 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e S ( $0,59$ ).

## 3.4 CONCLUSÕES

A produção de massa seca da pereira ‘Cascatense’ difere durante as épocas avaliadas, sofrendo influência da adubação.

A distribuição dos nutrientes na planta varia em função da adubação.

Aos 1.190 dias após o plantio, o tratamento sem adubação apresentou a maior quantidade extraída de S e o tratamento 2 kg de cama de aviário a maior quantidade de Cu.

A maior quantidade de P, K, Ca, Fe e B ocorreu no tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto e a maior quantidade de N, Mg, Mn e Zn no tratamento 4 kg de cama de aviário.

O tratamento 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentou a menor eficiência de transporte.

Os resultados apresentados permitem inferir que há diferença na demanda nutricional e na alocação de nutrientes pelas partes permanentes da pereira quando submetida a diferentes adubações.

### 3.5 REFERÊNCIAS

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.

CENTELLAS-QUEZADA, A.; NAKASU, B.H.; HERTER, F.G. (Ed.). **Pera: produção**. Brasília: Embrapa, 2003. 105 p. (Frutas do Brasil, 46).

EPTAIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Tradução Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Editora Planta, 86p. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESSES, 1993, Lincoln. **Proceedings....**Lincoln: University of Nebraska, 1993. p.142-159.

**FAO** – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

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

**IBRAF** - Instituto Brasileiro de Frutas. Frutas frescas – Importação. Disponível em: [http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo\\_das\\_Exportações\\_Brasileiras\\_de\\_Frutas\\_frescas\\_2012-2013.pdf](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo_das_Exportações_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2012-2013.pdf). Acesso em: 10 dez. 2014.

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

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

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

LI, B.; McKEAND; ALLEN, H. L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science**, Amsterdam, v.37, n.2, p.613-626, 1991.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2ed. Piracicaba: POTAFÓS, 319 p. 1997.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: ed. Agronômica Ceres Ltda. 254p. 1980.

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

MARTNEZ. H.E.P.; NOVAIS, R. F.; SACRAMENTO, L.V.S. RODRIGUES, L.A. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo: II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p. 239-244, 1993.

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.

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.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407p.

RAMOS, M.J.M.; MONNERAT, P.H., PINHO, L.G. da R., SILV, J.A. da. Deficiência de macronutriente e de boro em abacaxizeiro 'Imperial': composição mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.261-271, 2011.

ROBISON, T.L. High Density Pear Production: An Opportunity for NY Growers. **New York State Horticultural Society**, New York, v.18, n.4, p. 5-10, 2010.

ROSSETO, R. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRI- EMBRAPA. **Extração e exportação**. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fkch7tf302wyiv80sq98yqb30ndaq.html>>. Acesso em: 15jan. 2016.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, n.3, p.289-302, 1981.

SILVA, F. de A.S. **ASSISTAT**-versão 7.6 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 20 nov.2015.

SÉKULA, C.R. **Características químicas do solo e produção de grandes culturas com rochagem e biofertilizantes**. 61f. Dissertação de Mestrado- Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2011.

SORRENTI, G.; ROMBOLÀ, A.D. La fertilizzazione del pero nella frutticoltura sostenibile. **Italus Hortus**, v. 13, p.45-50. 2006.

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

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

SOUZA, H.A. de; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; NATALE, W. Efeitos de diferentes tipos de poda nos teores de nutrientes em flores e frutos de goiabeira. **IDESIA**, Chile, v.30, n.2, p.45-51, 2012.

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, Alexandria, v.17, p.1687-1699, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, Porto Alegre: Artmed, 820p. 2009.

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 Horticulturae**, Leiden, n. 564, p. 41-49, 2001.

VERLINDO, A.; BOTELHO, R. V.; KAWAKAMI, J. SATO, A.J.; CALGARO, F.; ROMBOLÀ, A.D.; MARCHI, T. Exportation and immobilization of nutrients by pear trees from the cultivars Cascatense and Tenra. **Current Agricultural Science and Tecnology**, n. 20, p.36-43, 2014.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

Após avaliar as diferentes combinações de fontes de nutrientes, o tratamento 4 kg de cama de aviário por planta na cova de plantio e em cobertura propiciou o melhor resultado quanto ao estado nutricional foliar para a pereira ‘Cascatense’, com bases nos teores adequados para a cultura.

Aos 1.190 dias após o plantio, o tratamento 2 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto apresentou taxas elevadas de extração para os seguintes nutrientes: P, K, Ca, Fe e B. Na mesma época destaca-se a testemunha com maior extração de S. Para o N, Mg, Mn e Zn confirmou-se o tratamento 4 kg de cama de aviário. O Cu foi o único elemento destaque no tratamento 4 kg de cama de aviário + 2 kg de pó de basalto.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados deste estudo não devem ser extrapolados para áreas fora da região estudada, pois poderia acarretar em incompatibilidade de dados pela influência de fatores externos. Mais estudos sobre influência de resíduos minerais, compostos orgânico e esterco animal devem ser realizados para confirmar os resultados obtidos nesse estudo.

Outras cultivares devem ser avaliadas na região, porém outros experimentos com as cultivares adaptadas devem ser tomados como base.

Avaliação de produção, que não foi possível neste trabalho, também deve ser realizada.

Na utilização de 4 kg de cama de aviário ou superior, a aplicação em cobertura poderia ser parcelada, que evitar crescimento vegetativo excessivo, melhor distribuição e utilização do esterco.

A utilização de pó de basalto como fertilizante, apesar de apresentar bom teor nutricional para a pereira, apresenta como desvantagem o tempo insuficiente para a liberação de nutrientes. O fertilizante cama de aviário apresenta maior solubilidade, sendo mais adequado para as necessidade nutricionais da planta.