

## COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

**EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS RAMOS FRUTÍFEROS DE CAQUIZEIRO CULTIVAR GIOMBO DURANTE UM CICLO DE PRODUÇÃO<sup>1</sup>**

HIDEAKI WILSON TAKAHASHI<sup>2</sup>, INÊS CRISTINA DE BATISTA FONSECA<sup>3</sup>,  
ALEXANDRE TAKAHASHI<sup>4</sup>

**RESUMO** – A literatura brasileira apresenta poucos dados para subsidiar a recomendação de adubação para a cultura do caqui, portanto o objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de massa seca e macronutrientes nos órgãos que compõem o ramo produtivo, ao longo dos estádios fenológicos da cultura de caqui cultivar Giombo e quantificar as necessidades de nutrientes para a produção. O estudo foi realizado em pomar localizado no município de Faxinal-PR, e as amostragens de ramos frutíferos foram iniciadas três semanas após o início da brotação, repetidas a cada três semanas, durante 45 semanas. Foram realizadas análises químicas dos materiais coletados e determinada a extração de nutrientes ao longo do estágio de desenvolvimento. O total de macronutrientes exportados pela colheita dos frutos foram: 25,47; 5,72; 51,53; 6,76; 2,79 e 5,09, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S em kg por ha, para produtividade de 27,7 toneladas por ha de fruto, e os exportados pela retirada de ramos podados para fora do pomar, por questões fitossanitárias, foram: 2,1; 0,3; 1,1; 5,8; 0,5 e 0,4 kg de N, P, K, Ca, Mg e S em kg por ha.

**Termos para indexação:** adubação, *Diospyros kaki* L., acumulação.

**NUTRIENTS UPTAKE BY FRUITFUL BRANCHES OF PERSIMMON CV. GIOMBO IN ONE CYCLE OF PRODUCTION**

**ABSTRACT** - There is no information supporting fertilization for persimmon crop as far as the Brazilian literature is concerned. Therefore, the goal of this paper was to study the accumulation of dry mass and micronutrient in organs that compounds the productive branch, during phenological growth stages of persimmon cv. Giombo, and to quantify the nutrient requirement for production. The study was carried out in an orchard located in Faxinal-PR. The spacing between plants was 6 x 7 meters. The sampling of fruiting branches started three weeks after budding had begun and this procedure was repeated after every three weeks during 45 weeks. Chemical analyses of the samples were performed and nutrients extractions during phenological growth stages were determinate. The total of macronutrients removed by fruit harvest was 25.47; 5.72; 51.53; 6.76; 2.79 and 5.09 kg per hectare, respectively for N, P, K, Ca, Mg and S. The nutrient extraction by pruning branches for phytosanitary control was 2.1; 0.3; 1.1; 5.8; 0.5 and 0.4 kg per hectare of N, P, K, Ca, Mg and S. The productivity was 27.7 ton of fruits per hectare.

**Index terms:** *Diospyros kaki* L., nutrient accumulation, fertilization.

<sup>1</sup>(Trabalho 048-09). Recebido em: 18-02-2009. Recebido em: 18-01-2010.

<sup>2</sup>Eng. Agr., Prof.Dr. do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-Pr, hwilson@uel.br

<sup>3</sup>Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Profa. Dra. do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-Pr, inescbf@uel.br

<sup>4</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina-Pr, Alexandre\_tk@hotmail.com

Para as culturas que possuem pouco estudo de recomendação de adubação, como é o caso do caquizeiro, conhecer a concentração e a extração de nutrientes ao longo dos estádios de desenvolvimento pelos seus órgãos podem auxiliar no estabelecimento de dosagem de nutrientes para adubação. Em geral, aceita-se eficiência de aproveitamento de 55% para N, 25% para  $P_2O_5$  e 70% para  $K_2O$  (Vitti et al., 2004) do fertilizante aplicado, e conhecendo a extração de nutrientes pela cultura, pode-se estimar a dosagem a aplicar. Faixas de concentrações de macronutrientes em folhas de caqui cultivar Fuyu, amostrados de 44 pomares comerciais com produtividade variando entre 14,8 e 43 toneladas por ha, por três safras sucessivas, dois meses antes da colheita, em folhas provenientes de ramos não frutíferos obtidos por Sato et al. (1954), citado por George et al. (1995), no Japão, foram: 22,2-31,5; 1,1-1,6; 14,7- 38,6; 9,2-27,8 e 2,2-7,7 respectivamente, para N, P, K, Ca e Mg.

Clark & Smith (1990a), na Nova Zelândia, obtiveram em folhas de caqui "Fuyu", de duas safras sucessivas, em pomar com cinco a seis anos de idade, concentrações de 14,5-26,1; 0,9-1,6; 21,5-39,6; 13,0-33,9; 2,5-5,2 e 1,9-4,2, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S. A partir dos resultados, é possível observar a concentração semelhante para os nutrientes N, P, K e Ca apesar de avaliados em regiões diferentes.

Clark & Smith (1990b) observaram a extração pelos frutos de 17,7; 4,8; 49,8; 3,6; 1,7 e 2,9 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, com destaque para K e N exportados na colheita em maiores quantidades, e sugerem reposição por meio de adubação química, orgânica ou, para o N, a possibilidade de reposição com plantio de leguminosas nas entrelinhas. Neste estudo, verificaram que a acumulação de nutrientes nos frutos e folhas estava associada com o aumento na matéria seca. O Ca no fruto foi uma exceção, com acúmulo durante o desenvolvimento inicial, e com 12 semanas após polinização, aproximadamente 88% do conteúdo adquirido, enquanto nesse período somente 35% da massa seca haviam sido acumulados.

No caquizeiro, anualmente, é formado o ramo produtivo originado de uma gema, portanto toda a acumulação de matéria seca desses órgãos é constituída de tecidos formados no mesmo ano agrícola (Kitagawa & Glucina, 1984).

O objetivo do trabalho foi estudar a acumulação de macronutrientes no ramo produtivo, em diferentes estádios fenológicos do caquizeiro "Giombo", e quantificar as necessidades para a produção.

O estudo foi realizado em pomar comercial de caqui cultivar Giombo com dez anos de idade, localizado nas coordenadas geográficas 23°57'04" S e 51°12'29" W, município de Faxinal-PR, com espaçamento de 6x7 metros. As coletas dos ramos frutíferos foram realizadas três semanas após o início da brotação e repetidas a cada três semanas, por 45 semanas. A área experimental foi formada por cinco blocos e 15 épocas de coleta, perfazendo 75 árvores. Cada árvore foi considerada uma parcela experimental e, em cada amostragem, foram coletados 10 ramos frutíferos. Após a coleta, os ramos foram acondicionados em sacos de papel e encaminhados para o Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Os ramos foram separados em folhas, botões florais ou frutos e caule. Foram realizadas as determinações da massa fresca, diâmetro e comprimento do fruto e do caule. Foram lavadas em água corrente e água deionizada. Posteriormente, as amostras foram postas a secar até massa constante, em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura a  $60 \pm 2^\circ C$ . Após esses procedimentos, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e acondicionadas em sacos de polipropileno com 0,1 mm de espessura, 7 cm de largura e 10 cm de altura. As análises químicas dos macronutrientes das amostras foram realizadas segundo Malavolta et al. (1997).

A unidade utilizada para o acúmulo de macronutrientes foi mg do elemento por ramo e obtida pela multiplicação da massa seca de cada órgão pelo teor do elemento. Os cálculos referentes à extração de nutrientes foram realizados levando em consideração o espaçamento e média de 235 ramos produtivos por planta. O número de ramos obtido pela contagem em cinco plantas por bloco apresentavam, em média, 11,4 folhas, 3,4 frutos e caule com 24 cm de comprimento. A estimativa de remoção de nutrientes pela poda foi calculada através de pesagens dos ramos podados e análise química dos tecidos.

O acúmulo de massa seca pelo caule (Figura 1) permaneceu praticamente constante durante três semanas do início da brotação, e pela folha durante nove semanas, enquanto nos frutos teve um crescimento acentuado a partir da 12ª semana, atingindo o máximo 36 semanas após o início da brotação. Constatou-se que a massa seca média do caule de ramo frutífero foi de 5,02 g, seguido pelas folhas com 10,42 g por ramo e pelos frutos com 113,44 g por ramo. Quando extrapolado para o número de ramos e árvores por ha, tem-se, respectivamente: 582,79; 280,77 e 6344,70 quilogramas de massa seca de folhas, caules e frutos nos ramos frutíferos.

O acúmulo de matéria seca pelos frutos, entre a 12ª e a 36ª semana após a brotação, foi contínua e ascendente. Do início da brotação até a 12ª semana, foi muito pequeno o crescimento de frutos em massa seca. Na 39ª semana após a brotação, ocorreu decréscimo da massa seca em relação à 36ª semana, indicando que houve retorno da reserva acumulada nos frutos para outras partes da planta, e os frutos apresentavam leve murchamento. Em países com condições climáticas diferentes, essa evolução da matéria seca ao longo do estágio fenológico diferiam em alguns aspectos. Medições da massa fresca e diâmetro durante o crescimento realizado por Kitagawa & Glucina (1984) indicaram que o desenvolvimento de frutos de caqui ocorreu em três fases, tendo dois picos, o primeiro entre 10-12 semanas após polinização e o outro em torno de 18 semanas, e entre os dois picos com crescimento menos pronunciado. Clark & Smith (1988) mostraram que a relação entre o tempo e o acúmulo de massa seca de fruto tende a ser quadrática, com aproximadamente 40% de massa seca do fruto acumulado no período de seis semanas precedente à colheita. Isso contrasta com os dados de acúmulo de massa seca de outras espécies frutíferas onde o padrão de acúmulo sazonal é linear ou incrementa durante os estádios de desenvolvimento, diminuindo com o tempo (Clark et al., 1989). Esse contínuo e vertiginoso acúmulo de carboidratos nos frutos reproduz, para aqueles elementos que não acompanham a mesma taxa de fluxo para esse órgão, o fenômeno denominado efeito de diluição (Smith, 1962).

Na Figura 2, observa-se que o acúmulo de N nas folhas de ramos produtivos é ascendente até a nona semana após a brotação, seguida de pequena variação entre a nona e a 30ª semana, e queda até o final do ciclo. Essa queda é seguida pelo aumento no acúmulo de N nos frutos e no caule 33 semanas após brotação. As folhas continham 15-16 g/kg de N em trabalho realizado no Japão, na fase intermediária de crescimento do fruto, diminuindo constantemente até o final do ciclo, e, nos frutos, o teor de N atingiu 15.9 g/kg na fase de início de intenso crescimento e, em seguida, caiu (Fukui et al., 1999).

Na Tabela 1, é possível verificar que o N é o segundo elemento mais exportado pela colheita e pelos ramos podados, totalizando 27,54 kg de N por ha. Não é desprezível o N contido nas folhas de ramos produtivos que retornam ao solo no final de cada ciclo, com total de 5,10 kg de N por ha. O desafio para uma adubação nitrogenada visando a alta produtividade é obter, no final do ciclo, maior acúmulo de nutrientes nos ramos produtivos, sem prejudicar a qualidade dos frutos e alavancar, na fase

de brotação de novos ramos, quantidade suficiente de N, principalmente na forma de aminoácidos. Neste estudo, caules de ramos produtivos acumularam 2,0 kg de N por ha, proporcionalmente menor em relação ao total de 27,54 kg de N por ha acumulado pelos ramos produtivos, e isso mostra que o N absorvido se redistribuiu para diversos órgãos da planta. Um aumento de dose aplicada de N não significa que enriquecerá os ramos remanescentes na planta que alavancará a próxima safra.

O acúmulo de fósforo pelos órgãos que compõem o ramo frutífero iniciou aumento após a décima segunda semana da brotação, acompanhando aumento de massa seca pelos frutos, e isso foi observado também nos estudos de Clark & Smith (1990b). O acúmulo deste nutriente nas folhas e no caule teve comportamento semelhante ao longo dos estádios de desenvolvimento, com aumento da quantidade acumulada no início do ciclo e mantendo-se no restante do período constante e sempre superior nas folhas, porém quantitativamente menor, quando comparado ao acúmulo nos frutos (Tabela 1). O total de P exportado da área de produção pela colheita dos frutos e retirado de ramos podados anualmente totalizou somente 6,1 kg de P por ha, mostrando que esse nutriente, em contraste com o N e o K, é pouco exportado, e a queda das folhas recicla somente 0,62 kg de P por ha, representando aproximadamente 10% do total.

O K constituiu o macronutriente absorvido em maior quantidade pelos ramos produtivos de caquizeiro – total de 66,8 kg de K por ha – e também o mais exportado pela colheita, totalizando 51,53 kg de K por ha nos frutos (Tabela 1). Analisando a curva de acúmulo deste nutriente, ao longo do ciclo de desenvolvimento pelos frutos (Figura 4), observou-se crescimento semelhante ao da curva de acúmulo de matéria seca, somente diferindo no período compreendido entre a 24ª e 30ª semana. O conteúdo total de K pelos caules variou muito pouco ao longo do ciclo (Figura 4), mostrando que funcionou somente como duto para passagem de K para os frutos. Fukui et al. (1999), em experimento com o caqui cultivar Nishimurawase, no Japão, verificaram que o conteúdo de K nas folhas possuía alto teor no verão, porém, após esse período, esse conteúdo declinou, e nos ramos e troncos foi constante e baixo ao longo do ano. A quantidade de 13,02 kg de K reciclado pela queda de folhas de ramos produtivos representou, em média, 25% do total acumulado por esses órgãos, e isso é significativo, levando em consideração que esse elemento foi trazido de locais distantes da planta para área de projeção da copa que ocupa, nesse pomar estudado,

aproximadamente, em média, um terço do total.

As curvas de acúmulo de Ca e Mg pelos órgãos constituintes de ramos produtivos ao longo do ciclo de desenvolvimento são semelhantes no tocante ao formato da curva, no entanto, em grandeza de extração, o primeiro supera em 5 a 6 vezes, dependendo do estágio fenológico (Figuras 5 e 6). Ambos os nutrientes são acumulados em maior quantidade pelas folhas, o Ca acumulando próximo de 400 mg, em média, pelas folhas de ramo produtivo, e o Mg, em torno de 60 mg. O Ca e o Mg acumularam proporcionalmente maiores quantidades nas folhas, em média, 400 e 60 mg, respectivamente.

O acúmulo de matéria seca, comparado ao de Ca nos frutos, mostrou que, na 39ª semana após a brotação, foi aproximadamente 6 vezes maior, significando que houve pronunciado efeito de diluição do Ca no fruto, resultando em baixo teor desse elemento na colheita. Para Ca no fruto, Clark & Smith (1990b) verificaram que houve significativo acúmulo durante o desenvolvimento inicial e, com 12 semanas após a polinização, aproximadamente 88% do conteúdo final tinha sido adquirido, enquanto somente 35% da massa seca acumulou no mesmo período.

Com exceção do curto período de seis semanas após a antese, a concentração de Ca e Mg aumentou nas folhas, ou seja, padrão para nutrientes de baixa e média mobilidade (Leece & Gilmore, 1974). Esse padrão foi similar ao encontrado para caquizeiro na Nova Zelândia (Clark & Smith, 1990a) e Japão (Sato et al., 1952) citado por George et al. (1995).

Em estudos na Nova Zelândia, Clark & Smith (1990b) demonstraram que mais de 80% da necessidade de Ca pelos frutos podem ser absorvidos durante os três primeiros meses após a antese, um período que eles consideraram crucial para absorção de Ca pelos frutos. Os mesmos autores constataram também que, para os elementos incluindo K, P e S, houve relação linear entre o elemento e a acumulação de massa seca ao longo do crescimento, sendo isso normalmente um indicativo de nutriente carregado via floema. Observaram também que aproximadamente 80% dos requerimentos de Ca do fruto foram obtidos durante a primeira fase de crescimento, quando o suprimento pelo xilema foi predominante, portanto um período crucial, influenciando na qualidade do fruto. Segundo Tromp (1975), a tendência para acumulação de Ca durante a fase inicial de desenvolvimento do fruto não foi uma característica para todas as culturas e pode ser afetada pelos fatores do ambiente, relacionados com o suprimento de água para a planta. Outras

frutíferas que mostram esse fenômeno são maçã, kiwi e tamarindo (Clark & Smith, 1988; Clark et al., 1989). Nos resultados desse trabalho, observa-se que o Ca acumulou nas folhas, em maior quantidade, pela facilidade de caminhar pelo xilema, órgão que detém maior superfície de transpiração. Clark & Smith (1990b) mostraram que a quantidade de cada nutriente aumentou continuamente ao longo do desenvolvimento do fruto em ambas as safras, para vários elementos (B, K, Mg, N, P e S) e com correlação linear entre a produção de matéria seca e a quantidade acumulada. Esses autores observaram ainda que, para os elementos como Ca, Mn e Zn, essa correlação foi fraca, fato semelhante aos resultados obtidos neste trabalho em relação ao Ca.

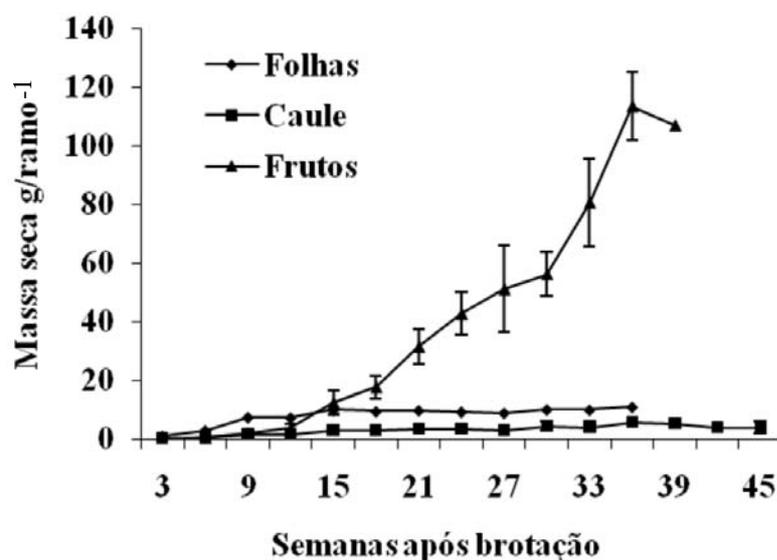
Com a senescência das folhas no início de inverno, depositaram sob a projeção da copa, 21,80 kg de Ca por ha, aproximadamente 58% do total absorvido por esse órgão. Em contraste, o acúmulo de Ca pelos frutos foi pequeno pela falta de caminhar para órgãos de baixo fluxo transpiratório, trazendo com isso preocupação quanto a sua deficiência e a má-formação dos tecidos do fruto, como é conhecido para a cultura da maçã o distúrbio fisiológico denominado "bitter pit" (Bangerth, 1979).

O acúmulo de enxofre assemelha-se ao N, com maior percentual de participação pela folha até a 24ª semana após a brotação, e a partir deste período superado pelo fruto, devido ao aumento da matéria seca. Comportando de forma semelhante ao N, o S diminuiu o total acumulado de 40 mg pelas folhas de ramos produtivos para cerca de 20 mg ao final do ciclo, mostrando a transferência do elemento das folhas para o fruto. Com exceção do Ca e do Mg, todos os outros macronutrientes estudados apresentaram menor conteúdo ao final do ciclo.

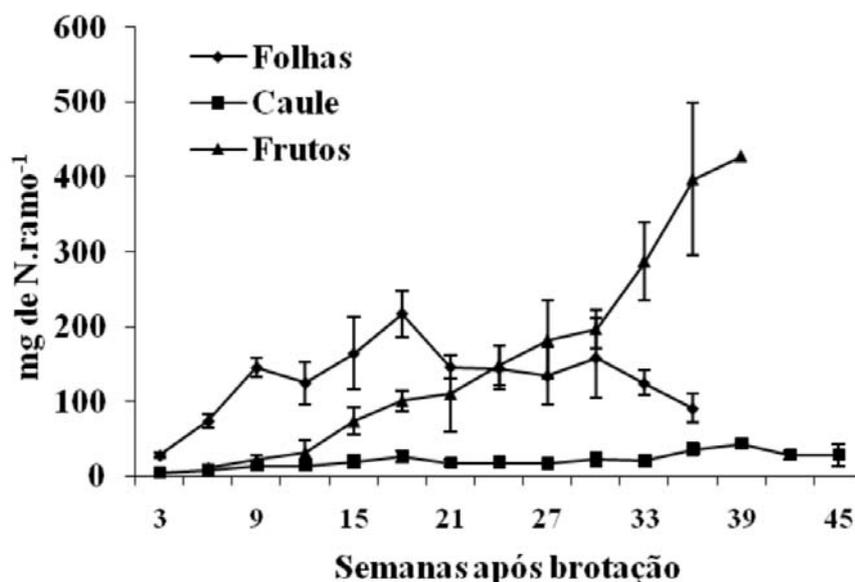
Na Tabela 1, é apresentado o total de macronutrientes exportados pela colheita dos frutos que foram 25,47; 5,72; 51,53; 6,76; 2,79 e 5,09 em kg por ha, respectivamente, para N, P, K, Ca, Mg e S para produtividade de 27,7 toneladas por ha de fruto. Comparando com a remoção de nutrientes na colheita de caquizeiro, na Nova Zelândia, com produtividade de 25 toneladas por ha, obtidas por Clark & Smith (1990b), que foram 17,7; 4,8; 49,8; 3,6; 1,7 e 2,9 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, os resultados para N, P e K foram semelhantes, diferindo Mg e S que, no estudo, foram maiores. Considerando-se a média de eficiência de aproveitamento 55% para N, 25% para  $P_2O_5$  e 70% para  $K_2O$  (Vitti et al., 2004), estima-se a necessidade de adição anual para essas condições de produção de 63; 28 e 95 kg de N, P e K ou 63; 64 e 114 kg de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  por ha por ano, somente para atender à demanda dos ramos produtivos.

vos. Para o Ca e Mg, uma correção de saturação por bases, em torno de 60% com o calcário dolomítico, garante o fornecimento, e o S nessa quantidade de 5 a 6 kg por ha, por ano, pode ser suprido pelo S contido no fertilizante superfosfato simples ou no sulfato de amônio.

Levando em consideração a exportação pela colheita de macronutrientes primários obtidos neste estudo, conclui-se que é semelhante aos encontrados na literatura.



**FIGURA 1** - Acúmulo de massa seca em g por órgãos que compõem o ramo produtivo de caqui, cultivar Giombo, ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio-padrão).



**FIGURA 2** - Acúmulo de N em mg por órgãos que compõem o ramo produtivo de caqui, cultivar Giombo, ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio-padrão).

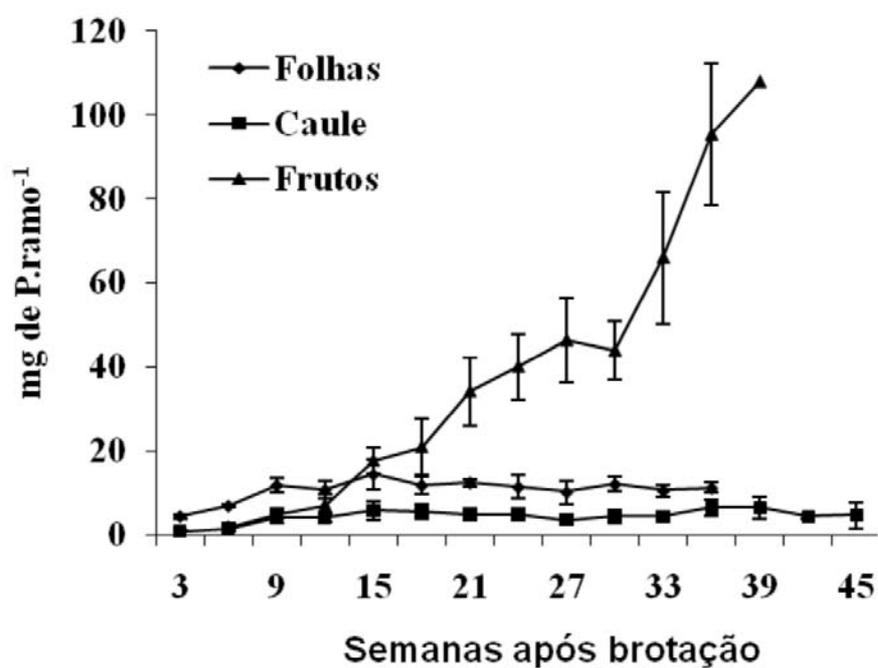


FIGURA 3 - Acúmulo de P em mg por órgãos que compõem o ramo produtivo de caquizeiro, cultivar Giombo, ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio-padrão).

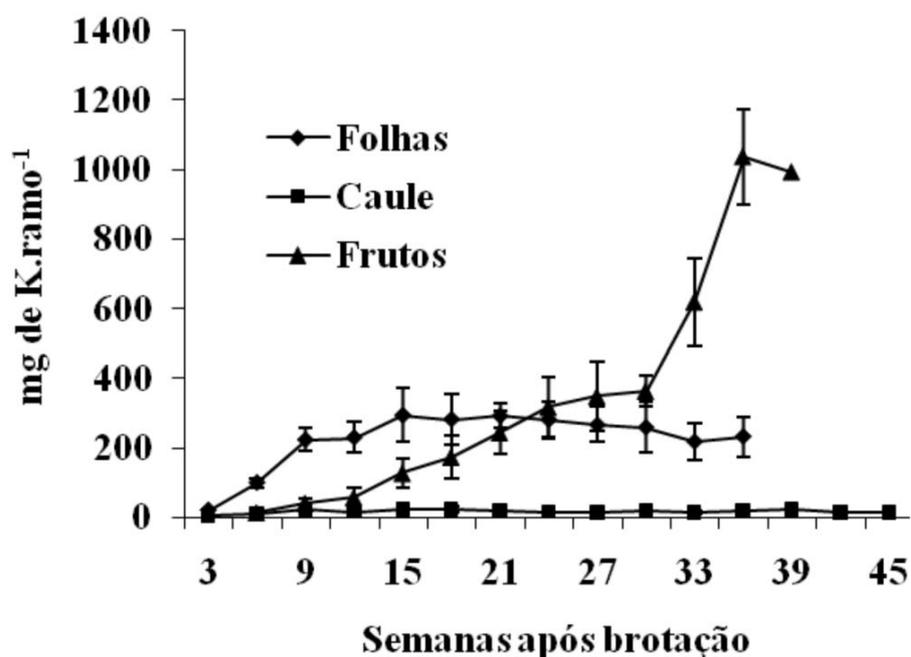


FIGURA 4 - Acúmulo de K em mg por órgãos que compõem o ramo produtivo de caquizeiro, cultivar Giombo, ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio-padrão).

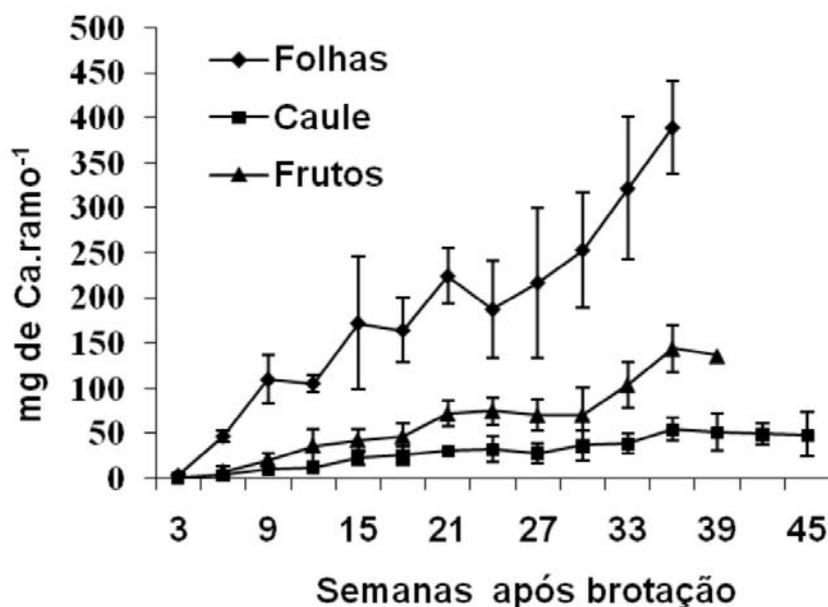


FIGURA 5- Acúmulo de Ca em mg por órgãos que compõem o ramo produtivo de caquizeiro, cultivar Giombo, ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio-padrão).

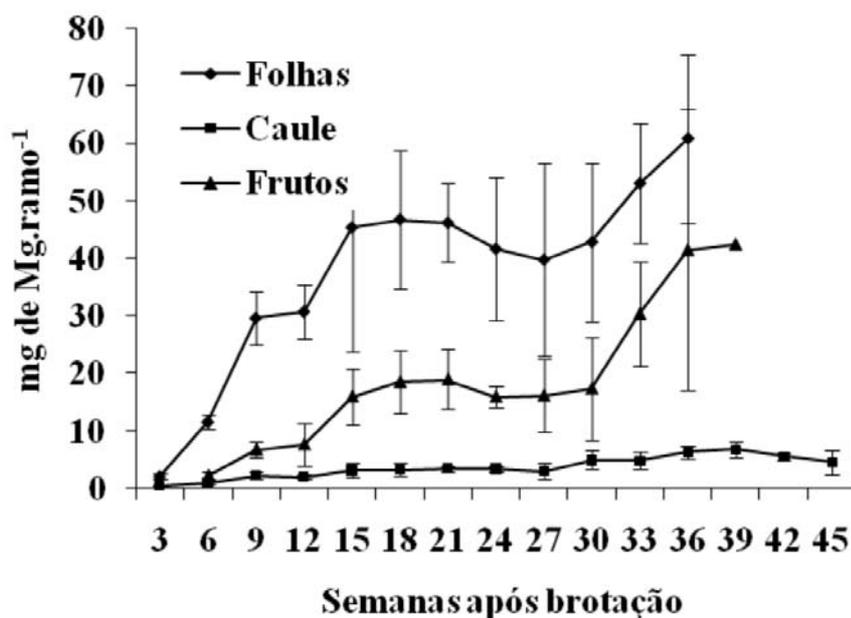
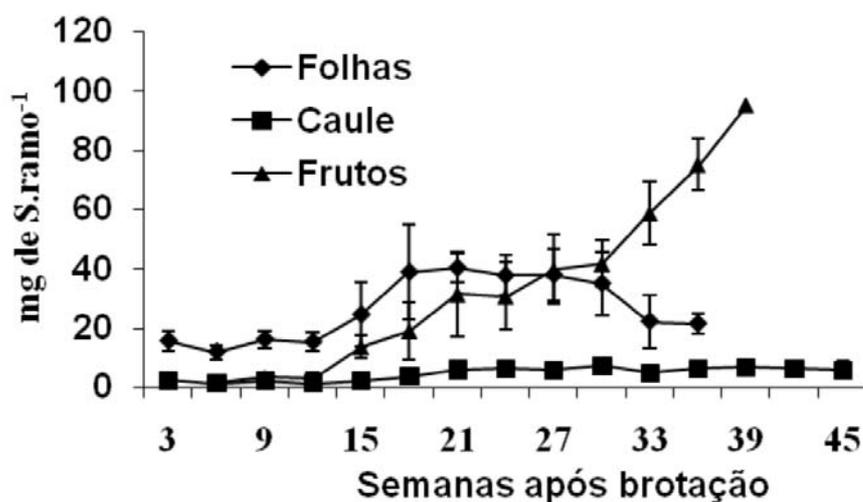


FIGURA 6- Acúmulo de Mg em mg por órgãos que compõem o ramo produtivo de caquizeiro, cultivar Giombo, ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio-padrão).



**FIGURA 7** - Acúmulo de S em mg por órgãos que compõem o ramo produtivo de caquizeiro cultivar Giombo ao longo do estágio fenológico. I- Barra de erro (Desvio -padrão).

**TABELA 1** - Extração de macronutrientes em kg.ha<sup>-1</sup> pelos diversos órgãos que compõem o ramo produtivo de caqui, cultivar Giombo, Faxinal-PR, 2003.

Órgãos	Extração em kg.ha <sup>-1</sup>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Colheita (27,7 t .ha <sup>-1</sup> )	25,5	5,7	51,5	6,8	2,8	5,1
Poda (304 kg ms/ha)	2,1	0,3	1,1	5,8	0,5	0,4
Sub-total exportado	27,5	6,1	52,6	12,6	3,3	5,5
Folhas (582,79 kg ms.ha)	5,1	0,6	13,0	21,8	3,4	1,2
Caules(280,77 kg ms.ha)	2,0	0,4	1,1	3,1	0,4	0,4
Total absorvido	34,7	7,0	66,8	37,4	7,1	7,1

## REFERÊNCIAS

- BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.97-122, 1979.
- CLARK, C.J.; SMITH, G.S. Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit. **New Phytologist**, Cambridge, v.108, p.399-409, 1988.
- CLARK, C.J.; SMITH, G.S. Seasonal changes in the composition, distribution and accumulation of mineral nutrients in persimmon fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, n. 42, p. 99-111, 1990b.
- CLARK, C.J.; SMITH, G.S. Seasonal changes in the mineral nutrient content of persimmon leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, n. 42, p. 85-97, 1990a.
- CLARK, C.J.; SMITH, G.S.; GRAVETT, I.M. Seasonal accumulation of mineral nutrients by tamarillo.II. Fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.40, p.203-213, 1989.
- FUKUI, H.; SUZUKI, Y.; OGAWA, E.; HIRATA, K.; MATSUBARA, Y.; NAKAMURA, M. Nitrogen uptake by three-to four-year-old potted trees of Japanese persimmon 'Nishimurawase'. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, v.68, n.3, p.578-584, 1999. Disponível em: <<http://www.Sciencelinks.jp/j-east/article/200001/000020000199A0923043.php>>, Acesso em: 19 maio 2008.
- GEORGE, A.P.; NISSEN, R.J.; COLLINS, R.J.; HAYDON, G.F. Seasonal leaf nutrient patterns and standard leaf nutrient levels for non-astringent persimmon in subtropical Australia. **Journal of Horticultural Science**, Asford, n. 70, v. 5, p. 807-816, 1995.
- KITAGAWA, H.; GLUCINA, P.G. **Persimmon culture in New Zealand**. Wellington: Sipc, 1984. p.73.
- LEECE, D.R.; GILMOUR, A.R. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 2. Seasonal changes in the leaf composition of peach. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, n. 14, p. 822-827, 1974.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- SMITH, P.F. Mineral analysis of plant tissues. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.13, p.81-108, 1962.
- TROMP, J. The effect of temperature on growth and mineral nutrition of fruits of apple, with special reference to calcium. **Physiologia Plantarum**, v.33, n.1, p.87-93, 1975. Disponível em: <<http://www.blackwellsynergy.com/doi/abs/10.1111/j.13993054.1975.tb03771.x>>. Acesso em: 20 maio 2008.
- VITTI, G.C.; WIT, A.; FERNANDES, B.E.P. Eficiência agrônômica dos termofosfatos e fosfatos alternativos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2004, p.689-724.