

ROSILEYDE GONÇALVES SIQUEIRA

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM BUCHA
VEGETAL (*Luffa cylindrica*)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S618c
2007

Siqueira, Rosileyde Gonçalves, 1975-
Crescimento e acúmulo de nutrientes em bucha
vegetal (*Luffa cylindrica*) / Rosileyde Gonçalves
Siqueira. – Viçosa, MG, 2007.
xiv, 48f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 46-48.

1. *Luffa cylindrica* - Crescimento. 2. *Luffa cylindrica* -
Nutrição. 3. *Luffa cylindrica* - Produção. 4. Bucha -
(Planta). 5. Cucurbitácea. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.4 64

ROSILEYDE GONÇALVES SIQUEIRA

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM BUCHA
VEGETAL (*Luffa cylindrica*)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA: 23 de julho de 2007.

Prof^ª. Herminia Emilia Prieto Martinez
(Co - Orientadora)

Prof. Paulo Cezar Resende Fontes

Pesq. José Flávio Lopes

Pesq. Marinalva Woods Pedrosa

Prof. Ricardo Henrique Silva Santos
(Orientador)

*“Não se contente em trilhar
um caminho estabelecido.
Ao contrário, vá para onde
não há caminho algum
e deixe seu rastro.”*

Muriel Strode

*Aos meus irmãos
Rômulo e Rosilainy,
Pelo exemplo de força e coragem,
por todo o carinho, amizade e apoio.*

OFEREÇO

*Ao meu pai Pedro (in memoriam)
e a minha mãe Zuleina,
por sempre me ajudarem
na minha formação
profissional e pessoal,
por todo o amor, apoio
e incentivo.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me mostrar a luz nos momentos difíceis e por colocar no meu caminho pessoas maravilhosas quando precisei.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Ricardo Henrique Silva Santos, pela orientação, paciência, pelos ensinamentos transmitidos, e principalmente pela amizade.

À Mara e ao Vicente Madaleno, pela amizade e ajuda prestada no Departamento de Fitotecnia.

Aos meus conselheiros: Prof. Paulo Roberto Cecon e Prof^a. Herminia Emilia Prieto Martinez, pelo apoio e pela instrução na execução do trabalho.

Ao José Flávio Lopes, Marinalva Woods Pedrosa e Prof. Paulo César Resende Fontes, pelas ricas contribuições a este trabalho e pela participação na banca de tese.

A todos os colegas e amigos do Laboratório de Agroecologia, um agradecimento especial por todos os momentos que passamos juntos, pelo convívio, amizade e ajuda incondicional.

Aos funcionários da Horta Velha, por toda dedicação com que me auxiliaram na condução do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Domingos e Tatá, pela amizade e apoio na realização das análises químicas.

À minha cunhada e irmã Joseana, pela amizade, apoio e por acreditar em mim em todos os momentos.

A todos os amigos, pelo apoio incondicional, compreensão e pela dedicação.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada.

BIOGRAFIA

ROSILEYDE GONÇALVES SIQUEIRA, filha de Pedro Antônio Siqueira e Zuleina Gonçalves Siqueira, nasceu em Governador Valadares - MG, em 04 de outubro de 1975.

Em 1998, ingressou na Universidade Federal de Viçosa – UFV, onde graduou-se em Agronomia, obtendo o título em agosto de 2003.

Em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa em julho de 2007.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. Localização e características da área experimental.....	5
2.2. Características do solo.....	5
2.3. Produção de mudas.....	6
2.4. Preparo do solo e instalação do estaleiro.....	6
2.5. Plantio, espaçamento e adubação de base.....	7
2.6. Parcela e delineamento experimental.....	7
2.7. Controle fitossanitário e adubação de cobertura.....	7
2.8. Irrigação e capina.....	8
2.9. Coleta de dados de crescimento.....	8
2.9.1. Massa da matéria seca.....	8
2.9.2. Colheita dos frutos.....	8
2.10. Determinação do teor e quantidade de nutrientes nas plantas.....	9
2.11. Análise estatística dos dados.....	10
3. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	11
3.1. Crescimento.....	11
3.2. Acúmulo de macronutrientes.....	14
3.2.1. Nitrogênio.....	14
3.2.2. Fósforo.....	17
3.2.3. Potássio.....	19
3.2.4. Cálcio.....	22

	Página
3.2.5. Magnésio.....	25
3.2.6. Enxofre.....	28
3.3. Acúmulo de micronutrientes.....	31
3.3.1. Cobre.....	31
3.3.2. Ferro.....	33
3.3.3. Manganês.....	35
3.3.4. Zinco.....	37
3.4. Produção de frutos e exportação de nutrientes.....	39
4. CONCLUSÕES.....	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Acúmulo de massa da matéria seca nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	12
2	Acúmulo de nitrogênio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	15
3	Acúmulo de fósforo nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	18
4	Acúmulo de potássio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	20
5	Acúmulo de cálcio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	23
6	Acúmulo de magnésio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	26
7	Acúmulo de enxofre nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	29
8	Acúmulo de cobre nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	32
9	Acúmulo de ferro nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	34
10	Acúmulo de manganês nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	36
11	Acúmulo de zinco nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.	38
12	Número de frutos colhidos e número de frutos comerciais produzidos por planta.	40
13	Massa seca de frutos colhidos e de frutos comerciais produzidos por planta.	41
14	Exportação de macronutrientes pelos frutos de bucha vegetal ao longo do ciclo.	42
15	Exportação de micronutrientes pelos frutos de bucha vegetal ao longo do ciclo.	44

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Determinação dos teores de nutrientes em frutos de bucha vegetal. Viçosa, 2005.	3
2	Dados climáticos registrados pela Estação Meteorológica de Viçosa, MG, entre outubro de 2005 e julho de 2006.	5
3	Resultados das análises químicas do solo da área experimental, proveniente da camada de 0 – 20 cm.	6
4	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo da matéria seca dos diferentes órgãos da planta, em função de dias após o transplantio.	11
5	Matéria seca acumulada nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	13
6	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de nitrogênio em função de dias após transplantio.	14
7	Nitrogênio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	16
8	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de fósforo em função de dias após transplantio.	17
9	Fósforo acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	18
10	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de potássio em função de dias após transplantio.	19
11	Potássio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	20
12	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de cálcio em função de dias após transplantio.	22
13	Cálcio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	24
14	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de magnésio em função de dias após transplantio.	25
15	Magnésio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	27

		Página
16	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de enxofre em função de dias após transplantio.	28
17	Enxofre acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	30
18	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de cobre em função de dias após transplantio.	31
19	Cobre acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	32
20	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de ferro em função de dias após transplantio.	33
21	Ferro acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	34
22	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de manganês em função de dias após transplantio.	35
23	Manganês acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	36
24	Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de zinco em função de dias após transplantio.	37
25	Zinco acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio.	38
26	Equações de regressão ajustadas para os dados de número de frutos colhidos, massa seca de frutos colhidos, número de frutos comerciais e massa seca de frutos comerciais, em função de dias após transplantio.	39
27	Equações de regressão ajustadas para a exportação de nutrientes pelos frutos em função de dias após transplantio.	42
28	Exportação de macronutrientes pelos frutos, aos 240 dias após o transplantio.	43
29	Exportação de micronutrientes pelos frutos, aos 240 dias após o transplantio.	44

RESUMO

SIQUEIRA, Rosileyde Gonçalves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em bucha vegetal (*Luffa cylindrica*).** Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. Co-Orientadores: Herminia Emilia Prieto Martinez e Paulo Roberto Cecon.

As plantas possuem, em média, 5% de nutrientes minerais na matéria seca, porém as diferenças de acúmulo desses nutrientes são grandes entre espécies e as quantidades totais exigidas por uma cultura dependem da produtividade. Paralelamente, a absorção de nutrientes varia de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, intensificando-se com o florescimento, a formação e o crescimento dos frutos. A análise de crescimento permite avaliar a progressão do acúmulo de massa e nutrientes dos diferentes órgãos da planta. O objetivo do trabalho foi determinar o crescimento e a absorção de nutrientes nos diferentes órgãos de um acesso de *Luffa cylindrica*. Os teores de nutrientes e o acúmulo de massa foram determinados aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após o transplântio (DAT). Cada parcela continha duas plantas e foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, constando de 32 parcelas delimitadas pela área de cada estaleiro. Na data de amostragem, as plantas foram cortadas ao nível do solo, separadas em folhas, caule e ramos e flores e frutos, sendo determinada a massa da matéria fresca. Amostras de cada órgão foram secas em estufa e foi determinada a massa da matéria seca e, em laboratório, os teores de nutrientes. As variáveis foram submetidas à análise de variância e regressão. O ponto de máxima produção total de matéria seca ocorreu aos 231,01 DAT, com um acúmulo de 9,69 kg pl⁻¹. A matéria seca das folhas correspondeu a 14,04%, a matéria seca do caule e ramos a 27,34%, e a matéria seca acumulada pelas flores e frutos foi de 58,51% da matéria seca total. O maior acúmulo de nitrogênio e cálcio ocorreu nas folhas, enquanto que fósforo, potássio, magnésio e enxofre, foram mais acumulados nas flores e frutos. O potássio foi o macronutriente mais absorvido pela planta, seguido pelo nitrogênio, cálcio, fósforo, magnésio e enxofre, nesta ordem. O maior acúmulo de ferro e manganês ocorreu nas folhas, enquanto que cobre e zinco foram mais acumulados nas flores e frutos. Entre os micronutrientes, o ferro foi o mais absorvido pela planta, seguido pelo manganês, cobre e zinco, nesta ordem. Nos frutos comerciais, a média do comprimento

foi de 0,90 m, do diâmetro superior foi de 6,23 cm, do diâmetro médio foi de 8,17 cm, do diâmetro inferior foi de 10,62 cm e a uniformidade de diâmetro foi de 1,30. Aos 240 DAT, os frutos corresponderam a 80,3% da matéria seca total acumulada pela planta. Do total dos nutrientes acumulados na planta ao final do experimento, os frutos exportaram 40,0% do nitrogênio, 54,6% do fósforo, 60,1% do potássio, 25,2% do cálcio, 50,8% do magnésio e 57% do enxofre. O potássio foi o nutriente mais exportado pelos frutos, com um total de 93,76 kg ha⁻¹, seguido pelo nitrogênio com 25,36 kg ha⁻¹, pelo fósforo com 15,46 kg ha⁻¹, pelo cálcio com 13,55 kg ha⁻¹, pelo magnésio com 5,48 kg ha⁻¹ e por último pelo enxofre com 3,54 kg ha⁻¹. O ferro foi o micronutriente mais exportado pelos frutos, com um total de 346,09 g ha⁻¹, seguido pelo zinco com 89,68 g ha⁻¹, pelo manganês com 84,28 g ha⁻¹, e por último pelo cobre com 31,83 g ha⁻¹.

ABSTRACT

SIQUEIRA, Rosileyde Gonçalves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2007.
Growth and nutrient accumulation in sponge gourd (*Luffa cylindrica*).
Adviser: Ricardo Henrique Silva Santos. Co-Advisers: Herminia Emilia Prieto
Martinez and Paulo Roberto Cecon.

Plants present an average of 5% of mineral nutrients in its dry mass, but there are wide differences in nutrient accumulation among species, and the total nutrient amount required by crop depends on its productivity. Besides, the nutrient absorption varies according to plant development stage and it is enhanced by flowering and fruit formation and growth. The plant growth analysis allows the evaluation of the mass and nutrient accumulation progress in different plant organs. The goal of this project was to determine the growth and nutrient absorption in different organs of an access of *Luffa cylindrica*. The nutrient content in plant tissue and mass accumulation were determined at 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days after transplant (DAT). Each plot presented two plants and the experiment was set up in completely randomized design and four repetitions, totalizing 32 plots limited by each trellis area. At each sampling date plants were cut at soil level and separated in leaves, stems and flowers and fruits, and determined the fresh mass. Samples of each plant organ were dried in oven and it was determined the dry mass and its nutrient content. The data was then submitted to analysis of variance and regression analysis. The maximum of total dry mass production occurred at 231.01 DAT, with an accumulation of 9.69 kg pl⁻¹. The leaves dry mass represented 14.04%, the stems dry mass 27.34% and the flowers and fruits accumulated dry mass represented 58.51% of the total aboveground dry mass. Nitrogen and calcium were more accumulated in the leaves, while phosphorus, potassium, magnesium and sulfur were more accumulated in the flowers and fruits. Potassium was the macronutrient more absorbed by the plants, followed by nitrogen, calcium, phosphorus, magnesium and sulfur, in decreasing order. Iron and manganese were more accumulated in the leaves, while copper and zinc were more accumulated in flowers and fruits. Among the micronutrients, iron presented the highest absorption by the plant, followed in decreasing order by manganese, copper and zinc. In commercial fruits, the average length was 0.90 m, the top diameter average was 6.23 cm, the middle diameter average

was 8.17 cm, the average basal diameter was 10.63 cm and the diameter uniformity was 1.30. At 240 DAT the fruits represented 80.3% of the total plant accumulated dry mass. Of the total nutrients accumulated by the plants at the end of the experiment, the fruits exported 40.0% of the nitrogen, 54.6% of the phosphorus, 60,1% of the potassium, 25.2% of the calcium, 50.8% of the magnesium and 57.0% of the sulfur. Potassium was the more exported nutrient by the fruits, presenting 93.77 kg ha⁻¹ of K exported, followed by nitrogen (25.37 kg ha⁻¹), phosphorus (15.46 kg ha⁻¹), calcium (13.55 kg ha⁻¹), magnesium (5.48 kg ha⁻¹) and sulfur (3.54 kg ha⁻¹). Iron (346.09 g ha⁻¹) was the micronutrient more exported by fruits, followed by zinc (89.68 g ha⁻¹), manganese (84.28 g ha⁻¹) and copper (31.83 g ha⁻¹).

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Luffa*, segundo Bisognin (2002), é compreendido por sete espécies, *Luffa quinquefida*, *Luffa operculata*, *Luffa astorii*, *Luffa echinata*, *Luffa acutangula*, *Luffa graveolens* e *Luffa aegyptiaca* (*Luffa cylindrica*). A *Luffa cylindrica* é a espécie mais extensivamente cultivada segundo Heiser & Schilling (1990).

O centro de origem da bucha vegetal é a Ásia, mais possivelmente a Índia (Diaz, 1997; Heiser & Schilling, 1990). Pertencente à família das cucurbitáceas, trata-se de uma planta anual, herbácea, provida de gavinhas axilares, cujo hábito de crescimento é trepador, sendo necessário a condução da cultura em sistema de tutoramento. Possui folhas grandes lobadas e flores masculinas e femininas amarelas. Os frutos constituem-se de bagas, geralmente cilíndricos, grossos e compridos, havendo variações de acordo com os cultivares. De acordo com Ávila (2002), no sudeste do Brasil, seu plantio é realizado em setembro e outubro, coincidindo com o começo das chuvas e aumento da temperatura e sua colheita é realizada de março a maio.

As cucurbitáceas em geral são exigentes em luz e temperatura, sendo que a temperatura apropriada encontra-se entre 20 a 30° C. Nos primeiros estádios de desenvolvimento ocorre um maior requerimento de água, pois suas raízes são superficiais e o armazenamento de água é praticamente nulo. A alta umidade relativa favorece o ataque de doenças, podendo afetar o desenvolvimento e qualidade dos frutos (Silva, 1982).

A fibra do fruto da bucha vegetal é utilizada para limpeza geral e higiene pessoal, artesanato (tapetes, cestas, chinelos, chapéus, bolsas, cintos), na indústria como filtros para piscinas, água e óleo. Segundo Diaz (1997), na América do Norte e Japão, a bucha vegetal é muito utilizada como filtro para caldeiras de navios, locomotivas e fábricas com equipamentos a vapor. Da semente se extrai um óleo fino, de características iguais ao óleo de oliva.

Os produtos acima citados requerem matéria prima de qualidade, portanto, condições ideais de crescimento, desenvolvimento e manejo da colheita para que se possa obter características desejáveis na qualidade da fibra, tais como tamanho, cor e

espessura. Tais características irão intervir diretamente no valor do produto no mercado.

A bucha vegetal foi avaliada como matéria prima para suporte para produção de xarope de açúcar invertido (Poças *et al.*, 2004) e como matriz para propagação de *Philodendron* (Gangopadhyay *et al.*, 2004).

Trata-se de um produto biodegradável, orgânico, de baixo custo energético, com ótima adaptabilidade tanto às condições climáticas brasileiras quanto aos hábitos culturais da nossa população. Concomitantemente, é crescente o interesse da sociedade por produtos naturais, produzidos dentro de padrões ecológicos e associados à agricultura familiar, características atendidas pela produção de bucha em Minas Gerais.

A literatura hoje se encontra em total deficiência em relação às condições agronômicas adequadas ao cultivo da bucha, possível devido apenas à informações fornecidas por agricultores e dados extrapolados de culturas da mesma família.

Segundo Santos & Siqueira (2004), existe uma enorme variação quanto à produtividade alcançada, qualidade e preço conseguido pelo produto. Estes mesmos autores afirmam que esta variação ocorre em função de diferentes doses e formulações de adubos utilizadas pelos agricultores que, sem informações consistentes, variam seu sistema de cultivo conforme suas próprias observações ou visando economia nos custos, muitas vezes de modo ineficiente.

A grande variação na duração da safra, passível de ser estendida até cinco meses, e na produtividade alcançada, segundo Santos & Siqueira (2004), é indício de que se trata de uma cultura que requer elevadas quantidades de nutrientes para seu pleno desenvolvimento.

O acúmulo e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio de desenvolvimento (Marschner, 1995; Goto *et al.*, 2001). Este acúmulo intensifica-se com o florescimento, a formação e o crescimento dos frutos (Raij *et al.*, 1996; Haag *et al.*, 1981).

O desenvolvimento fenológico da *Luffa cylindrica* é dividido em cinco fases (Diaz, 1997). A primeira fase é a germinação da semente, com início aos 4 a 5 dias após a semeadura e se completa após 2 semanas, época ideal para o transplântio; a segunda fase é de crescimento lento, mas com início de formação das flores após quatro semanas; na terceira fase ocorre um rápido crescimento vegetativo e intensa floração, finalizando na 10^o semana; a quarta fase é um período de seleção de frutos e manejo de guias, que se prolonga até a 14^o semana e a quinta fase começa com o início da colheita

se estendendo até a 36ª semana. Este mesmo autor descreve o período de polinização à colheita com duração de 6,5 a 7 semanas. É importante salientar que este estudo foi realizado na Costa Rica, e que a duração de cada fase pode variar com as condições climáticas assim como com o acesso utilizado.

As curvas de acúmulo de nutrientes determinadas para algumas espécies de cucurbitáceas têm mostrado comportamento bem semelhante entre si. O acúmulo de nutrientes segue o mesmo padrão da curva de acúmulo de massa seca, geralmente apresentando três fases distintas, em que a primeira fase apresenta uma lenta absorção, seguida de um incremento intenso na absorção até atingir o ponto máximo, a partir do qual ocorre um pequeno declínio (Lima, 2001; Araújo *et al.*, 2001; Prata, 1999).

Conforme se observa na Tabela 1, análise realizada na bucha vegetal produzida na mesma área, no ano anterior a este experimento, a maior concentração dos nutrientes encontram-se na casca do fruto, que não é comercializada e poderia retornar ao sistema de produção via compostagem ou incorporação direta no solo.

Tabela 1 - Resultados das determinações dos teores de nutrientes em frutos de bucha vegetal. Viçosa, 2005.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----%						-----ppm-----			
Casca	1,09	0,24	0,71	0,99	0,24	0,25	16	4310	109	40
Fibra	0,28	0,02	0,15	0,08	0,03	0,01	4	141	0	4

A utilização de curvas de acúmulo de nutrientes para os diversos híbridos ou variedades cultivadas de hortaliças, como um parâmetro para a recomendação da adubação, mostra-se como uma boa indicação da necessidade de nutrientes em cada etapa de desenvolvimento da planta; contudo, essas informações são ainda bastante limitadas para a cultura da bucha vegetal (Villas Boas *et al.*, 2001).

O melão cultivar Valenciano Amarelo acumulou, em mg planta⁻¹, 23,08 de nitrogênio, 3,46 de fósforo, 28,90 de potássio, 12,74 de cálcio, 5,55 de magnésio e 1,59 de enxofre, aos 75 dias após emergência (colheita) e a produção de material seco foi de 905,88 g distribuídas em caule e ramos (19,38%), folhas (30,32%) e flores e frutos (50,30%), segundo Belfort (1985).

Diante da inexistência de informações sobre o desenvolvimento e nutrição da bucha vegetal e perante sua ascensão como material passível de ser utilizado em diferentes finalidades, ressalta-se a necessidade de trabalhos cujo objetivo seja quantificar o crescimento da planta, assim como os nutrientes acumulados e exportados pela cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e características gerais da área experimental

O experimento foi conduzido na Horta de Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, localizada em 20°45'14''S e 42°52'53'' W e com 648,74 m de altitude, entre 13/10/2005 e 13/07/2006. Na Tabela 2 encontram-se os dados climáticos da região durante o período de condução do experimento.

Tabela 2 - Dados climáticos registrados pela Estação Meteorológica de Viçosa, MG, entre outubro de 2005 e julho de 2006.

Meses	Temperatura		Precipitação pluvial mensal (mm)
	Máxima (°C)	Mínima (°C)	
Outubro/2005	29,0	16,8	64,7
Novembro/2005	25,2	18,0	136,9
Dezembro/2005	26,7	17,7	291,2
Janeiro/2006	29,6	18,4	180,0
Fevereiro/2006	30,3	19,3	84,8
Março/2006	28,7	19,2	186,5
Abril/2006	26,7	17,0	56,0
Mai/2006	24,7	12,8	6,4
Junho/2006	23,6	11,2	21,0
Julho/2006	24,9	9,6	6,3

2.2 Características do solo

O solo da área experimental foi classificado como argissolo e a caracterização química (Tabela 3) foi feita através de análises de amostra composta coletada antes da instalação do experimento.

Tabela 3 - Resultados das análises químicas do solo da área experimental, proveniente da camada de 0 - 20cm.

P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn	Fe	Mn	Cu	B
-----mg/dm ³ -----		----cmol _c /dm ³ ----		-----mg/dm ³ -----				
93,8	155	3,2	0,7	9,0	82,8	90,7	5,3	0,94

Continuação da Tabela 3.

pH	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO
H ₂ O	-----cmol _c /dm ³ -----				-----%-----			dag/kg
5,8	0,0	4,13	4,30	4,30	8,43	51	0	1,79

P - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1

Ca - Mg - Al - Extrator : KCL - 1 mol/L

H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0

B - Extrator água quente

SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

V = Índice de Saturação de Bases

m = Índice de Saturação de Alumínio

Matéria Orgânica (MO) = C Org x 1,724 - Walkley-Black

2.3 Produção de mudas

As mudas foram preparadas em casa-de-vegetação. A semeadura ocorreu em 13/10/2005, utilizando-se sementes fornecidas por produtor do município de Bonfim, MG. Foram semeadas duas sementes por copo descartável de 250 mL, perfurados no fundo para evitar o encharcamento das mudas, contendo substrato comercial “Vivalto”[®] e irrigadas diariamente. Logo após a germinação, uma das mudas foi retirada do copo permanecendo apenas a muda mais vigorosa, até 13/11/2005, quando apresentavam três folhas definitivas, sendo então transplantadas.

2.4 Preparo do solo e instalação do estaleiro

O solo foi preparado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens, não sendo realizada a calagem.

As plantas foram conduzidas em haste única até atingir o estaleiro (latada), com crescimento livre posterior. Para tal foi utilizado tutoramento vertical e foram montados estaleiros de 1,90 metros de altura, com área de 9 m² (3 x 3 m), separados 1 m entre si para evitar que as plantas se entrelaçassem. Os materiais utilizados na confecção do

estaleiro foram bambu e arame nº16, estes últimos espaçados de 0,5 m sobre o estaleiro.

2.5 Plantio e espaçamento

O transplantio foi realizado aos 30 dias após sementeira, sendo abertas covas de 40 x 40 x 40 cm, no espaçamento de 4,0 m x 4,0 m, resultando em uma população de 625 covas ha⁻¹. Este maior espaçamento foi utilizado para fornecer condições de pleno desenvolvimento da planta, sem que houvesse competição entre elas. Três mudas foram plantadas por cova, sendo uma muda retirada após o pegamento, aos 30 dias após transplantio.

A adubação mineral de plantio foi realizada a partir de recomendações de Melo *et al.* (1998) para a cultura, sendo aplicados 40 g cova⁻¹ de N (sulfato de amônio), 300 g cova⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 150 g cova⁻¹ de K₂O (KCl), além de 10 litros cova⁻¹ de composto orgânico. Estas doses correspondem a 25 kg ha⁻¹ de N, 187,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 93,75 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl) , juntamente com 3750 kg ha⁻¹ de composto orgânico.

2.6 Parcela e delineamento experimental

O experimento constou de 32 parcelas delimitadas pela área de cada estaleiro, com duas plantas por parcela.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e oito tratamentos. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após o transplantio.

2.7 Controle fitossanitário e adubação de cobertura

O controle fitossanitário do experimento objetivou plantas sem prejuízos ao crescimento e produção, visto que se tratava de um experimento cujo objetivo era obter a curva de crescimento e acúmulo de nutrientes. O controle com agroquímicos (Lebaicid[®] 1mL L⁻¹) foi utilizado sempre que era observado início de dano pela broca das cucurbitáceas (*Diaphania hyalinata* e *D. nitidalis*), relatada como a principal praga

encontrada na cultura, causando elevadas perdas na produtividade e na qualidade da fibra.

As adubações de cobertura foram realizadas a cada 30 dias após o transplante das mudas, sendo aplicados 200 g cova⁻¹ da formulação 20.05.20 durante a fase de crescimento vegetativo e 200 g cova⁻¹ da formulação 12.06.12 a partir do florescimento, segundo recomendação de Ávila, (2002), que corresponde a 125 kg ha⁻¹ de 20.05.20 e 125 kg ha⁻¹ de 12.06.12.

2.8 Irrigação e capina

A irrigação e a capina foram realizadas sempre que necessário, em função das condições climáticas e do aspecto visual das parcelas.

2.9 Coleta de dados de crescimento

2.9.1 Massa da matéria seca

Em cada data de amostragem, as plantas foram cortadas no nível do solo, separadas em folhas, caule e ramos, flores e frutos, determinando-se a massa da matéria fresca. As flores foram contabilizadas juntamente com os frutos devido sua pequena massa. Em seguida foram coletadas sub amostras de cada parte da planta e determinada sua massa de matéria fresca. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 70°C até atingir massa constante, determinando-se a massa de matéria seca retida na planta. A partir do teor de matéria seca determinou-se a massa de matéria seca de cada órgão da planta, sendo o valor dividido por dois para se obter o resultado por planta.

2.9.2 Colheita dos frutos

Foram considerados frutos comerciais todos aqueles que atingiram a maturação e que não foram danificados pelo ataque da broca das cucurbitáceas.

As colheitas dos frutos comerciais foram realizadas de duas a três vezes por semana, conforme o ponto de colheita utilizado pelos produtores, ideal para que não ocorra o escurecimento posterior da fibra. Os frutos foram colhidos no início do seu

amarelecimento, quando apresentavam menor massa e o pedúnculo amarronzado. Não houve queda de frutos.

Foi contado o número de frutos comerciais por planta e determinados o comprimento, massa da matéria fresca, diâmetros superior, médio e inferior de cada fruto. O dados de diâmetro superior foi retirado à 3 cm do pedúnculo, o diâmetro médio na região mediana do fruto e o diâmetro inferior, à 3 cm da base do fruto. O índice de uniformidade de diâmetro foi calculado dividindo o diâmetro inferior pelo diâmetro superior.

Sub-amostras foram retiradas de diversos pontos (superior, médio e inferior) dos frutos, determinando-se sua massa da matéria fresca. Tais amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 70°C até atingir massa constante, determinando-se a massa da matéria seca. As sub-amostras continham tanto a casca quanto a fibra e a semente dos frutos.

Para efeito de acompanhamento do crescimento, os dados de massa da matéria seca dos frutos comerciais colhidos entre as datas de amostragens, foram computados juntamente com os dados da amostragem seguinte. Os frutos colhidos na data da amostragem, que se encontravam pouco desenvolvidos, mal formados ou ainda não tinham atingido o ponto de maturação considerado neste experimento, foram computados juntamente com os frutos comerciais para a determinação da matéria seca e de nutrientes totais da planta.

2.10 Determinação do teor e quantidade de nutrientes nas plantas

As amostras secas e moídas de cada órgão da planta foram submetidas à determinação dos teores de nutrientes, após digestão sulfúrica (nitrogênio) e nítrico-perclórica (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco) segundo metodologia de Sarruge & Haag (1974).

O nitrogênio foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl, fósforo por colorimetria do metavanadato, potássio por fotometria de chama de emissão, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica e enxofre por turbidimetria do cloreto de bário (Sarruge & Haag, 1974).

O resultado das análises forneceu a concentração de cada macronutriente e micronutriente, em cada órgão da planta, em cada data. Para a determinação da quantidade total de nutrientes acumulados em cada parte da planta, multiplicou-se a

concentração de cada nutriente pela massa da matéria seca do referido órgão, naquela data.

2.11 Análise estatística

As análises estatísticas foram conduzidas com auxílio do programa SAEG 9.0 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – UFV). As variáveis foram submetidas à análise de variância e de regressão. Na análise de regressão foi selecionado o modelo baseado no efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, no significado biológico e no coeficiente de determinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento

O crescimento, expresso em acúmulo de matéria seca por planta, encontra-se na Figura 1. Observa-se que as curvas de crescimento das variáveis folhas, caule e ramos, e parte aérea total seguiram um modelo cúbico e a curva de flores e frutos apresentou comportamento quadrático.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de matéria seca, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas para a matéria seca dos diferentes órgãos da planta, em função de dias após o transplântio (x).

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = -0,1339 + 0,001474x + 0,0001796x^2 - 0,0000006839x^3$	0,91
Caule e ramos	$\hat{y} = 0,7190 - 0,03676x + 0,0005322x^2 - 0,000001458x^3$	0,99
Flores e frutos	$\hat{y} = -0,1178 - 0,004998x + 0,0001304x^2$	0,94
Parte aérea total	$\hat{y} = 1,1144 - 0,05916x + 0,0009940x^2 - 0,000002499x^3$	0,96

Na curva de crescimento das folhas, determinou-se rápido aumento na matéria seca até os 87,54 dias após o transplântio. A partir desta data os acréscimos na quantidade de matéria seca deste órgão foram se tornando menores até atingir o ponto máximo da curva aos 179,09 DAT. Segundo Coll *et al.* (1995), a demanda de nutrientes pelas estruturas reprodutoras é a causa de um menor crescimento vegetativo. Estes mesmos autores afirmam que, na maioria das plantas monocárpicas (morrem depois de encerrar a produção de frutos), praticamente todas as gemas vegetativas se transformam em reprodutivas, impedindo o crescimento vegetativo.

A produção máxima de matéria seca nas folhas se deu aos 179,09 DAT, quando houve um acúmulo de 1,96 kg pl⁻¹ de matéria seca, seguida por um decréscimo acentuado. A redução na matéria seca deste órgão pode ser atribuída à abscisão intensa de folhas nesse período do ciclo da bucha vegetal, e possível translocação de fotoassimilados aos frutos, como decorrência do processo de senescência da planta.

O caule e ramos apresentaram um elevado crescimento até os 121,67 DAT, acumulando 60% da matéria seca total nestes órgãos. Por volta dos 120 DAT a massa do caule e ramos superou a massa das folhas. O crescimento do caule atingiu o ponto máximo aos 201,68 DAT, acumulando 2,99 kg pl⁻¹ de matéria seca.

A produção de flores e frutos iniciou aos 60 dias após o transplântio. A matéria seca acumulada nestes órgãos da planta aumentou ao longo do ciclo da cultura no campo. Aos 240 DAT o acúmulo de matéria seca foi de 6,19 kg pl⁻¹.

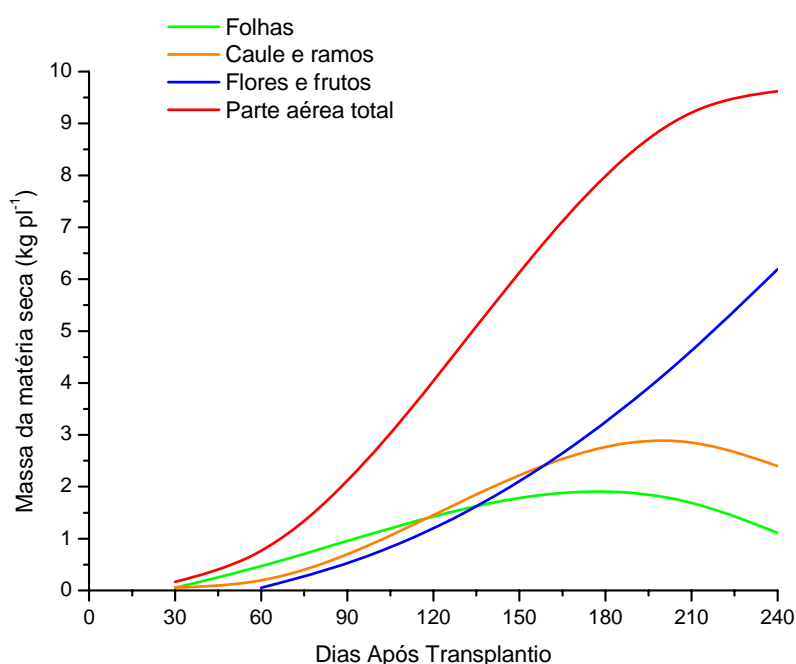


Figura 1 – Acúmulo de massa da matéria seca nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

Na curva de crescimento da parte aérea total de bucha vegetal observa-se que até os 132,59 DAT (ponto de inflexão da curva), a planta acumulou cerca de 50,77% de matéria seca, sendo 32,92% acumulado pelas folhas, 36,58% pelo caule e ramos, e 30,69% pelas flores e frutos. A partir desta data os acúmulos foram se tornando menores até o ponto máximo da curva.

O ponto de máximo acúmulo total se deu aos 231,01 DAT, com um acúmulo de 9,69 kg pl⁻¹ de matéria seca. Neste ponto (Tabela 5), a matéria seca das folhas correspondeu a apenas 14,04% da matéria seca total, a matéria seca do caule e ramos a 27,34%, e com uma grande contribuição, a matéria seca acumulada pelas flores e frutos

foi de 58,61% da matéria seca acumulada na planta. Estes dados indicam que esta alteração de força de drenos na planta, com o início do processo reprodutivo, proporciona maior translocação de carboidratos e outros compostos da parte aérea para os frutos, como consequência do predomínio da fase reprodutiva sob a fase vegetativa (Marschner, 1995).

Tabela 5 – Matéria seca acumulada nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplantio (DAT).

Órgão	Matéria seca acumulada aos 231,01 DAT (kg pl⁻¹)	%
Folhas	1,36	14,04
Caule e ramos	2,65	27,34
Flores e frutos	5,68	58,61
Parte aérea total	9,69	100

Resultados semelhantes foram encontrados por Grangeiro *et al.* (2004) na cultura da melancia, para a qual ao final do ciclo foram acumulados 31% da massa seca na parte vegetativa e 69% nos frutos. Experimentos realizados com meloeiro mostraram dados similares aos encontrados neste trabalho de bucha vegetal. No estudo de vários híbridos de melão verificou-se que as folhas e caule contribuíram com 25 a 40% da massa seca total acumulada e que os frutos contribuíram com 60 a 75% (Lima, 2001).

3.2 Acúmulo de macronutrientes

3.2.1 Nitrogênio

A Figura 2 apresenta as curvas de acúmulo do nitrogênio pelos diferentes órgãos da planta e seu acúmulo total. Observa-se que as curvas de acúmulo em folhas, caule e ramos, e parte aérea total seguiram um modelo cúbico e a curva de acúmulo em flores e frutos apresentou comportamento quadrático.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de nitrogênio, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de nitrogênio em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = 4,3063 - 0,2229x + 0,007698x^2 - 0,00002615x^3$	0,93
Caule e ramos	$\hat{y} = 8,3686 - 0,4223x + 0,006449x^2 - 0,00001777x^3$	0,96
Flores e frutos	$\hat{y} = 12,2582 - 0,2164x + 0,001413x^2$	0,90
Parte aérea total	$\hat{y} = 10,5978 - 0,5745x + 0,01419x^2 - 0,00004262x^3$	0,97

O acúmulo máximo de nitrogênio nas folhas ocorreu aos 180,51 DAT, com um total de 61,09 g pl⁻¹, com posterior queda, período em que houve um aumento acentuado no acúmulo de nitrogênio nos frutos. Sabe-se que o nitrogênio é transportado no xilema e redistribuído principalmente no floema, em processos relativamente rápidos (Malavolta *et al.*, 1997).

O acúmulo de nitrogênio no caule foi inferior às folhas. O acúmulo máximo alcançado foi de 39,74 g pl⁻¹, aos 202,9 DAT.

O conteúdo de nitrogênio dos frutos seguiu a curva de acúmulo de matéria seca dos frutos, com relativo aumento até o final do ciclo da cultura no campo. Aos 240 DAT o acúmulo total de nitrogênio nos frutos foi de 41,71 g pl⁻¹.

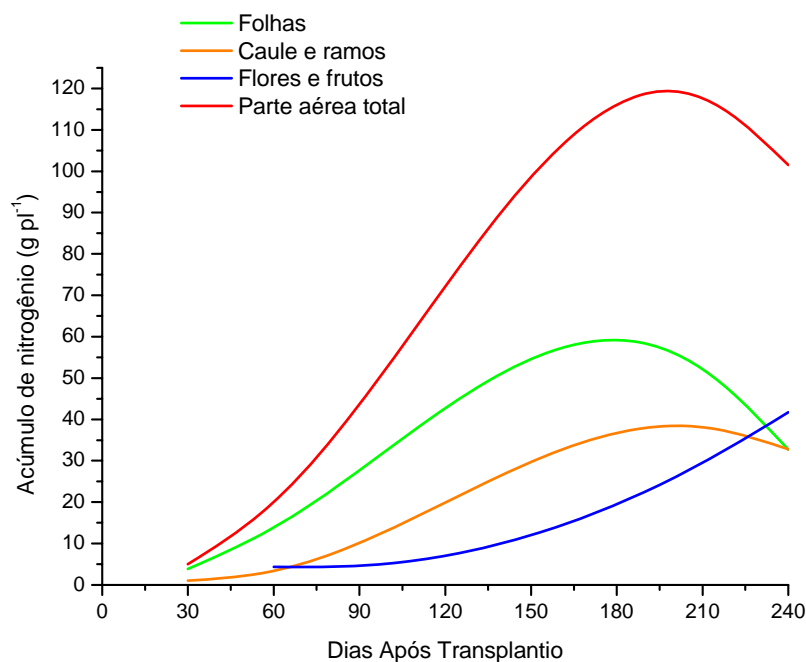


Figura 2 - Acúmulo de nitrogênio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O acúmulo de nitrogênio na parte aérea total acompanhou o crescimento da planta. O acúmulo máximo de nitrogênio na parte aérea total ocorreu aos 199,43 DAT com 122,73 g pl⁻¹, valor elevado comparativamente à cultura do melão, para a qual Silva Júnior *et al.* (2006) e Kano (2002) encontraram um acúmulo de 3,4 g planta⁻¹ e de 5,06 a 5,95 g planta⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. Na cultura da melancia, Grangeiro *et al.* (2005), encontraram valores de 22,7 g planta⁻¹ de acúmulo total de nitrogênio. Esta diferença deve-se, em grande parte, ao elevado acúmulo de matéria seca na planta de bucha vegetal em relação à cultura do melão e da melancia.

Do total acumulado de nitrogênio (Tabela 7), 47,73% foram alocados em folhas, 32,33% pelo caule e ramos e 20,60% estavam presentes em flores e frutos. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva Júnior *et al.* (2006) na cultura do melão, para a qual quantidades acumuladas de nitrogênio também foram superiores na parte vegetativa.

Tabela 7 – Nitrogênio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Nitrogênio acumulado aos 199,43 DAT (g pl⁻¹)	%
Folhas	58,58	47,73
Caule e ramos	39,69	32,33
Flores e frutos	20,60	20,60
Parte aérea total	122,73	100

A concentração média de nitrogênio em bucha vegetal foi de 1,27% da matéria seca na planta, considerado baixo segundo Marschner (1995), que afirma que dependendo da espécie vegetal, estágio de desenvolvimento e órgão, o conteúdo de nitrogênio requerido para o crescimento ótimo varia entre 2 e 5% da matéria seca da planta.

3.2.2 Fósforo

A Figura 3 apresenta as curvas de acúmulo de fósforo pelos diferentes órgãos da planta e seu acúmulo total. Observa-se que as curvas de acúmulo em folhas, caule e ramos, e parte aérea total, seguiram um modelo cúbico, e a curva de acúmulo em flores e frutos apresentou comportamento quadrático.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de fósforo, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de fósforo em função de dias após transplântio (x).

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = 0,5584 - 0,05379x + 0,0013x^2 - 0,0000043x^3$	0,95
Caule e ramos	$\hat{y} = 7,5283 - 0,3172x + 0,0039x^2 - 0,00001058x^3$	0,88
Flores e frutos	$\hat{y} = - 1,1957 - 0,0071x + 0,00047x^2$	0,96
Parte aérea total	$\hat{y} = 9,8545 - 0,4399x + 0,0061x^2 - 0,000016x^3$	0,97

O comportamento da curva de acúmulo de fósforo na folha e no caule foi inverso ao de nitrogênio e seguiu as curvas de crescimento destes mesmos órgãos, possivelmente devido a grande mobilidade do fósforo das folhas velhas para órgãos recém formados. Segundo Malavolta *et al.* (1997), quando fornecido à superfície foliar ou quando a folha envelhece, até 60% do fósforo pode ser conduzido via floema a outras partes, em particular aos órgãos novos e aos frutos em desenvolvimento, levando a redução do teor deste elemento na folha. Resultado semelhante foi encontrado por Grangeiro *et al.* (2004), na cultura da melancia, para a qual houve redução do conteúdo de fósforo nas folhas com o desenvolvimento dos frutos. O conteúdo total máximo acumulado pelas folhas ocorreu aos 178,14 DAT com 7,92 g pl⁻¹ de fósforo e no caule aos 194,32 DAT com uma quantidade de 15,52 g pl⁻¹ de fósforo.

Nas flores e frutos, o acúmulo de fósforo aumentou até o final do ciclo da cultura, comportamento semelhante ao encontrado por Grangeiro *et al.* (2004) nas plantas de melancia. O acúmulo total nas flores e frutos de bucha vegetal foi de 26,65 g pl⁻¹ de fósforo aos 240 DAT.

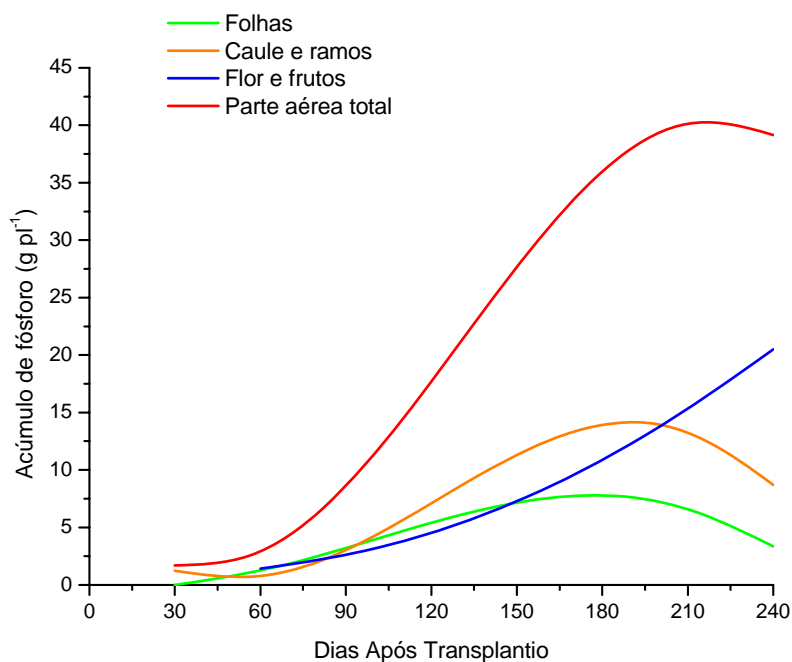


Figura 3 - Acúmulo de fósforo nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

Ao analisar a curva de acúmulo de fósforo na parte aérea total, observa-se que esta seguiu os padrões da curva de crescimento. O ponto de maior acúmulo se deu aos 210,66 dias com 41,27 g pl⁻¹ de fósforo, sendo 16,79% acumulado pelas folhas, 33,97% pelo caule e ramos, e 49,98% pelas flores e frutos (Tabela 9). A mesma tendência foi encontrada por Silva Júnior (2006) e Kano (2002) na cultura do melão, e por Grangeiro *et al.* (2005), na cultura da melancia.

Tabela 9 – Fósforo acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Fósforo acumulado aos 210,66 DAT (g pl ⁻¹)	%
Folhas	6,93	16,79
Caule e ramos	14,02	33,97
Flores e frutos	20,63	49,98
Parte aérea total	41,27	100

Neste experimento, a concentração média de fósforo na planta correspondeu a 0,43% de matéria seca da planta. A exigência de fósforo para ótimo crescimento está no intervalo de 0,3 a 0,5% de matéria seca da planta (Marschner, 1995).

3.2.3 Potássio

A Figura 4 apresenta as curvas de acúmulo de potássio pelos diferentes órgãos da planta e seu acúmulo total. Observa-se que as curvas de acúmulo em folhas e parte aérea total seguiram um modelo cúbico, e as curvas de acúmulo em caule e ramos, e flores e frutos apresentaram um comportamento linear.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de potássio, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de potássio em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	R ² /r ²
Folhas	$\hat{y} = - 2,8254 - 0,04672x + 0,00529x^2 - 0,000019x^3$	0,96
Caule e ramos	$\hat{y} = - 7,9606 + 0,401375x$	0,83
Flores e frutos	$\hat{y} = - 49,6147 + 0,8288x$	0,92
Parte aérea total	$\hat{y} = 6,9088 - 0,7225x + 0,02088x^2 - 0,0000569x^3$	0,96

A quantidade de potássio nas folhas seguiu o acúmulo de matéria seca deste órgão, com máximo de 49,35 g pl⁻¹ de potássio aos 181,09 DAT.

O maior acúmulo no caule e ramos foi de 88,36 g pl⁻¹ de potássio, aos 240 DAT.

Por volta dos 90 DAT, o acúmulo de potássio nas flores e frutos supera o acúmulo nas folhas, mantendo-se superior até o final do experimento. O acúmulo máximo nos frutos foi de 149,29 g pl⁻¹ do nutriente aos 240 DAT. A redistribuição do potássio pelo floema ocorre facilmente das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos ou para os frutos em crescimento, o que se explica, em parte, pelo fato de que a maior proporção desse cátion na planta é solúvel em água (Malavolta *et al.*, 1997).

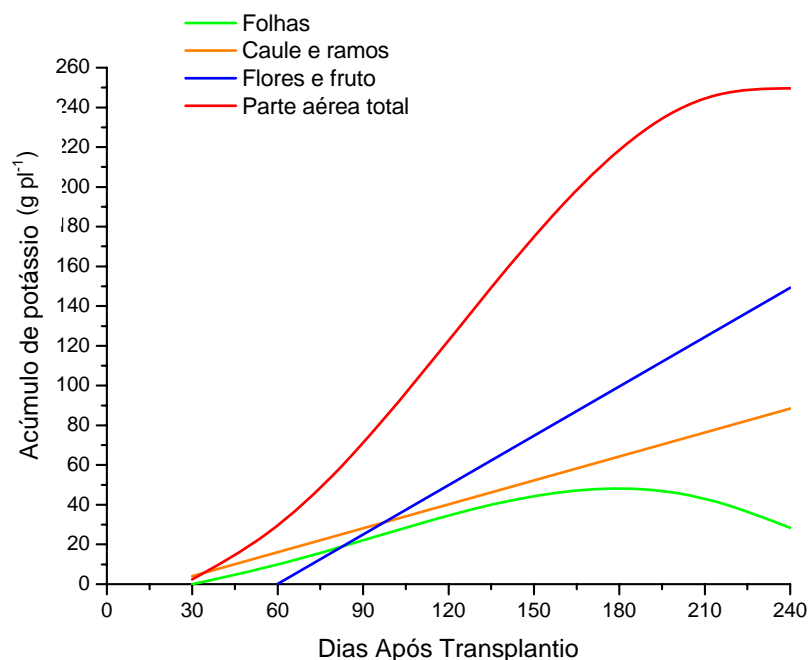


Figura 4 – Acúmulo de potássio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

Analisando a curva de acúmulo de potássio na parte aérea total, observa-se que o acúmulo máximo ocorreu aos 225,9 DAT, com um total de 253,28 g pl⁻¹. No ponto de acúmulo máximo de potássio na planta (Tabela 11), este nutriente nas folhas correspondeu a apenas 13,95%, no caule e ramos 32,65% e o acúmulo nas flores e frutos significou 54,33% do potássio total acumulado.

Tabela 11 – Potássio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Potássio acumulado aos 225,9 DAT (g pl ⁻¹)	%
Folhas	35,35	13,95
Caule e ramos	82,71	32,65
Flores e frutos	137,61	54,33
Parte aérea total	253,28	100

Segundo Marschner (1995), logo depois do nitrogênio, o potássio é o nutriente mineral requerido em maior quantidade pelas plantas. Este mesmo autor afirma que o requerimento de potássio para o ótimo crescimento da planta está na faixa de 2 a 5% de matéria seca da planta. A concentração média de potássio na bucha vegetal foi de 2,61%

de matéria seca da planta, sendo o potássio o nutriente mais acumulado na planta, seguido pelo nitrogênio. Resultados semelhantes foram encontrados por Grangeiro *et al.* (2005) e Grangeiro *et al.* (2004), que relatam que o potássio foi o nutriente mais absorvido pela planta de melancia, também seguido pelo nitrogênio. Segundo Silva Júnior *et al.* (2006), o potássio foi o nutriente mais acumulado em melão, seguido pelo cálcio e posteriormente pelo nitrogênio. Os teores de potássio em pepino, melão e melancia podem superar os teores de nitrogênio em órgãos maduros e metabolicamente ativos (Bennett, 1993).

3.2.4 Cálcio

A Figura 5 apresenta as curvas de acúmulo de cálcio pelos diferentes órgãos da planta e seu acúmulo total. Observa-se que as curvas de acúmulo em folhas e parte aérea total seguiram um modelo cúbico, a curva de acúmulo no caule e ramos apresentou comportamento linear e a curva de acúmulo em flores e frutos modelo quadrático.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de cálcio, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de cálcio em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	R ² /r ²
Folhas	$\hat{y} = 7,0287 - 0,3907x + 0,0086x^2 - 0,000026X^3$	0,90
Caule e ramos	$\hat{y} = - 2,01212 + 0,0755x$	0,88
Flores e frutos	$\hat{y} = 2,6051 - 0,0725x + 0,00064X^2$	0,93
Parte aérea total	$\hat{y} = 7,6291 - 0,4624x + 0,01039x^2 - 0,000029X^3$	0,91

As folhas da bucha vegetal acumularam 65,071 g pl⁻¹ de cálcio aos 194,80 DAT, ponto de máximo acúmulo pelas folhas. Este valor foi bem superior aos acúmulos no caule e nos frutos. O acúmulo de cálcio no caule e ramos aumentou linearmente com o crescimento da planta, seguindo o comportamento do potássio, neste mesmo órgão. O acúmulo total no caule aos 240 DAT foi de 16,107 g pl⁻¹ de cálcio. Em relação às flores e frutos, o acúmulo de cálcio aumentou ao longo do ciclo da cultura no campo, superando o acúmulo no caule próximo aos 200 DAT. O acúmulo total nos frutos aos 240 DAT, foi de 22,069 g pl⁻¹ de cálcio. A concentração de cálcio nas folhas é normalmente maior que em órgãos de baixa transpiração como frutos frescos e tubérculos (Marschner, 1995), pelo fato do cálcio ser conduzido principalmente pela corrente transpiratória (Malavolta *et al.*, 1997).

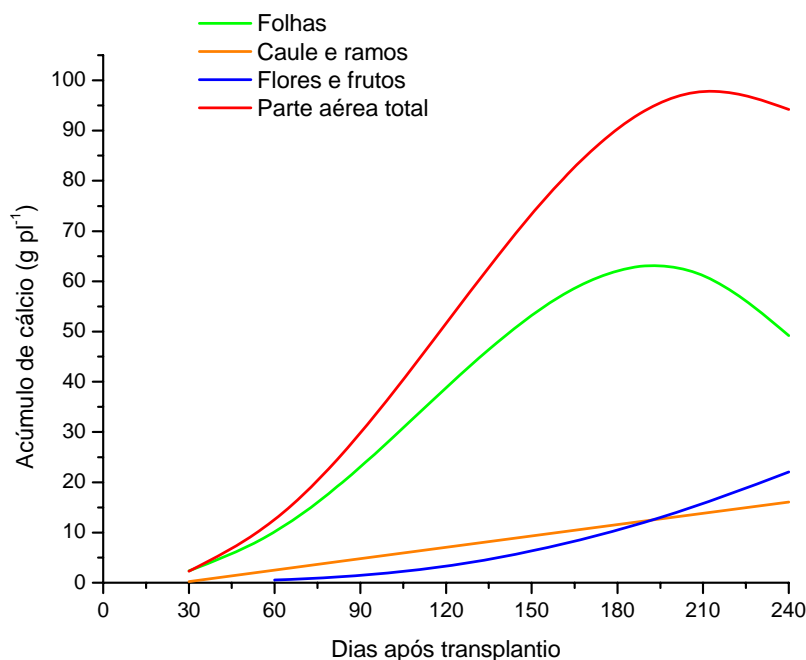


Figura 5 – Acúmulo de cálcio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O acúmulo de cálcio na parte aérea total acompanhou o crescimento da cultura, tendo elevado incremento após 60 DAT, período em que se iniciou a frutificação. Segundo Trani *et al.* (1993), o cálcio é um dos mais importantes nutrientes para as cucurbitáceas, estando associado com a formação de flores perfeitas, a qualidade do fruto e a produtividade.

Em bucha vegetal, o cálcio foi o terceiro elemento mais absorvido pela planta, acumulando um total de 94,011 g pl⁻¹ deste nutriente aos 208,62 DAT. Resultado semelhante foi encontrado por Grangeiro *et al.* (2004), na cultura da melancia.

Observa-se que, no total acumulado, a parte vegetativa acumulou maior quantidade de cálcio, sendo 63,74% acumulado nas folhas, 14,62% pelo caule e ramos e 16,31% pelas flores e frutos (Tabela 13). O mesmo padrão foi encontrado por Grangeiro *et al.* (2005) ao avaliarem plantas de melancia, encontrando um acúmulo de 66% nas folhas, 23% no caule e ramos e apenas 11% nos frutos. Segundo Kano (2002), o maior acúmulo de cálcio na cultura do melão, ocorreu nas folhas e o menor nas flores e frutos.

Tabela 13 – Cálcio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Cálcio acumulado aos 225,9 DAT (g pl⁻¹)	%
Folhas	63,74	67,8
Caule e ramos	13,74	14,62
Flores e frutos	15,33	16,31
Parte aérea total	94,011	100

Em bucha vegetal, a concentração média de cálcio encontrada foi de 0,97% da matéria seca. Segundo Marschner (1995), a concentração de cálcio nas plantas varia entre 0,1 e 5% da matéria seca, dependendo das condições de crescimento, espécies de plantas e órgão da planta.

3.2.5 Magnésio

A Figura 6 apresenta as curvas de acúmulo de magnésio pelos diferentes órgãos da planta e seu acúmulo total. Observa-se que as curvas de acúmulo em folhas, flores e frutos, e parte aérea total, seguiram um modelo cúbico de regressão, e a curva de acúmulo no caule e ramos apresentou um comportamento linear.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de magnésio, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de magnésio em função de dias após transplântio (x).

Órgão	Equação	R ² /r ²
Folhas	$\hat{y} = 1,3702 - 0,0689x + 0,001267x^2 - 0,0000038x^3$	0,92
Caule e ramos	$\hat{y} = - 0,3833 + 0,01596x$	0,88
Flores e frutos	$\hat{y} = 8,2038 - 0,23682x + 0,002029x^2 - 0,0000044x^3$	0,91
Parte aérea total	$\hat{y} = 2,9535 - 0,1471x + 0,002346x^2 - 0,00000622x^3$	0,93

O acúmulo de magnésio nas folhas superou o acúmulo no caule em todo o ciclo da cultura, contrário ao crescimento da planta. O acúmulo máximo nas folhas ocorreu aos 190,57 DAT com 7,954 g pl⁻¹ de magnésio.

No caule, o acúmulo de magnésio aumentou linearmente, com máximo de 3,447 g pl⁻¹ deste nutriente aos 240 DAT.

Nas flores e frutos, a partir dos 105 DAT houve um elevado incremento no acúmulo de magnésio, alcançando o máximo aos 229,13 DAT, com 7,540 g pl⁻¹ deste nutriente.

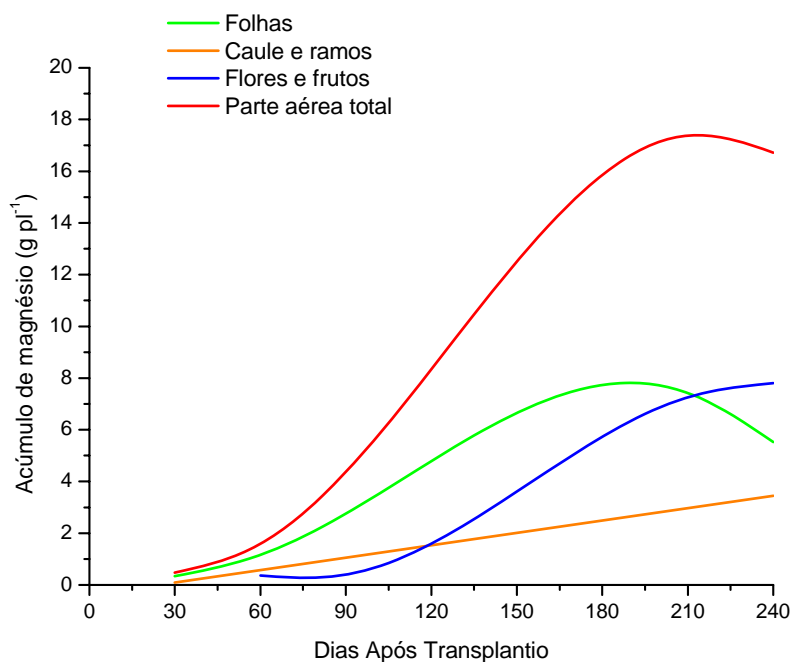


Figura 6 – Acúmulo de magnésio nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O ponto de máximo acúmulo do magnésio na parte aérea total se deu aos 214,74 DAT com um acúmulo de $17,954 \text{ g pl}^{-1}$ do nutriente. Após essa data, o declínio na curva de acúmulo de magnésio coincide com o período de elevado acúmulo de potássio na planta. Segundo Malavolta *et al.* (1997), altas concentrações de cálcio e principalmente de potássio no meio, podem inibir competitivamente a absorção de magnésio, fenômeno comum em culturas exigentes em potássio.

Do total de magnésio acumulado aos 214,74 DAT (Tabela 15), o acúmulo nas folhas e, nas flores e frutos, pouco diferiu, apresentando 41,82% e 42,38%, respectivamente. O acúmulo no caule e ramos, nesta mesma data, foi de 16,7% do magnésio total. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva Júnior *et al.* (2006) e Kano (2002), em meloeiro, e Grangeiro *et al.* (2004), em melanciaira, sendo o menor acumulado no caule e ramos, e o maior nas folhas. Segundo Marschner (1995), a elevada quantidade de magnésio nas folhas deve-se provavelmente ao fato deste elemento ter um papel fundamental como átomo central na molécula de clorofila.

Tabela 15 – Magnésio acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Magnésio acumulado aos 214,74 DAT (g pl⁻¹)	%
Folhas	7,51	41,82
Caule e ramos	3,00	16,70
Flores e frutos	7,61	42,38
Parte aérea total	17,954	100

A concentração de magnésio encontrada em bucha vegetal foi de 0,19% da matéria seca da planta. Segundo Marschner (1995), o requerimento de magnésio para o crescimento ótimo da planta está na faixa de 0,15 a 0,35% de matéria seca da mesma.

3.2.6 Enxofre

A Figura 7 apresenta as curvas de acúmulo de enxofre pelos diferentes órgãos da planta e seu acúmulo total. Observa-se que tanto a curva de acúmulo em folhas, quanto caule e ramos, flores e frutos, e parte aérea total, seguiram um modelo cúbico de regressão.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de enxofre, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de enxofre em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = 0,6118 - 0,02706x + 0,0005129x^2 - 0,000001577x^3$	0,92
Caule e ramos	$\hat{y} = 0,5529 - 0,0285x + 0,0004949x^2 - 0,00000149x^3$	0,96
Flores e frutos	$\hat{y} = 4,3988 - 0,1276x + 0,001109x^2 - 0,000002299x^3$	0,90
Parte aérea total	$\hat{y} = 2,2304 - 0,10286x + 0,001554x^2 - 0,000004155x^3$	0,94

A quantidade máxima de enxofre acumulado pelas folhas ocorreu aos 186,09 DAT com 3,175 g pl⁻¹ deste nutriente, enquanto no caule e ramos se deu aos 187,41 DAT com 2,787 g pl⁻¹ de enxofre. Houve pouca diferença entre a data e a quantidade acumulada de enxofre nas folhas e no caule e ramos.

As flores e frutos acumularam, aos 240 DAT, um total de 5,84 g pl⁻¹, superando os demais órgãos da planta.

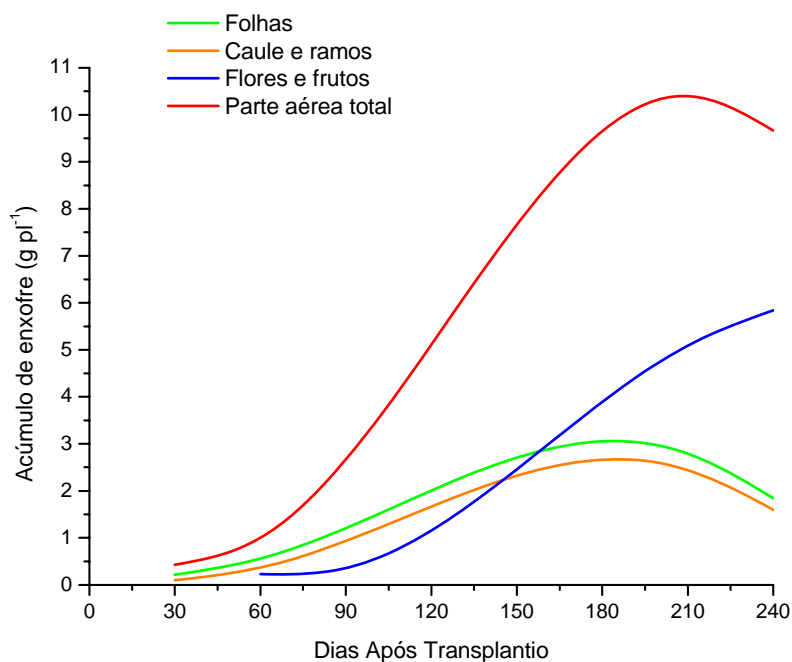


Figura 7 – Acúmulo de enxofre nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O acúmulo máximo de enxofre se deu aos 210,27 DAT com um total de 10,717 g pl⁻¹, sendo, portanto, o macronutriente menos acumulado na planta. Resultado semelhante foi encontrado por Grangeiro *et al.* (2005), sendo o enxofre o macronutriente acumulado em menor quantidade na cultura da melancia, atingindo aos 70 DAT 1,75 g pl⁻¹.

As folhas foram responsáveis por 27,32% do enxofre total acumulado aos 210,27 DAT, o caule e ramos por 23,98% e as flores e frutos por 48,53% (Tabela 17). As folhas foram responsáveis por 31%, caule e ramos por 36% e os frutos por 33% do enxofre acumulado na cultura da melancia (Grangeiro *et al.*, 2005). Resultado contrário foi encontrado por Kano (2002) em meloeiro, onde as folhas foram responsáveis pelo maior acúmulo de enxofre.

Tabela 17 – Enxofre acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Enxofre acumulado aos 210,27 DAT (g pl⁻¹)	%
Folhas	2,9287	27,32
Caule e ramos	2,5706	23,98
Flores e frutos	5,2022	48,53
Parte aérea total	10,717	100

A exigência de enxofre para crescimento ótimo varia entre 0,1 a 0,5% da matéria seca das plantas (Marschner, 1995). Resultado coerente foi encontrado neste experimento, sendo a concentração média de enxofre de 0,11% da matéria seca da planta.

3.3 Acúmulo de micronutrientes

3.3.1 Cobre

A Figura 8 apresenta as curvas de acúmulo de cobre pelos diferentes órgãos da planta. Observa-se que o acúmulo nas folhas, caule e ramos, e parte aérea total apresentaram modelo cúbico, e a curva de acúmulo nas flores e frutos apresentou um comportamento quadrático.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de cobre, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de cobre em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = 1,7984 - 0,14099x + 0,003302x^2 - 0,00001068x^3$	0,86
Caule e ramos	$\hat{y} = 6,8136 - 0,3265x + 0,004498x^2 - 0,00001244x^3$	0,90
Flores e frutos	$\hat{y} = - 4,3223 + 0,018097x + 0,0009164x^2$	0,96
Parte aérea total	$\hat{y} = 11,5885 - 0,6365x + 0,01028x^2 - 0,00002744x^3$	0,97

O acúmulo de cobre nas folhas superou o acúmulo no caule e ramos até os 179 DAT. Aos 181,93 DAT, ponto de acúmulo máximo, as folhas acumularam um total de 21,129 mg pl⁻¹ do nutriente. No caule e ramos, o acúmulo máximo ocorreu aos 196,54 dias com 21,948 mg pl⁻¹ de cobre.

O acúmulo de cobre nas flores e frutos aumentou até o final do experimento, com um acúmulo de 52,806 mg pl⁻¹ do nutriente aos 240 dias.

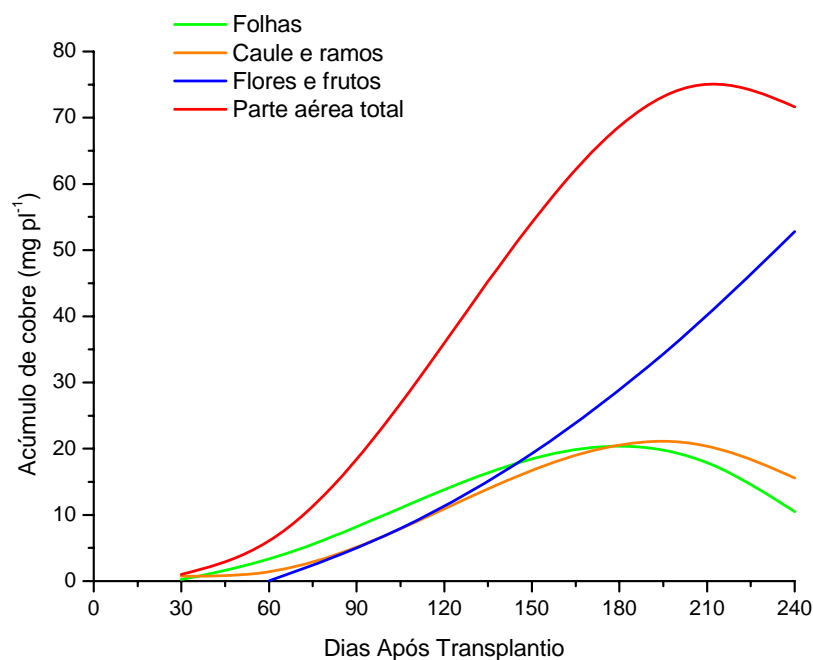


Figura 8 – Acúmulo de cobre nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O acúmulo máximo na parte aérea total ocorreu aos 213,55 DAT, com 80,662 mg pl⁻¹ de cobre. Em relação ao total acumulado pela planta, 22,64% foi acumulado nas folhas, 26,11% no caule e 51,24% nas flores e frutos (Tabela 19). Resultados diferentes foram encontrados por Kano (2002) e Belfort (1995) em plantas de melão, sendo o maior acúmulo de cobre nos órgãos vegetativos e o menor nas flores e frutos.

Tabela 19 – Cobre acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplante (DAT).

Órgão	Cobre acumulado aos 213,55 DAT (mg pl ⁻¹)	%
Folhas	18,26	22,64
Caule e ramos	21,06	26,11
Flores e frutos	41,33	51,24
Parte aérea total	80,66	100

3.3.2 Ferro

A Figura 9 apresenta as curvas de acúmulo de ferro pelos diferentes órgãos da planta. Observa-se que as curvas de acúmulo nas folhas, caule e ramos, flores e frutos, e parte aérea total apresentaram comportamento linear.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de ferro, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 20.

Tabela 20 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de ferro em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	r ²
Folhas	$\hat{y} = 80,394 + 9,05763x$	0,65
Caule e ramos	$\hat{y} = -61,8052 + 2,5137x$	0,85
Flores e frutos	$\hat{y} = -154,749 + 2,63697x$	0,96
Parte aérea total	$\hat{y} = -20,3041 + 15,5783x$	0,72

O acúmulo de ferro pelas folhas, caule e ramos, flores e frutos, aumentou até o final do experimento. Comportamento similar foi encontrado por Thomaz *et al.* (1975) in Haag & Minami (1981), em plantas de espinafre, sendo lineares as curvas de acúmulo de ferro nos órgãos.

Aos 240 DAT, as folhas acumularam o total de 2093,42 mg pl⁻¹ de ferro. O acúmulo máximo de ferro no caule aos 240 DAT foi de 541,51 mg pl⁻¹ e nos frutos foi de 478,13 mg pl⁻¹.

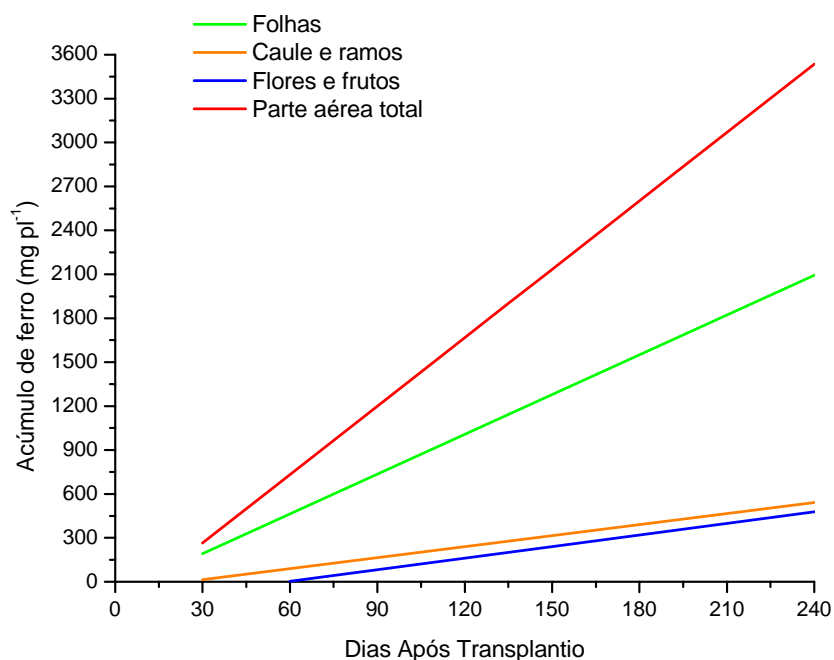


Figura 9 – Acúmulo de ferro nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

A parte aérea total acumulou, ao final do experimento, um total de 3113,07 mg pl⁻¹ de ferro. Segundo Thomaz *et al.* (1975) in Haag & Minami (1981), o ferro foi o micronutriente que apresentou maiores concentrações nos órgãos de espinafre, seguido por manganês e zinco.

Do total acumulado de ferro, 67,25% foram acumulados nas folhas, 17,39% no caule e ramos, e apenas 15,36% do ferro total foi acumulado nas flores e frutos (Tabela 21). Resultado semelhante foi encontrado por Belfort (1985) na cultura do melão. Segundo Marschner (1995), em folhas de crescimento rápido, ou sob condições controladas, aproximadamente 80% do ferro está localizado nos cloroplastos.

Tabela 21 – Ferro acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Ferro acumulado aos 240 DAT (mg pl ⁻¹)	%
Folhas	2093,42	67,25
Caule e ramos	541,51	17,39
Flores e frutos	478,13	15,36
Parte aérea total	3113,07	100

3.3.3 Manganês

A Figura 10 apresenta as curvas de acúmulo de manganês pelos diferentes órgãos da planta. Observa-se que as curvas de acúmulo nas folhas, caule e ramos, flores e frutos, e parte aérea total, seguiram modelo cúbico.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de manganês, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de manganês em função de dias após transplantio.

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = - 56,2240 + 0,8568x + 0,04399x^2 - 0,000169x^3$	0,80
Caule e ramos	$\hat{y} = 78,3053 - 3,290x + 0,03927x^2 - 0,00009457x^3$	0,83
Flores e frutos	$\hat{y} = 146,232 - 4,307x + 0,03855x^2 - 0,00008666x^3$	0,82
Parte aérea total	$\hat{y} = 45,2399 - 3,6968x + 0,09982x^2 - 0,0003053x^3$	0,85

O acúmulo máximo nas folhas ocorreu aos 182,78 DAT, com 538,040 mg pl⁻¹ de manganês. No caule e ramos a quantidade máxima acumulada foi de 248,891 mg pl⁻¹ de manganês, aos 225,38 DAT, e nas flores e frutos, de 141,825 mg pl⁻¹ deste nutriente aos 221,90 DAT.

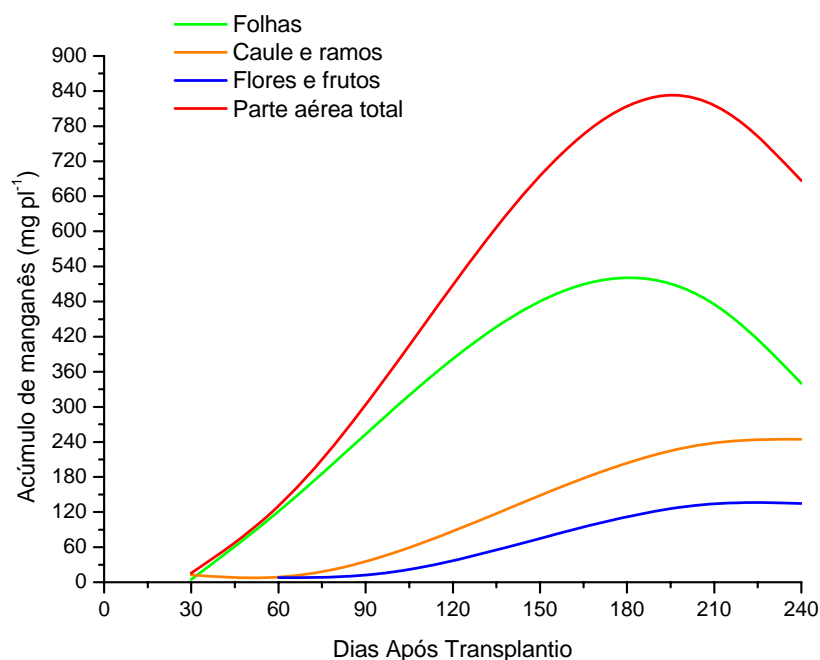


Figura 10 – Acúmulo de manganês nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O maior acúmulo na parte aérea total foi aos 197,54 DAT, com 887,202 mg pl⁻¹ de manganês. Desse total, 58,96% foram acumulados nas folhas, 26,21% no caule e ramos, e 14,83% nas flores e frutos (Tabela 23). Resultados semelhantes foram encontrados por Kano (2002) e Belfort (1985), na cultura do melão, sendo as folhas responsáveis pelo maior acúmulo de manganês na planta.

Tabela 23 – Manganês acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Manganês acumulado aos 197,54 DAT (mg pl ⁻¹)	%
Folhas	523,05	58,96
Caule e ramos	232,57	26,21
Flores e frutos	131,58	14,83
Parte aérea total	887,20	100

3.3.4 Zinco

A Figura 11 apresenta as curvas de acúmulo de zinco pelos diferentes órgãos da planta. Observa-se que as curvas de acúmulo nas folhas, caule e ramos, e parte aérea total, apresentaram modelo cúbico, e as curvas de acúmulo de flores e frutos, seguiram um comportamento quadrático.

As equações ajustadas para os dados de acúmulo de zinco, assim como os respectivos coeficientes de determinação, encontram-se na Tabela 24.

Tabela 24 - Equações de regressão ajustadas para o acúmulo de zinco em função de dias após transplantio.

Órgão	Equação	R ²
Folhas	$\hat{y} = - 6,4878 + 0,09546x + 0,00992x^2 - 0,000036x^3$	0,88
Caule e ramos	$\hat{y} = 9,5205 - 0,5515x + 0,009282x^2 - 0,00002526x^3$	0,99
Flores e frutos	$\hat{y} = - 17,6623 + 0,1746x + 0,002061x^2$	0,96
Parte aérea total	$\hat{y} = 9,7328 - 0,9360x + 0,02535x^2 - 0,00007028x^3$	0,95

As folhas acumularam aos 188,40 DAT, data de máximo acúmulo, 122,865 mg pl⁻¹ de zinco, superando o acúmulo no caule e frutos nesta mesma data.

O acúmulo de zinco no caule e ramos alcançou o máximo aos 210,38 DAT, com 69,110 mg pl⁻¹, e nas flores e frutos aumentou ao longo do ciclo da cultura no campo, acumulando aos 240 DAT 142,955 mg pl⁻¹ deste nutriente.

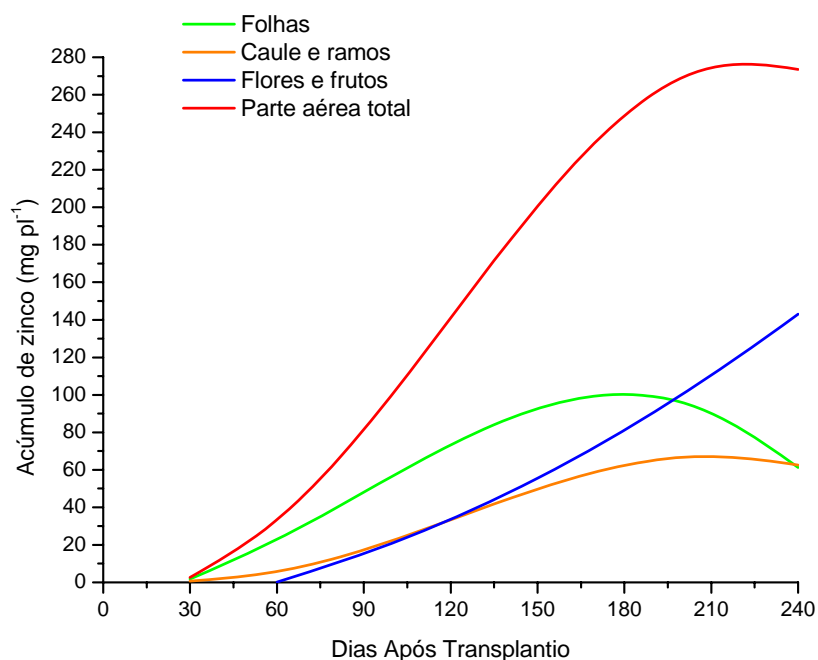


Figura 11 – Acúmulo de zinco nos órgãos da bucha vegetal ao longo do ciclo.

O acúmulo máximo na parte aérea total foi aos 220,32 DAT, com 275,016 mg pl^{-1} de zinco. Deste total, 31,17% foi acumulado nas folhas, 24,88% no caule e ramos, e 43,94% nas flores e frutos (Tabela 25). Resultados semelhantes foram encontrados por Kano (2002) e Belfort (1985), sendo o acúmulo de zinco nos frutos superior às folhas e caule na cultura do melão.

Tabela 25 – Zinco acumulado nos diferentes órgãos da planta, na data de máximo acúmulo após o transplântio (DAT).

Órgão	Zinco acumulado aos 220,32 DAT (mg pl^{-1})	%
Folhas	85,74	31,17
Caule e ramos	68,43	24,88
Flores e frutos	120,85	43,94
Parte aérea total	275,02	100

3.4 Produção de frutos e exportação de nutrientes

Houve efeito ($P < 0,05$) da data de colheita sobre o número de frutos colhidos, massa seca de frutos colhidos, número de frutos comerciais e massa seca de frutos comerciais. Não houve efeito ($P < 0,05$) da data de colheita sobre as características comprimento de fruto comercial, diâmetro superior de fruto comercial, diâmetro médio de fruto comercial, diâmetro inferior de fruto comercial e uniformidade de diâmetro de fruto comercial.

A Tabela 26 informa as equações ajustadas para os dados de número de frutos colhidos, massa seca de frutos colhidos, número de frutos comerciais e massa seca de frutos comerciais, assim como o coeficiente de determinação das referidas equações.

Tabela 26 - Equações de regressão ajustadas para os dados de número de frutos colhidos, massa seca de frutos colhidos, número de frutos comerciais e massa seca de frutos comerciais, em função de dias após transplântio (x).

Característica	Equação	R^2/r^2
Número de frutos colhidos	$\hat{y} = - 2,963 + 0,0995x$	0,93
Massa seca de frutos colhidos	$\hat{y} = 12,61 - 0,28x + 0,002x^2 - 0,000004x^3$	0,82
Número de frutos comerciais	$\hat{y} = 40,917 - 0,85x + 0,007x^2 - 0,00002x^3$	0,78
Massa seca frutos comerciais	$\hat{y} = 10,19 - 0,23x + 0,002x^2 - 0,000004x^3$	0,72

A média encontrada para comprimento de frutos comerciais foi de 0,90 m, o diâmetro superior de fruto comercial foi de 6,226 cm, o diâmetro médio de fruto comercial foi de 8,172 cm, o diâmetro inferior de fruto comercial foi de 10,626 cm e a uniformidade de diâmetro de fruto comercial média foi de 1,30.

Na Figura 12 observa-se que o número de frutos colhidos aumentou linearmente com o decorrer do ciclo da cultura no campo. A produção total foi aos 240 DAT, com 21 frutos planta⁻¹, ou seja, 13.125 frutos ha⁻¹.

O mesmo comportamento não foi seguido pelos frutos comerciais, sendo que sua produção seguiu um modelo cúbico de regressão, com produção máxima aos 195 DAT e 14 frutos planta⁻¹, totalizando 8.750 frutos ha⁻¹. Vale ressaltar que neste experimento não houve frutos comerciais de comprimento inferior a 0,50 m. Segundo Santos & Siqueira (2004), a média alcançada pelos produtores de Bonfim (MG), pólo produtor em Minas Gerais, foi de 6 a 8 frutos cova⁻¹, e que os produtores que relataram maiores

produtividades alcançaram 18 frutos cova⁻¹, mas contabilizavam frutos de todos os tamanhos. Na Costa Rica, Diaz (1997), relatou uma produção média entre 25 e 30 frutos planta⁻¹, a nível nacional, com espaçamento de 1,25 m entre fileiras e 0,70 m entre plantas, ou seja, 11.428 plantas ha⁻¹. Deve-se salientar que as características, comprimento, peso e diâmetro das buchas, não foram informados pelo autor, e devido ao pequeno espaçamento utilizado por ele, deve-se tratar de outro acesso que não o estudado neste trabalho. O autor relata que existe uma relação entre maior número de frutos, menor tamanho e peso dos mesmos.

A redução no número de frutos comerciais produzidos após os 195 DAT, deve-se, provavelmente, a acentuada queda de temperatura nos meses de maio a julho de 2006, período correspondente a 195 aos 240 DAT. Segundo Silva (1982), em condições de baixas temperaturas, em plantas de cucurbitáceas, o crescimento paralisa e ocorre uma redução na fotossíntese, impedindo o desenvolvimento dos frutos. Isso foi observado na curva de acúmulo de matéria seca nas folhas, onde o ponto máximo foi aos 170 DAT com posterior queda deste.

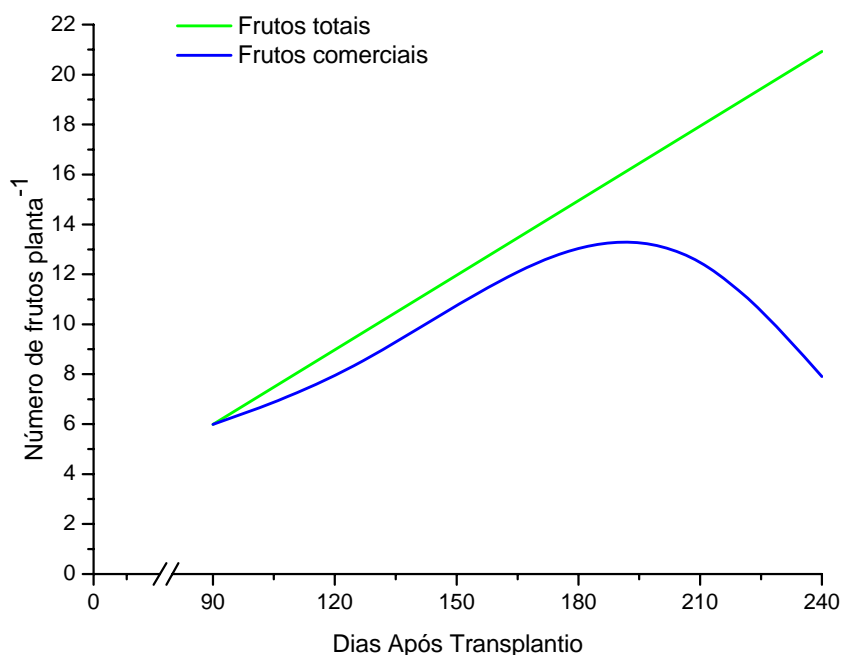


Figura 12 - Número de frutos colhidos e número de frutos comerciais produzidos por planta.

A Figura 13 apresenta as curva de acúmulo de matéria seca nos frutos colhidos e frutos comerciais. Observa-se que ambas apresentaram modelo cúbico de regressão e seguiram o mesmo comportamento ao longo dos dias após o transplântio.

Na curva de acúmulo de matéria seca de frutos colhidos, aos 156 DAT, ponto de inflexão da curva, 59,8% da matéria seca total dos frutos já havia sido acumulada. Houve um elevado incremento logo após essa data, alcançando um acúmulo máximo aos 208 dias com 2,939 kg planta⁻¹.

A curva de acúmulo de matéria seca de frutos comerciais apresentou ponto de inflexão aos 149 DAT, com acúmulo de 64,2% da matéria seca total dos frutos. O acúmulo máximo foi aos 197 DAT com 2,214 kg planta⁻¹ de matéria seca.

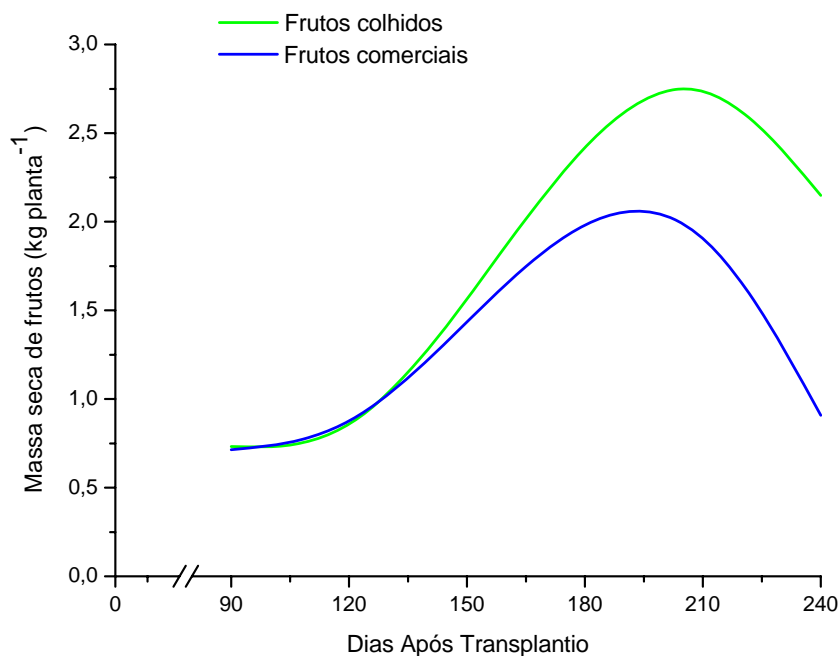


Figura 13 – Massa seca de frutos colhidos e frutos comerciais produzidos por planta.

Observa-se na Figura 14, que as curvas de exportação de nitrogênio, fósforo e cálcio apresentaram modelo quadrático, a de potássio comportamento linear, e as curvas de exportação de magnésio e enxofre, modelo cúbico.

A Tabela 27 informa as equações ajustadas para a exportação de nutrientes pelos frutos em função de dias após transplântio, assim como o coeficiente de determinação das referidas equações.

Tabela 27 - Equações de regressão ajustadas para a exportação de nutrientes pelos frutos em função de dias após transplantio (x).

Órgão	Equação	R ² /r ²
Nitrogênio	$\hat{y} = 12,8358 - 0,257077x + 0,001553x^2$	0,70
Fósforo	$\hat{y} = - 1,1443 - 0,00162x + 0,000456x^2$	0,96
Potássio	$\hat{y} = - 49,3415 + 0,8307x$	0,92
Cálcio	$\hat{y} = 2,7979 - 0,0773x + 0,00065x^2$	0,93
Magnésio	$\hat{y} = 9,6559 - 0,2476x + 0,002092x^2 - 0,000004482x^3$	0,91
Enxofre	$\hat{y} = 4,6416 - 0,1335x + 0,00114x^2 - 0,000002358x^3$	0,90
Cobre	$\hat{y} = 24,777 - 0,735235x + 0,00646342x^2 - 0,0000122742x^3$	0,97
Ferro	$\hat{y} = - 0,001632 - 0,34348x + 0,0110448x^2$	0,98
Manganês	$\hat{y} = 157,1 - 4,57596x + 0,0402241x^2 - 0,000089766x^3$	0,83
Zinco	$\hat{y} = - 14,6623 + 0,106483x + 0,00230212x^2$	0,95

Aos 240 DAT, os frutos correspondiam a 80,3% da matéria seca total acumulada pela planta. Do total dos nutrientes acumulados na planta ao final do experimento, os frutos exportaram 40,0% do nitrogênio, 54,6% do fósforo, 60,1% do potássio, 25,2% do cálcio, 50,8% do magnésio e 57% do enxofre.

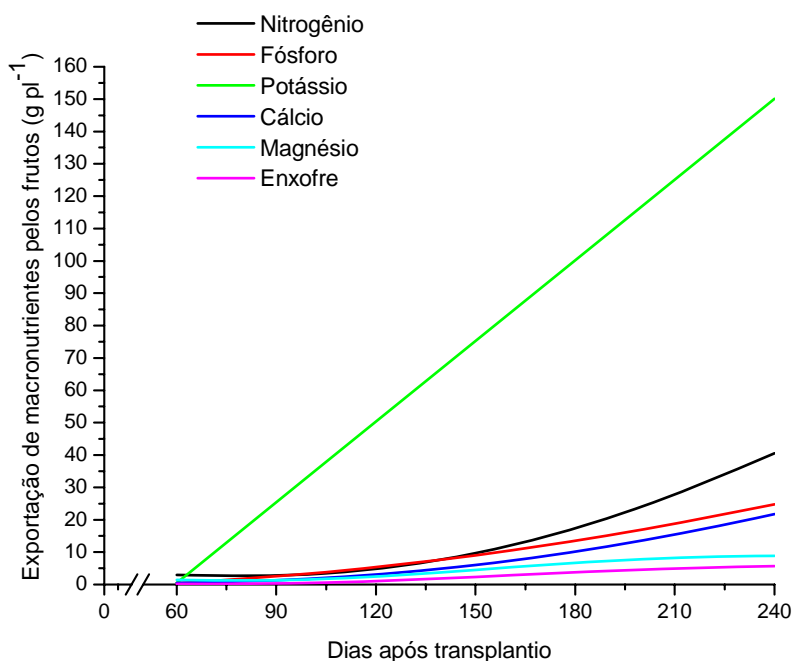


Figura 14 – Exportação de macronutrientes pelos frutos de bucha vegetal ao longo do ciclo.

Conforme a Tabela 28, o potássio foi o nutriente mais exportado pelos frutos, com um total de 93,767 kg ha⁻¹, seguido pelo nitrogênio com 25,369 kg ha⁻¹, pelo fósforo com 15,465 kg ha⁻¹, pelo cálcio com 13,554 kg ha⁻¹, pelo magnésio com 5,482kg ha⁻¹ e por último pelo enxofre com 3,543 kg ha⁻¹. Segundo Grangeiro *et al.* (2004), as quantidades totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre exportadas pelos frutos de melancia foram 106,4; 11,1; 118,0; 4,3; 6,8 e 6,0 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 28 - Exportação de macronutrientes pelos frutos, aos 240 dias após o transplântio.

Macronutriente	Quantidade exportada pelos frutos em (g planta⁻¹)	Quantidade exportada pelos frutos em (kg ha⁻¹)**
Potássio	150,027	93,767
Nitrogênio	40,590	25,369
Fósforo	24,744	15,465
Cálcio	21,686	13,554
Magnésio	8,772	5,482
Enxofre	5,669	3,543

** Foi considerada a população de 625 plantas ha⁻¹.

Observa-se na Figura 15, que as curvas de cobre e manganês exportados pelos frutos, apresentaram modelo cúbico e as curvas de exportação de ferro e zinco apresentaram comportamento quadrático.

Do total dos nutrientes acumulados na parte aérea ao final do experimento, os frutos exportaram 71,12% do cobre, 15,66% do ferro, 19,63% do manganês e 52,45% do zinco.

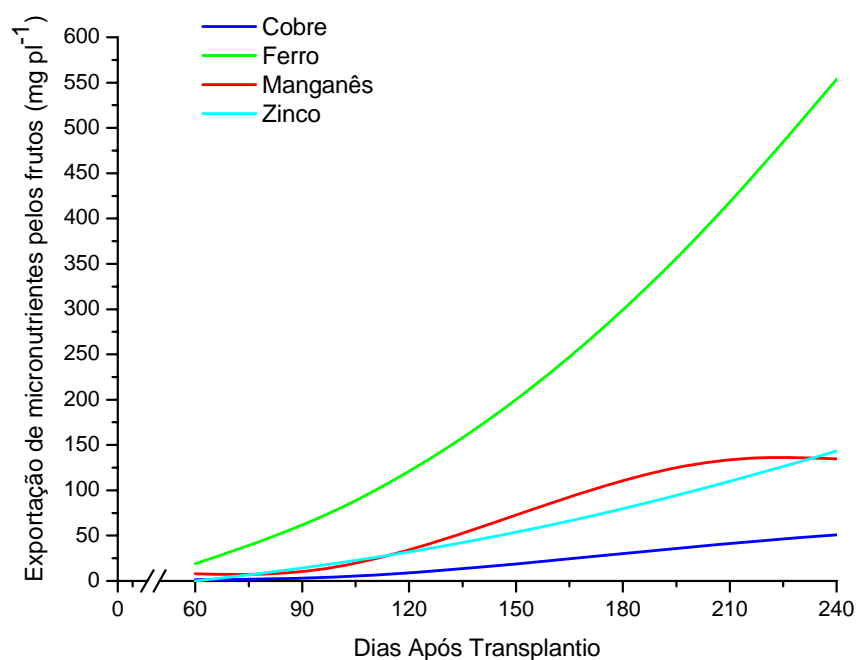


Figura 15 – Exportação de micronutrientes pelos frutos de bucha vegetal ao longo do ciclo.

Conforme a Tabela 29, o ferro foi o nutriente mais exportado pela cultura, com um total de 346,09 g ha⁻¹, seguido pelo zinco com 89,68 g ha⁻¹, manganês com 84,28 g ha⁻¹, e por último pelo cobre com 31,83 g ha⁻¹.

Tabela 29 - Exportação de micronutrientes pelos frutos, aos 240 dias após o transplântio.

Micronutriente	Quantidade retirada pelos frutos em mg planta ⁻¹	Quantidade retirada pelos frutos em g ha ⁻¹ **
Ferro	553,74	346,09
Zinco	143,49	89,68
Manganês	134,85	84,28
Cobre	50,94	31,83

** Foi considerada a população de 625 plantas ha⁻¹.

4 CONCLUSÕES

- O ponto de máxima produção total de matéria seca ocorreu 231,01 DAT, com um acúmulo de 9,69 kg pl⁻¹.
- A matéria seca das folhas correspondeu a 14,04%, a matéria seca do caule e ramos a 27,68%, e a matéria seca acumulada pelas flores e frutos foi de 58,51% da matéria seca acumulada na planta.
- O maior acúmulo de nitrogênio e cálcio ocorreu nas folhas, enquanto que fósforo, potássio, magnésio e enxofre, foram mais acumulados nas flores e frutos.
- O potássio foi o macronutriente mais absorvido pela planta, seguido pelo nitrogênio, cálcio, fósforo, magnésio e enxofre, nesta ordem.
- O maior acúmulo de ferro e manganês ocorreu nas folhas, enquanto que cobre e zinco foram mais acumulados nas flores e frutos.
- O ferro foi o micronutriente mais absorvido pela planta, seguido pelo manganês, cobre e zinco, nesta ordem.
- Nos frutos comerciais, a média do comprimento foi de 0,90 m, do diâmetro superior foi de 6,226 cm, do diâmetro médio foi de 8,172 mm, do diâmetro inferior foi de 10,626 mm.
- Aos 240 DAT, os frutos corresponderam a 80,3% da matéria seca total acumulada pela planta.
- Do total dos nutrientes acumulados na planta ao final do experimento, os frutos exportaram 40,0% do nitrogênio, 54,6% do fósforo, 60,1% do potássio, 25,2% do cálcio, 50,8% do magnésio e 57% do enxofre.
- O potássio foi o nutriente mais exportado pelos frutos, com um total de 93,767 kg ha⁻¹, seguido pelo nitrogênio com 25,369 kg ha⁻¹, pelo fósforo com 15,465 kg ha⁻¹, pelo cálcio com 13,554 kg ha⁻¹, pelo magnésio com 5,482kg ha⁻¹ e por último pelo enxofre com 3,543 kg ha⁻¹.
- O ferro foi o micronutriente mais exportado pelos frutos, com um total de 346,09 g ha⁻¹, seguido pelo zinco com 89,68 g ha⁻¹, pelo manganês com 84,28 g ha⁻¹, e por último pelo cobre com 31,83 g ha⁻¹.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W.F.; BOTREL, T.A.; CARMELLO, Q.A. DE C.; SAMPAIO, R.A.; VASCONCELOS, M.R.B. Marcha de absorção de nutrientes pela cultura da abobrinha conduzida sob fertirrigação. IN: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R.P.C. DO; RESENDE, R.S. (COORD.) Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001, v.1, p.67 – 77.

ÁVILA, G.A.C. Cultura da bucha vegetal. Informe EMATER-MG, nov 2002.

BELFORT, C.C. Acumulação de material seca e recrutamento de nutrientes em melão (*Cucumis melo* I. cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em latossolo vermelho amarelo em Presidente Wenceslau-S.P. Piracicaba, 1985. 72p. tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BENNETT, W.F. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. Minnesota, 202p., 1993.

BISOGNIN, D.A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.5, p.715-723, 2002.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCÍA, B.S.; TAMÉS, R.S. Fisiologia vegetal, Madrid, 662p., 1995.

DIAZ, G.A.G. Aspectos técnicos sobre el cultivo del paste (*Luffa cylindrica*). Ministério de agricultura y ganaderia, Costa Rica, 38p, 1997.

GANGOPADHYAY,G.; BANDYOPADHYAY,T.; GANGOPADHYAY, S.B.; MUKHERJEE, K.K. Luffa sponge – a unique matrix for tissue culture of Philodendron. *Current Science*, v. 86, n. 2, 2004.

GOTO, R.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M. de M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R.P.C. do; RESENDE, R.S. (Coord.) Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001, v.2, p.241 – 268.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.763-767, jul-set. 2005.

- GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p.93-97, jan-mar. 2004.
- GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.740-743, out-dez 2004.
- HAAG, H.P. E MINAMI, K. *Nutrição mineral em hortaliças*. Campinas, 631p. 1981.
- HEISER, C.B., SCHILLING, E.E. The genus *Luffa*: a problem in phytogeography. In: BATES, D.M., ROBINSON, R.W., JEFFREY, C. *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Ithaca and London : Cornell University, p.120-133, 1990.
- KANO, C. Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com a adição de potássio e CO₂ na água de irrigação. Piracicaba, julho, 2002.
- LIMA, A.A. DE. Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (*Cucumis melo* L.) Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 60f, 2001.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A.de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, 319p., 1997.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1995, 889p.
- MELO, A. M. T. ; NAGAI, H. ; TRANI, P. E. Bucha (*Luffa cylindrica*). In; FAHL, J.I.; FURLANI, A.M.C.F.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATTO, A.M.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DEMARIA, I.C. (Ed.) *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. Campinas; IAC. 1998. (Boletim Técnico).
- POÇAS, E.C.; BUZATO, J.B.; CELLIGOI, M.A.P.C.; NETO, D.C. Aplicação de Bucha Vegetal (*Luffa cylindrica*) como Suporte para Produção de Xarope de Açúcar Invertido. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v.25, n.1, p.53-58, jan-jun. 2004.
- PRATA, E.B. Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumis melo* L.). Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 37f. 1999.

- RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 285p.1996.
- SANTOS, R.H.S.; SIQUEIRA, R.G. Diagnóstico empresarial integrado bucha vegetal. Bonfim, 34p, Relatório, 2004.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 54 p. 1974.
- SILVA JÚNIOR, M.J. da; MEDEIROS, J.F. de; OLIVEIRA, F.H.T. de; DUTRA, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.10, n.2, p.364–368, 2006.
- SILVA, W.J.da. Cucurbitáceas: influência de alguns fatores climáticos. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.8, n.85, p.20-21, jan 1982.
- TRANI, P.E.; VILLA, W.; MINAMI, K. Nutrição mineral, calagem e adubação da melancia. IN: MINAMI, K.; IAMAUTI, M. Cultura da melancia. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p. 19-47, 1993.
- VILLAS BÔAS, R.L.; ANTUNES, C.L.; BOARETTO, A.E.; SOUZA, V.F.DE; DUENHAS, L.H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: Folegatt, M.V. (Coord) Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, cap.2, p. 71-103.