

Acúmulo de macro e micronutrientes nas inflorescências e frutos da lichieira ‘Bengal’

Macro and micronutrients accumulation in inflorescences and fruits of the litchi ‘Bengal’

Luiz Carlos Chamhum Salomão¹ Dalmo Lopes de Siqueira² Marcio Eduardo Canto Pereira³
Paulo Roberto Gomes Pereira²

RESUMO

Estudou-se o acúmulo de macro e micronutrientes durante o desenvolvimento da inflorescência e do fruto da lichieira ‘Bengal’. Inflorescências e frutos foram colhidos quinzenal ou semanalmente, sendo os frutos separados das inflorescências a partir de 35 dias após a antese e em pericarpo, semente e arilo a partir de 77 dias após a antese. Os macro e micronutrientes foram avaliados em cada componente. O acúmulo dos macro e micronutrientes estudados na inflorescência e no fruto da lichieira ‘Bengal’ seguiu, basicamente, os respectivos padrões de acúmulo de matéria seca nestes órgãos. N e K foram os nutrientes presentes em maior quantidade na inflorescência/haste floral. Aos 112 dias após a antese, época da colheita comercial dos frutos, o arilo foi o maior responsável pelo acúmulo de K (58,6%), P (56,3%), N (43%), S (36,7%) e Cu (43,5%). No pericarpo, observaram-se os maiores conteúdos de Ca (75,6%), Fe (71,1%), Mg (47,4%) e Mn (58,1%) e, na semente, verificou-se o maior percentual de Zn (34,3%). A ordem de exportação de nutrientes pelos frutos aos 112 dias após a antese foi a seguinte: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu.

Palavras-chave: nutrição mineral da lichia, acúmulo de matéria seca, exportação de nutrientes.

ABSTRACT

The accumulation of macro and micronutrients during ‘Bengal’ litchi panicle and fruit development was studied. Panicle and fruits were sampled every one or two weeks. Fruits were separated from panicles since 35 days after anthesis and in pericarp, aril and seed since 77 days after anthesis. Macro and micronutrients were analyzed in each component. The accumulation of macro and micronutrients in panicle and fruit followed, basically, the respective patterns of dry matter

accumulation in these organs. The greatest amounts of N and K were found in the panicle. At 112 days after anthesis, the aril was the main local for K (58,6%), P (56,3%), N (43%), S (36,7%) and Cu (43,5%) accumulation. The highest fractions of Ca (75,6%), Fe (71,1%), Mg (47,4%) and Mn (58,1%) were observed in the pericarp and, in the seed, the highest fraction of Zn (34,3%). The order of nutrients exported by fruits at 112 days after anthesis was: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu.

Key words: litchi mineral nutrition, dry matter accumulation, nutrients exportation.

INTRODUÇÃO

A lichia é um fruto cuja comercialização internacional tem apresentado significativo crescimento nos últimos anos devido ao excelente sabor e aroma de sua parte comestível, o arilo (MENZEL & SIMPSON, 1994). Vários trabalhos informam a variação na concentração de nutrientes nas folhas da lichieira (MENZEL et al., 1988; MENZEL et al., 1992; KOTUR & SINGH, 1993), mas não há relatos da variação em frutos e nas suas partes. Com a verificação da variação temporal de macronutrientes, pode-se obter informações sobre a redistribuição e reciclagem de nutrientes (PICCHIONI et al., 1997) e exportação de nutrientes pelos frutos (BELFORT, 1985; SOUZA, 1992), que são importantes para otimizar programas de adubação.

¹Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: lsalomao@ufv.br - Autor para correspondência.

²Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa, MG, Brasil.

³Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil.

Este trabalho teve por objetivo verificar a variação temporal de macro e micronutrientes em lichias (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivar 'Bengal' para a obtenção de informações que auxiliem na compreensão da dinâmica dos nutrientes na planta, visando à melhor utilização da espécie para fins comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 1997/1998, em área da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais (21°07'S, 42°57'W, 651m de altitude), onde se encontram lichieiras da cultivar Bengal. O referido pomar foi implantado em 1984.

Foram selecionadas dez plantas visualmente homogêneas e nelas foram identificadas e marcadas, em julho de 1997, as gemas reprodutivas em início de brotação. Foram utilizadas plantas que apresentavam mais de 80% de suas brotações do tipo reprodutivo, com lançamento de inflorescências. Cinco ramos em brotação foram coletados aleatoriamente entre as dez plantas selecionadas, formando uma amostra composta. Foram feitas coletas a partir de julho de 1997, de 14 em 14 dias até a visualização dos primeiros frutos, que ocorreu no 28º dia após a antese e, a partir daí, de sete em sete dias até a colheita dos frutos.

A partir do 35º dia após a antese, as inflorescências foram separadas em hastes florais e frutos. Estes foram analisados por inteiro até o 70º dia após a antese e, posteriormente, foram separados em pericarpo, arilo e semente a partir do 77º dia após a antese, quando estavam suficientemente desenvolvidos para a individualização de suas partes.

As inflorescências e os frutos de cada amostra composta foram pesados em balança eletrônica semi-analítica para a determinação da massa da matéria fresca. A seguir, foram acondicionados em sacos de papel, secos em estufa com circulação de ar forçada a 65-70°C até massa constante (72 horas), submetidos à temperatura ambiente por 4h e novamente pesados para a determinação da massa da matéria seca. A matéria seca foi moída em moinho Wiley com peneira de 40 mesh, homogeneizada e armazenada em sacos de papel devidamente identificados para posterior análise.

Três subamostras do material seco e moído foram separadas, levadas à estufa de circulação de ar forçada por alguns minutos, pesadas adequadamente e submetidas à digestão sulfúrica para a determinação de nitrogênio (N) pelo método colorimétrico de Nessler

(JACKSON, 1958) e à digestão nítrico-perclórica para os seguintes elementos: fósforo (P), pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974); potássio (K), por fotometria de chama; cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn), por espectrofotometria de absorção atômica, segundo AOAC (1975); e enxofre (S), por turbidimetria (JACKSON, 1958). Os resultados foram comparados pela média das três subamostras. Os gráficos apresentados neste trabalho correspondem aos valores médios por unidade de inflorescência e de fruto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência da inflorescência ocorreu em julho, a abertura floral em setembro e o ponto de colheita comercial do fruto maduro (casca completamente avermelhada) ao final de dezembro, aos 112 dias após a antese. Estas datas estão em acordo com as fases do desenvolvimento fenológico da lichieira no hemisfério sul, apresentadas por MENZEL & SIMPSON (1994).

A inflorescência apresentou um crescimento lento até meados de agosto, seguido por um rápido acúmulo de matéria seca até 14 de setembro, devido à sua expansão e à antese (Figura 1). O máximo acúmulo de matéria seca da inflorescência coincidiu com o período de maior abertura das flores, que, de acordo com ROBBERTSE et al. (1995), é a época onde se pode encontrar o maior número de flores funcionalmente femininas abertas. A partir dessa data, ocorre rápida redução da matéria seca devido à intensa queda de flores e frutos em início de desenvolvimento, até estabilizar-se em torno de 2,6 g. MENZEL & SIMPSON (1994) relatam que as inflorescências são bem ramificadas e podem conter mais de 3.000 flores. MENZEL & SIMPSON (1988) observaram de 17 a 43% de flores funcionalmente femininas em cinco cultivares de lichia, sendo que apenas 2,1 a 19,5% dessas flores produziram fruto. Embora não tenha sido feito ajuste matemático, o padrão de crescimento do fruto parece ser do tipo sigmoidal duplo (Figura 1).

De maneira geral, os acúmulos de macro e micronutrientes na inflorescência e no fruto seguiram os respectivos padrões de acúmulo de matéria seca. Na inflorescência, os maiores conteúdos de macro (Figura 2) e micronutrientes (Figura 3) ocorreram duas semanas após a antese, coincidindo com o pico de matéria seca deste órgão. Destacam-se os elementos N e K, cujos conteúdos na inflorescência superaram os dos demais nutrientes.

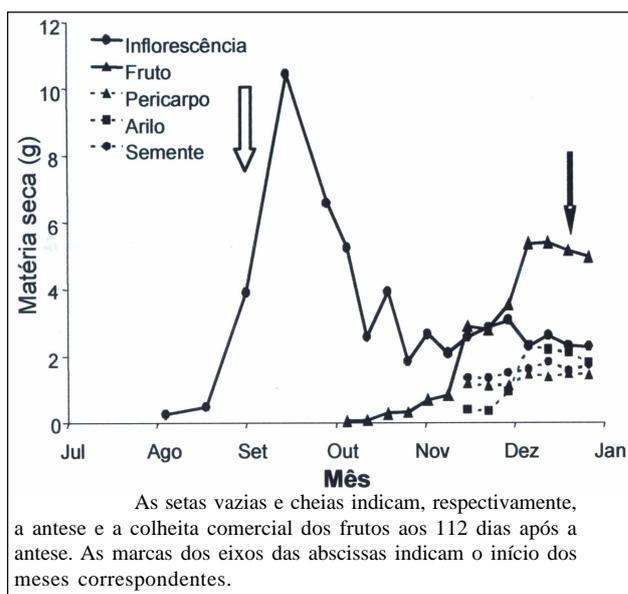


Figura 1 - Matéria seca da inflorescência/ haste floral, do fruto inteiro, do pericarpo, do arilo e da semente da lichieira 'Bengal'.

O padrão de acúmulo de N no fruto (Figura 2) assemelhou-se ao padrão de acúmulo de matéria seca (Figura 1). O arilo foi o local de maior acúmulo deste nutriente. No pericarpo, houve decréscimo do conteúdo de N durante o mês de dezembro de 1997, provavelmente em função da perda da capacidade fotossintética do fruto pela destruição de clorofilas (UNDERHILL & CRITCHLEY, 1992), visto que grande parte desse mineral está associado às proteínas do aparato fotossintético (MARSCHNER, 1995). Tal como no arilo, a redução de N do pericarpo pode ter sido provocada pelo reaproveitamento deste nutriente em outras partes da planta. Redução no conteúdo de N também foi verificado por SOUZA (1992) na casca de jaboticaba, na fase final de desenvolvimento do fruto.

O acúmulo de P, K, Ca, Mg e S no fruto foi contínuo até a colheita. P e K acumularam predominantemente no arilo (Figura 2). Este componente foi responsável por 56,3% do P no fruto, aos 112 dias após a antese, a semente por 30,0% e o pericarpo por 13,7%. A grande proporção de P na semente pode estar associada à presença de fitina, composto tido como reserva de P para a germinação (MENGEL & KIRKBY, 1987). Para o K, 58,6% estava no arilo, enquanto pericarpo e semente permaneceram com valores próximos a 20%. O K foi o nutriente predominante no fruto (Figura 4A). PAULL et al. (1984) observaram o mesmo comportamento para a cultivar Groff. Verifica-se que o K também predomina na polpa

de outros frutos: melão (BELFORT, 1985), acerola (ALVES et al., 1990), jaboticaba (SOUZA, 1992) e manga (RAYMOND et al., 1998). A predominância de K no arilo reflete a atividade desse nutriente na regulação da turgescência e no acúmulo efetivo de solutos, afetando, assim, o crescimento do fruto como um todo, bem como os diversos aspectos relacionados à maturação e qualidade.

O pericarpo foi o local de maior acúmulo de Ca e Mg, representando 80,4% do Ca e 47,4% do Mg do fruto (Figura 2). Em lichia, NACIF (1997) verificou a existência de uma hipoderme lignificada no pericarpo, formada de braquiesclereídeos, constituindo a região pétreo que confere rigidez e dureza ao fruto. Braquiesclereídeos são células do tecido esclerenquimático, que consiste de elementos de parede celular espessa. A presença destas células parece ser responsável pelo alto conteúdo de Ca, uma vez que este elemento confere resistência mecânica e firmeza aos tecidos associando-se a substâncias pécticas na lamela média da parede celular (MARSCHNER, 1995).

Além da provável participação do Mg na pigmentação verde do fruto, SOUZA (1992) observou acúmulo de Mg na casca de jaboticabas até próximo do final do ciclo do fruto e sugeriu que esse comportamento esteja relacionado ao acúmulo de antocianinas, uma vez que esse mineral, segundo GOODWIN & MERCER (1983), está associado a alterações na cor desses pigmentos. A lichia 'Brewster' acumula antocianinas na casca até os 100 dias após a antese, quando começa a ser degradada rapidamente (NACIF, 1997).

O aumento do conteúdo de Ca e Mg no pericarpo, aos 119 dias após a antese, pode estar relacionado com a senescência do fruto. A lichia, embora seja um fruto não-climatérico, pode apresentar aumento na respiração do fruto em estádios senescentes (REVATHY & NARASIMHAM, 1997). O aumento da respiração aumentaria a perda de água do fruto (KAYS, 1991), favorecendo o aumento do conteúdo de Ca, cujo acúmulo nos órgãos vegetais é dependente da corrente transpiratória (MARSCHNER, 1995).

O S foi o macroelemento encontrado em menor quantidade no fruto (Figuras 2 e 4A). Destaca-se o conteúdo encontrado na semente, quando comparado àqueles encontrados no arilo e no pericarpo. Na semente, a concentração de S (resultados não mostrados) apresentou tendência crescente, atingindo valor superior aos do pericarpo e do arilo, sugerindo um aumento de aminoácidos ou proteínas

sulfuradas na semente, visto que também foi observada tendência de teores crescentes de N na semente.

O acúmulo de Fe no fruto é influenciado principalmente pelo pericarpo (Figura 3). Esta observação pode estar relacionada com a participação do Fe nas reações de transferência de elétrons da fotossíntese e da respiração (SALISBURY & ROSS, 1992), uma vez que o pericarpo da lichia é fotossintetizante enquanto verde (UNDERHILL e CRITCHLEY, 1992). O Fe também participa de enzimas como catalases e peroxidases, fazendo parte do grupo prostético "heme" (MARSCHNER, 1995). Com o desenvolvimento do fruto, ocorre a síntese de antocianinas paralelamente à degradação das clorofilas, tornando-se estas últimas os principais pigmentos do pericarpo maduro (UNDERHILL & CRITCHLEY, 1992). A degradação das antocianinas é um dos processos que ocorrem durante a senescência do fruto e envolve a ação de peroxidases, levando ao escurecimento do pericarpo (JIANG & FU, 1999). O aumento do Fe também pode estar relacionado com a degradação das membranas das células do pericarpo. Na senescência, ocorre a degradação de lipídeos, gerando uma série de radicais livres de alto poder oxidante, aumentando a atividade da peroxidase (BROWN et al., 1991).

Destaca-se o acúmulo de Cu na semente em relação às outras partes, a contínua redução dos valores obtidos para o pericarpo e a ascensão pronunciada do acúmulo de Cu no arilo, durante o mês de dezembro (Figura 3). O Cu está envolvido na oxidação de fenóis, produzindo quinonas que formam compostos marrom-escuros pela polimerização quando o tecido onde se encontram é cortado e exposto ao ar (MENGEL & KIRKBY, 1987; KAYS, 1991). Isto pode estar relacionado com a alta concentração de Cu e o rápido escurecimento da semente verificado por NACIF (1997). A redução da concentração de Cu no pericarpo pode ser devida à degradação dos cloroplastos. Segundo BERGMANN (1992), 70% do Cu das folhas situa-se nestas organelas, agindo, provavelmente, como estabilizador contra a degeneração. No arilo, o aumento do conteúdo de Cu sugere que este elemento esteja envolvido na degradação de compostos fenólicos. O arilo foi o local de maior acúmulo de Cu e Zn no fruto.

O pericarpo foi o local de maior acúmulo de Mn no fruto (Figura 3), provavelmente pelo fato do Mn estar relacionado com a pigmentação do fruto. O Mn, participante ativo da fotossíntese (MARSCHNER, 1995), tem importante papel na manutenção da atividade fotossintética do fruto. Na cultivar Brewster, o fruto é

verde até aproximadamente 90 dias após a antese (LEDHAM, 1994). Em jaboticaba, SOUZA (1992) verificou o decréscimo da concentração e conteúdo de Mn paralelo à rápida redução nos níveis de clorofila.

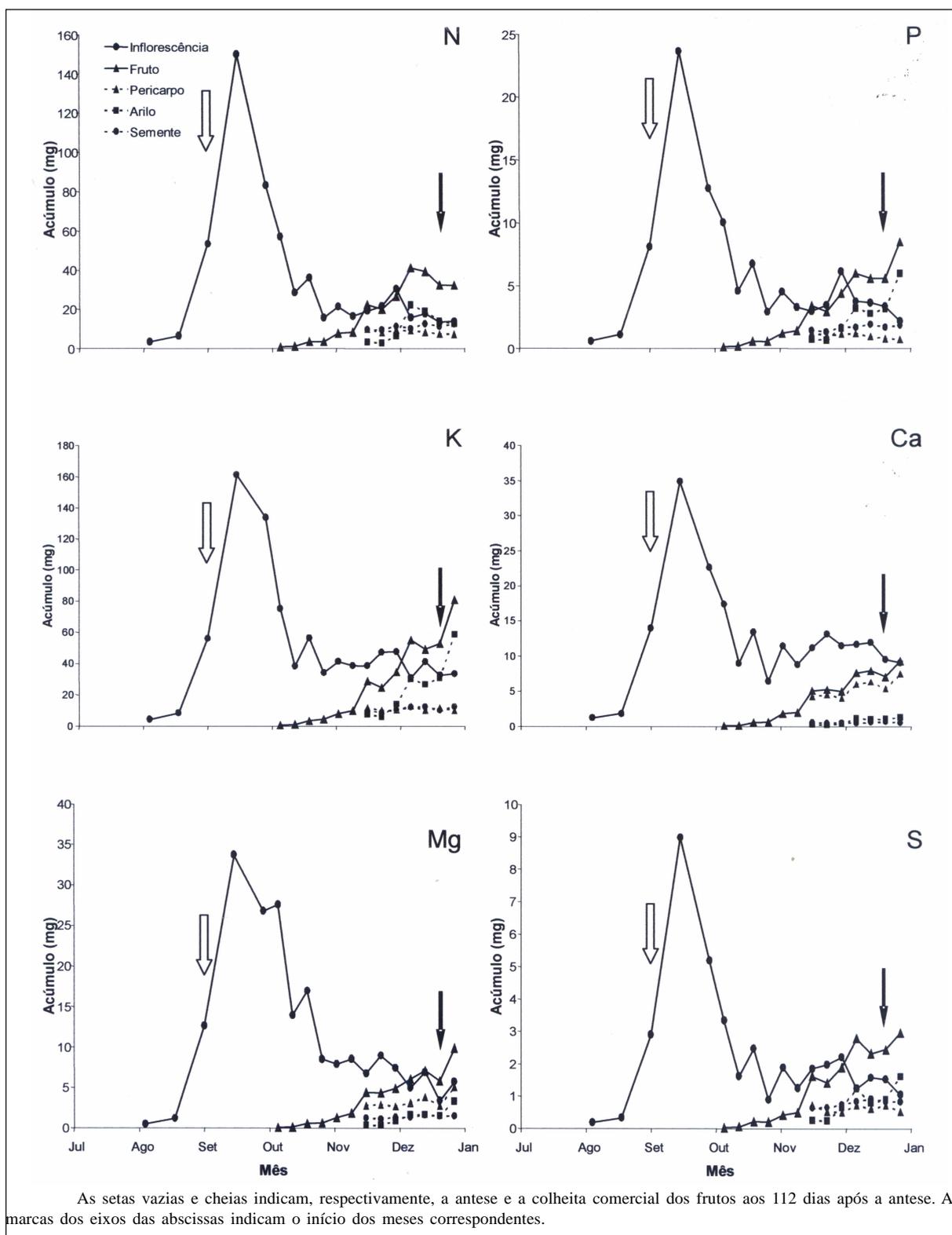
No mês de dezembro, a redução de Mn observada no pericarpo reforça o quadro de senescência sugerido. O Mn, por ser um elemento imóvel, não deveria apresentar valores decrescentes, porém, no caso da senescência, quando há desorganização dos tecidos, até mesmo elementos imóveis poderiam ser reaproveitados, tal como acontece em folhas senescentes de algumas espécies (PICCHIONI et al., 1997). Este reaproveitamento é favorecido pela intensa ramificação do sistema vascular por todo o pericarpo (NACIF, 1997).

Paralelamente à senescência do pericarpo, ocorre a degradação das antocianinas do fruto, que é refletida pela intensa atividade de peroxidase (LEDHAM, 1994). A redução de Mn no pericarpo também pode ter favorecido a ação dessas enzimas, uma vez que uma das características da deficiência de Mn nos tecidos é o aumento que ocorre na atividade de peroxidase (MENGEL & KIRKBY, 1987).

Aos 112 dias após a antese, data em que o fruto completou o seu desenvolvimento, o arilo foi o maior responsável pelo acúmulo de: K (58,6%), P (56,3%), N (43%), S (36,7%) e Cu (43,5%). No pericarpo, observaram-se os maiores conteúdos de Ca (75,6%), Fe (71,1%), Mg (47,4%) e Mn (58,1%). Na semente, verificou-se o maior percentual de Zn (34,3%).

A ordem de exportação de macronutrientes pelo fruto (Figura 4A), em kg/ton fruto fresco, foi a seguinte: K (2,53) > N (1,56) > Ca (0,34) > Mg (0,28) > P (0,27) > S (0,12). Resultados semelhantes foram relatados por MENZEL et al. (1988). Os valores mostraram-se superiores aos observados para jaboticaba (SOUZA, 1992), com destaque para o Ca. A lichia 'Brewster' apresentou valores de exportação semelhantes aos do melão 'Valenciano Amarelo', destacando-se novamente o Ca (BELFORT, 1985).

Para cada 100g de arilo fresco, a parte comestível do fruto, observou-se, em mg, a seguinte ordem de exportação (Figura 4B): K (255,8) > N (115,6) > P (26,0) > Mg (12,8) > Ca (8,7) > S (7,4). Confrontando-se os valores observados com os apresentados por SALUNKHE e DESAI (1986a), verifica-se que a lichia "Bengal" é rica em K e P, contendo-os em quantidade superior às do pêssego, da laranja, da uva, da maçã e



As setas vazias e cheias indicam, respectivamente, a antese e a colheita comercial dos frutos aos 112 dias após a antese. As marcas dos eixos das abscissas indicam o início dos meses correspondentes.

Figura 2 - Acúmulo de macronutrientes na inflorescência/haste floral, no fruto inteiro, no pericarpo, no arilo e na semente da lichieira “Bengal”.

do morango. O conteúdo de P em lichia foi comparável ao da banana, no entanto, a lichia é pobre em Ca, considerando-se as necessidades nutricionais humanas.

A ordem de exportação de micronutrientes (Figura 4B), em g/ton fruto fresco, aos 112 dias após a antese, foi a seguinte: Fe (8,248) > Mn (7,620) > Zn (4,434) > Cu (2,512). Os valores obtidos são superiores aos observados para o melão (BELFORT, 1985) e, com exceção do Fe, para a jaboticaba (SOUZA, 1992). Para cada 100g de arilo fresco, verificou-se, em mg, a seguinte ordem decrescente de exportação (Figura 4B): Zn (0,312) > Cu (0,189) > Fe (0,165) > Mn (0,098). Conforme salientado por SALUNKHE & DESAI (1986b), a lichia é um fruto pobre em Fe. Neste trabalho,

o cultivar Brewster apresentou baixas quantidades desse nutriente quando comparado ao pêssego, à laranja, à uva, à maçã, ao morango, à melancia, à pêra e à banana (SALUNKHE e DESAI, 1986a).

CONCLUSÕES

O acúmulo dos macro e micronutrientes estudados na inflorescência e no fruto da lichieira “Bengal” seguiu, basicamente, os respectivos padrões de acúmulo de matéria seca nestes órgãos. Nitrogênio e potássio são os nutrientes presentes em maior quantidade na inflorescência/haste floral. No fruto, aos 112 dias após a antese, época de sua colheita comercial, o arilo foi o maior responsável pelo acúmulo de K (58,6%), P (56,3%), N (43%), S (36,7%) e Cu (43,5%). No

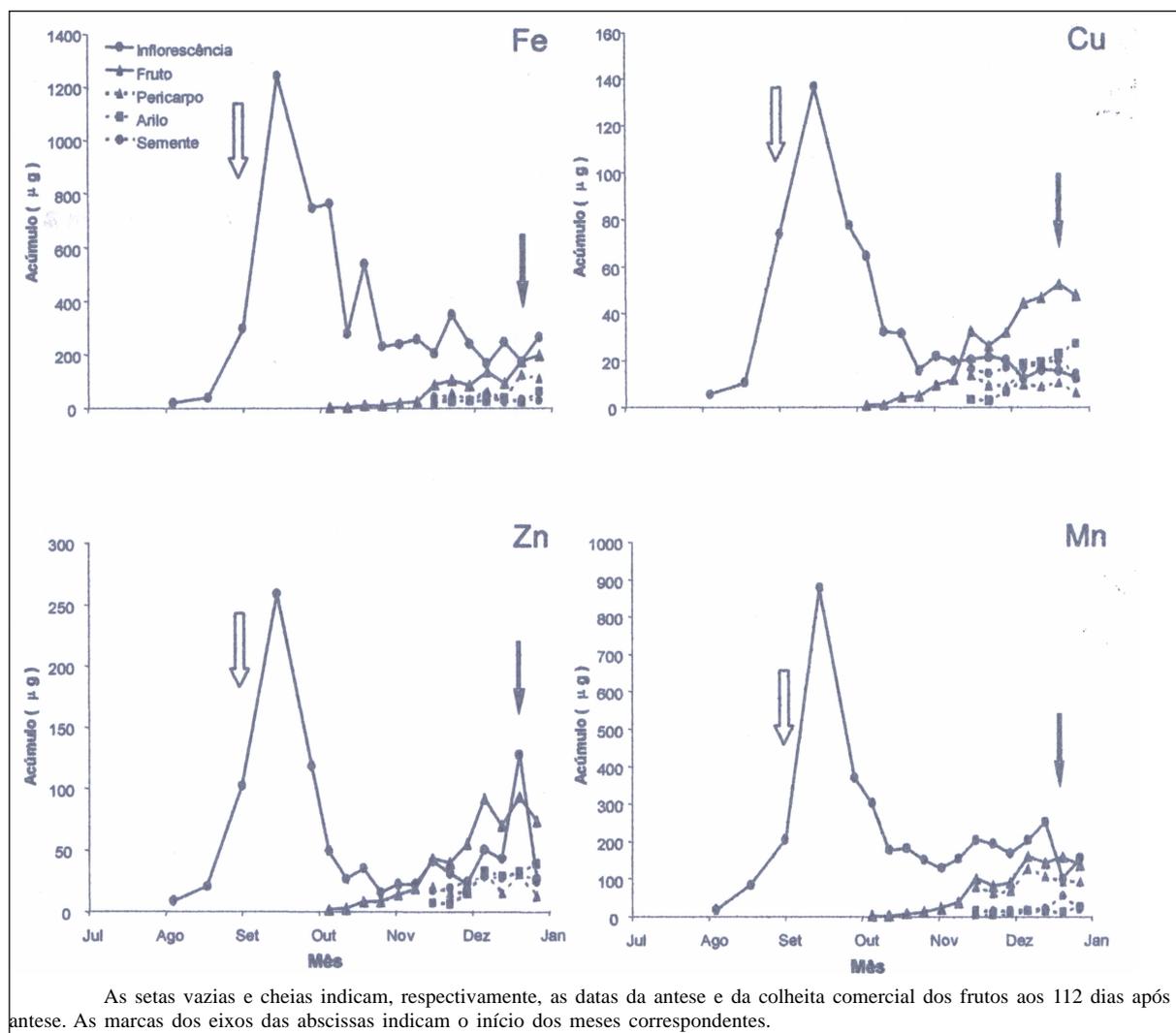


Figura 3 - Acúmulo de micronutrientes na inflorescência/haste floral, no fruto inteiro, no pericarpo, no arilo e na semente da lichieira “Bengal”.

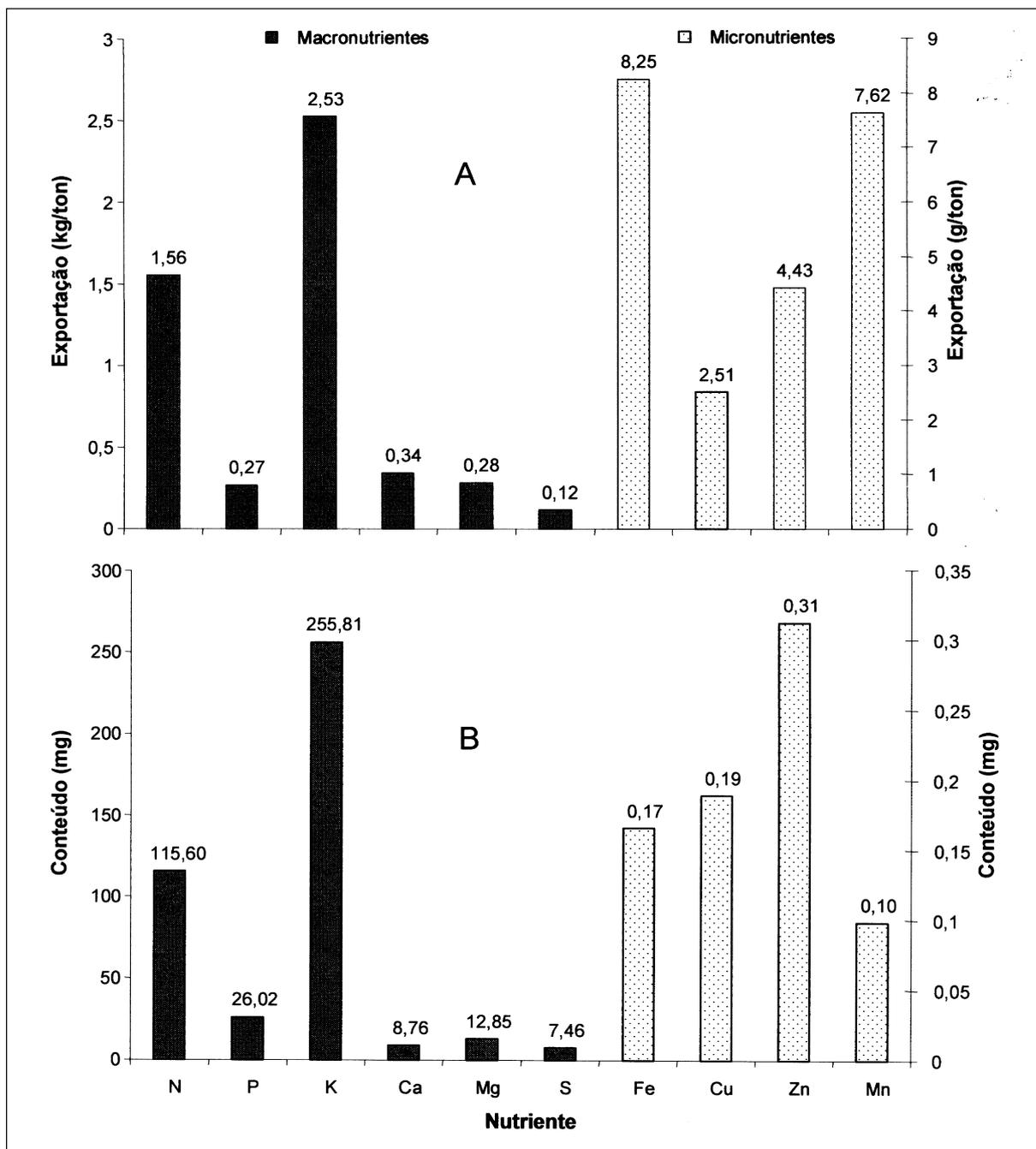


Figura 4 - (A) Exportação de macro e micronutrientes analisados no fruto fresco da lichieira 'Bengal' aos 112 dias após a antese. (B) Conteúdo dos macro e micronutrientes analisados no arilo fresco do fruto da lichieira 'Bengal' aos 112 dias após a antese.

pericarpo, observaram-se os maiores conteúdos de Ca (75,6%), Fe (71,1%), Mg (47,4%) e Mn (58,1%) e, na semente, verificou-se o maior percentual de Zn (34,3%). A ordem de exportação de nutrientes pelos frutos aos 112 dias após a antese foi a seguinte: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.E. et al. Contribuição ao estudo da cultura da acerola. II - Teores de nutrientes em plantas antes da frutificação e em seus frutos por ocasião da colheita. *Agropecuária Técnica*, v.11, n.1/2, p.64-75, 1990.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington DC, 1975. 1094p.
- BELFORD, C.C. **Acumulação de matéria seca e recrutamento de nutrientes em melão (*Cucumis melo* L. cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em latossolo vermelho amarelo em Presidente Venceslau – SP**. 1985. 72f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis**. New York: Gustav Fischer, 1992. 741p.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, v.21, n.113, p.73-85, 1974.
- BROWN, J.H. et al. Physiological mechanisms of plant senescence. In: STEWARD, F.C.; BIDWELL, R.G.S. (Eds). **Plant physiology, a treatise**. Volume X: Growth and Development. San Diego, California: Academic, 1991. p.227-275.
- GOODWIN, T.W.; MERCER, E.I. **Introduction to plant biochemistry**. Oxford: Pergamon, 1983. 677p.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1958. 458p.
- JIANG, Y.M.; FU, J.R. Biochemical and physiological changes involved in browning of litchi fruit caused by water loss. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.74, n.1, p.43-46, 1999.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, 1991. 532p.
- KOTUR, S.C.; SINGH, H.P. Leaf-sampling technique in litchi (*Litchi chinensis*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.63, n.10, p.632-638, 1993.
- LEDHAM, L.R. **Escurecimento pós-colheita da casca e qualidade sensorial de frutos de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.)**. 1994. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic, 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Switzerland: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MENZEL, C.M. et al. A review of existing and proposed new leaf nutrient standards for lychee. **Scientia Horticulturae**, v.49, n.1, p.33-53, 1992.
- MENZEL, C.M. et al. The effect of fruiting status on nutrient composition of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) during the flowering and fruit season. **Journal of Horticultural Science**, v.63, n.3, p.547-556, 1988.
- MENZEL, C.M.; SIMPSON, D.R. Effect of temperature on growth and flowering of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivars. **Journal of Horticultural Science**, v.63, n.2, p.349-360, 1988.
- MENZEL, C.M.; SIMPSON, D.R. Lychee. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Eds). **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton, Florida: CRC, 1994. v.2, p.123-145.
- NACIF, S.R. **Aspectos anatômicos e fisiológicos do desenvolvimento do fruto de *Litchi chinensis* Sonn. cv. Brewster (lichia – SAPINDACEAE)**. 1997. 89f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista.
- PAULL, R.E. et al. Litchi growth and compositional changes during fruit development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.109, n.6, p.817-821, 1984.
- PICCHIONI, G.A. et al. Macronutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: magnitude and seasonal patterns at the whole-canopy level. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.122, n.2, p.267-274, 1997.
- RAYMOND, L. et al. Internal breakdown, mineral element concentration, and weight of mango fruit. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.5, p.871-889, 1998.
- REVATHY, J.; NARASIMHAM, P. Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit: influence of pre- and post-harvest factors on storage life and quality for export trade – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v.34, n.1, p.1-19, 1997.
- ROBBERTSE, H. et al. A reevaluation of tree model, inflorescence morphology, and sex ratio in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.120, n.6, p.914-920, 1995.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4.ed. Belmont, California: Wadsworth, 1992. 682p.
- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton, Florida: CRC, 1986a. V.1, 168p.
- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton, Florida: CRC, 1986b. V.2, 147p.
- SOUZA, R.B. **Acúmulo e distribuição de minerais no fruto de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg cv. Sabará) em desenvolvimento**. 1992. 69f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa.
- UNDERHILL, S.J.R.; CRITCHLEY, C. The physiology and anatomy of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during fruit development. **Journal of Horticultural Science**, v.67, n.4, p.437-444, 1992.
Viçosa, MG, Brasil.
³Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil.