

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LUCAS PINHEIRO DE ARAÚJO

**ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA BATATEIRA, CULTIVAR JELLY, SOB
ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS LÍQUIDOS**

**Uberlândia - MG
Setembro - 2013**

LUCAS PINHEIRO DE ARAÚJO

**ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA BATATEIRA, CULTIVAR JELLY, SOB
ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS LÍQUIDOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: José Magno Queiroz Luz

**Uberlândia - MG
Setembro - 2013**

LUCAS PINHEIRO DE ARAÚJO

**ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELA BATATEIRA, CULTIVAR JELLY, SOB
ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS LÍQUIDOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 27 de setembro de 2013.

Eng. Agr^a Msc. Roberta Camargos de Oliveira
Membro da Banca

Eng. Agr^o Givago Coutinho
Membro da Banca

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
Orientador

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram e acreditaram na realização deste trabalho.

Ao professor José Magno Queiroz Luz, pela oportunidade dada e pela inquestionável disponibilidade, sou muito grato.

À doutoranda Roberta Camargos de Oliveira, não só pelo auxílio na parte estatística, mas também pela simpatia, paciência e determinação para concluir bem este estudo.

Agradeço a meus pais, Deise e Osmar, pelos valores, pelo carinho e pela fé, que não falharam quando as circunstâncias não pareciam favoráveis.

Ao meu irmão, Tiago, pela amizade incondicional.

A todos amigos e amigas da Agronomia - UFU.

RESUMO

Das principais culturas brasileiras a batata é incomparavelmente a que mais demanda a aplicação de fertilizantes. Dada sua importância, o ciclo curto e os altos rendimentos obtidos, a cultura recebe frequentemente adubações pesadas que preocupam tanto pelo gasto exacerbado e desnecessário quanto pelo risco de contaminação ambiental. Assim, produtos que tornem a nutrição da batateira mais eficiente e menos dispendiosa vem sendo desenvolvidos, como é o caso dos fertilizantes organominerais líquidos. Nesse sentido, este trabalho visou abranger a utilização destes produtos organominerais dentro do conceito de marcha de absorção de nutrientes. A utilização de curvas representativas das necessidades nutricionais da cultura ao longo de seu ciclo auxilia na avaliação dos pontos críticos de necessidade de um dado nutriente, favorecendo o planejamento e o parcelamento das adubações. O estudo foi conduzido no município de Perdizes utilizando a cultivar Jelly, de aptidão para a indústria. O experimento consistiu de dois tratamentos, a testemunha na qual foi realizada a adubação mineral e o tratamento organomineral, que foi um complemento dos fertilizantes usados na testemunha mais os produtos organominerais. Foram coletadas duas plantas por parcela a cada dez dias, a partir dos 31 dias após o plantio, e submetidas ao laboratório para avaliação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Zn e Mn) para folhas, hastes e tubérculos, separadamente. Os tratamentos não diferiram entre si para a maioria dos nutrientes. À exceção de casos pontuais, como o acúmulo de Ca e Mg em que o tratamento organomineral foi claramente superior nas últimas avaliações, não se nota um efeito claro dos fertilizantes organominerais líquidos. Contudo, nos estudos ao longo do ciclo, os modelos adaptados para interações significativas mostraram uma tendência geral de o tratamento organomineral atingir os pontos de máximo acúmulo mais precocemente que as testemunhas. Pelas curvas determinou-se a sequência decrescente de acúmulo máximo para folhas: potássio > nitrogênio > cálcio > magnésio > enxofre > fósforo > manganês > ferro > zinco > cobre > boro; para as hastes: potássio > magnésio > cálcio > nitrogênio > fósforo > enxofre > manganês > cobre > ferro > zinco > boro; e para tubérculos: potássio > nitrogênio > fósforo > cálcio > magnésio > enxofre > ferro > zinco > cobre > manganês > boro.

Palavras-chave: batata, nutrição mineral, fertilizante organomineral, marcha de absorção.

ABSTRACT

Within the Brazilian main crops, potato is incomparably the one that most requires fertilizers. Due to its importance, short life-cycle and high yield, potato crops often receive high amounts of fertilizers what is disturbing, considering both the exaggerated and unnecessary waste and the risk of environmental contamination. Thus, products which make potato plants nutrition more efficient and less costly have been developed, such as the case of organo-mineral fertilizers. That way, this work scope was the use of these organo-mineral products within the nutrient uptake process concept. The use of curves representing the crop nutritional needs throughout its cycle assists in the evaluation of the critical need for a given nutrient favoring a better planning and subdivision of fertilization. The study was carried out in the city of Perdizes, using the cultivar Jelly, suitable for industry. The experiment consisted of two treatments, the control, which received mineral fertilization, and the organo-mineral treatment, which was an addition of fertilizers used in control plus organo-mineral fertilizers. Two plants were sampled per plot each ten days, beginning at 31 days from planting, then submitted to the laboratory in order to evaluate the content of macronutrients (N, P, K, Ca, Mg and S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Zn and Mn) in leaves, stems and tubers, separately. The treatments did not differ for most nutrients. Except for isolated cases, such as the accumulation of Ca and Mg in which organo-mineral treatment was clearly higher in latter evaluations, there wasn't a clear effect of liquid organo-mineral fertilizers. However, in studies over the cycle, models adapted to significant interactions displayed a general tendency to organo-mineral treatment achieve maximum accumulation points earlier than the control. Therefore, the maximum accumulation decreasing sequence was determined by the charts. It was, for leaves: potassium > nitrogen > calcium > magnesium > sulfur > phosphorus > manganese > iron > zinc > copper > boron; for the stems: potassium > magnesium > calcium > nitrogen > phosphorous > sulfur > manganese > copper > iron > zinc > boron; and tubers: potassium > nitrogen > phosphorous > calcium > magnesium > sulfur > iron > zinc > copper > manganese > boron.

Key-words: potato, mineral nutrition, organo-mineral fertilizer, nutrient uptake.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A cultura da Batata (<i>S. tuberosum</i>)	13
2.2 Ciclo da cultura.....	13
2.3 Características da cultivar.....	14
2.4 Nutrição Mineral.....	14
2.5 Fertilizantes organominerais.....	15
2.6 Marcha de absorção	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Área experimental e condução do experimento	18
3.2 Delineamento experimental e variáveis analisadas	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Massa seca	21
4.2 Nitrogênio.....	22
4.3 Fósforo.....	26
4.4 Potássio.....	30
4.5 Cálcio.....	35
4.6 Magnésio	38
4.7 Enxofre	41
4.8 Boro	45
4.9 Cobre	49
4.10 Ferro	52
4.11 Manganês.....	55
4.12 Zinco.....	59
5 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de solo da área experimental determinada segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (2009).	18
Tabela 2 - Composição dos fertilizantes organominerais aplicados como tratamento em plantas de batata, cultivar Jelly. Perdizes, 2012.	19
Tabela 3 - Planejamento de aplicação dos fertilizantes organominerais líquidos em função dos dias após o plantio (DAP)	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Massa seca de folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) durante o ciclo da cultura...	21
Figura 2 - Diferenças entre tratamentos para variável matéria seca nas hastes (A), folhas (B) e tubérculos (C).	22
Figura 3 - Teor de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo...	23
Figura 4 - Teor de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	24
Figura 5 - Acúmulo de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	25
Figura 6 - Acúmulo de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se os tratamentos.	26
Figura 7 - Teor de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo...	27
Figura 8 - Teor de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	28
Figura 9 - Acúmulo de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	29
Figura 10 - Acúmulo de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	30
Figura 11 - Teor de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	31
Figura 12 - Teor de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	32
Figura 13 - Acúmulo de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	33
Figura 14 - Acúmulo de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	34
Figura 15 - Teor de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	35
Figura 16 - Teor de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	36
Figura 17 - Acúmulo de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	37
Figura 18 - Acúmulo de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	38

Figura 19 - Teor de Mg nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	39
Figura 20 - Teor de Mg nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	39
Figura 21 - Acúmulo de Mg nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) ao longo do ciclo.	40
Figura 22 - Acúmulo de Mg nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	41
Figura 23 - Teor de S nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	42
Figura 24 - Teor de S nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	43
Figura 25 - Acúmulo de S nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	44
Figura 26 - Acúmulo de S nas folhas (A), hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	44
Figura 27 - Teor de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	45
Figura 28 - Teor de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	46
Figura 29 - Acúmulo de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	47
Figura 30 - Acúmulo de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	48
Figura 31 - Teor de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	49
Figura 32 - Teor de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	50
Figura 33 - Acúmulo de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	51
Figura 34 - Acúmulo de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	52
Figura 35 - Teor de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	53
Figura 36 - Teor de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	53

Figura 37 - Acúmulo de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	54
Figura 38 - Acúmulo de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	55
Figura 39 - Teor de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	56
Figura 40 - Teor de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	57
Figura 41 - Acúmulo de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	58
Figura 42 - Acúmulo de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	59
Figura 43 - Teor de Zn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.	60
Figura 44 - Teor de Zn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	61
Figura 45 - Acúmulo de Zn nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) ao longo do ciclo.	61
Figura 46 - Acúmulo de Zn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.	62

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) tem seu provável centro de origem nas elevadas altitudes da região andina da América do Sul onde, acredita-se, nativos já a cultivavam por cerca de 2000 anos antes da chegada dos europeus (FONTES et al., 2005). Considerada a olerácea mais importante mundialmente é o terceiro alimento mais consumido no mundo, sendo suplantada somente por trigo e arroz considerando-se que o milho tem sua principal utilização na nutrição animal (AGRIANUAL, 2013).

No Brasil, de acordo com levantamentos do IBGE (2012), a cultura é responsável por produções de 3.528.071 toneladas a rendimentos de, em média, 27,6 t ha⁻¹ ao longo das três safras, das águas, da seca e de inverno. Minas Gerais segue como o estado líder na produção, com cerca de 1.245.972 toneladas produzidas em 2012. Entre as olerícolas, é a mais importante uma vez que possui a maior área cultivada, maior produção e maior valor da produção.

Em termos de nutrição da cultura, a batateira é a que mais exporta nutrientes valendo-se de adubações com altas doses de fertilizantes dentre os quais se destacam os potássicos. A cultura apresenta ciclo relativamente curto e altos rendimentos por área, sendo deste modo muito exigente quanto à presença de nutrientes na forma prontamente disponível na solução do solo (FERNANDES, 2010). Contudo, adubações pesadas, normalmente utilizadas para a batateira, são contestáveis tendo-se em vista o uso deliberado de fertilizantes inorgânicos face à preocupação com impacto ambiental e o risco de contaminação de lençóis freáticos (EPPENDORFER; EGGUM, 1994).

O foco em maiores produtividades, leva em conta não apenas a maior produção por área, mas também o uso consciente e sustentável dos agroquímicos o que determina a busca de fertilizantes mais econômicos e eficientes. Assim, fontes orgânicas, tradicionalmente subutilizadas, tornam-se opções interessantes uma vez que melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e refletem sobre a produção (SILVA et al., 2009). Também é bastante viável fornecer micronutrientes em pulverizações visto que complementam a adubação em momentos críticos durante o ciclo da cultura (FILGUEIRA, 2008).

A busca por alternativas de fertilizantes mais eficientes leva ao desenvolvimento de uma classe de produtos enriquecidos com matéria orgânica, os fertilizantes organominerais. A melhoria promovida por estes fertilizantes refere-se à matéria orgânica presente no solo estimulando a flora microbiana e o crescimento radicular, facilitando a absorção de nutrientes, melhorando o ambiente radicular, a aeração, retenção de água e estado de

agregação do solo contribuindo, especialmente, para formação de quelatos naturais (SOUZA; RESENDE, 2003).

A determinação da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante porque permite avaliar em que as épocas os elementos são mais exigidos durante o desenvolvimento da cultura e a distribuição desses nas diferentes estruturas da planta. Assim, a utilização de curvas de acúmulo de nutrientes auxilia na determinação dos pontos do ciclo da cultura em que há maiores necessidades de um dado nutriente, favorece o planejamento e parcelamento das adubações e contribuiu para o uso mais eficiente e sustentável dos fertilizantes (FERNANDES, 2010).

Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar a marcha de absorção e o acúmulo de nutrientes pela batateira, cultivar Jelly, no intuito de verificar, comparativamente sob a aplicação de fertilizantes organominerais líquidos, os pontos críticos de necessidades nutricionais durante o ciclo da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da Batata (*S. tuberosum*)

A espécie *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, cultivada mundialmente, teve seu centro de origem à vizinhança do lago Titicaca, próximo à fronteira de Peru e Bolívia. Nos Andes, a bataticultura tem sido praticada pelos nativos nos últimos 8 milênios, mas foi levada para a Espanha somente em 1570. Daí então, progrediu pelos séculos posteriores para se tornar um alimento básico para os europeus e se disseminar pela maioria das regiões tropicais e subtropicais do planeta, tornando-se a base alimentar de muitos povos (FILGUEIRA, 2008).

No Brasil, a batata é a principal hortaliça do agronegócio, tanto em área cultivada como em preferência alimentar, sendo que seu cultivo tem se modificado nos últimos anos. A mudança no perfil de produtores cresceu em tecnologia na produção da cultura, logo passaram a ocorrer acréscimos de produção, saindo de 2,23 milhões de toneladas, em 1990, para 3,7 milhões de toneladas em 2012, em uma área de 141 mil hectares. As regiões Sudeste e Sul são as principais produtoras. Minas Gerais é o maior produtor nacional de batata com 31,6% da produção total, sendo seguido por Paraná com 19,6%, São Paulo com 17,8% e Rio Grande do Sul com 10,0%. Estes estados respondem juntos por 79,0% da produção nacional (IBGE, 2012).

A batata é a cultura que apresenta a maior demanda relativa de fertilizantes (1.940 kg ha⁻¹), cerca de 5,7 vezes maior que a soja, porém, podendo chegar a atingir até 6.000 kg ha⁻¹ de fertilizantes aplicados em um único cultivo (ANDA, 2000). Dependendo da época de cultivo, o custo com fertilizantes pode representar mais de 19% dos custos de produção (AGRIANUAL, 2012). Acrescido a este fato, a cultura da batata apresenta ciclo relativamente curto, três a quatro meses, com alta produção por área, sendo deste modo muito exigente quanto à presença de nutrientes, na forma prontamente disponível na solução do solo (MAGALHÃES, 1985).

2.2 Ciclo da cultura

A batateira é uma solanácea anual, apresenta caules aéreos, herbáceos, e as raízes originam-se na base desses caules ou hastes. O sistema radicular é delicado e superficial, com raízes até 50 cm de profundidade, no entanto, há mais dois tipos de caules, ambos

subterrâneos: os estolões e os tubérculos. Os tubérculos formam-se nas extremidades dos estolões e são as partes da planta que representam seu valor econômico, alimentar e propagativo (FILGUEIRA, 2008).

O ciclo da cultura pode ser dividido em quatro estádios de desenvolvimento. O estágio I consiste do crescimento vegetativo e vai do plantio da batata-semente até a emergência das hastes o que ocorre de uma a duas semanas. O estágio II compreende o intervalo entre a emergência das hastes e o início da formação dos tubérculos (tuberização) o que se dá por volta da quarta semana após o plantio. Nesse estágio é que se formam os tubérculos que definirão a colheita e realizam-se as adubações nitrogenadas de cobertura e a amontoa. O estágio III vai do início da tuberização até o máximo desenvolvimento vegetativo próximo à oitava semana pós-plantio, havendo também um desenvolvimento acelerado da parte aérea. Esse estágio caracteriza-se pelo enchimento dos tubérculos. O estágio IV caracteriza-se pela maturação e senescência natural das partes vegetativas e observa-se que a translocação dos nutrientes das folhas e hastes para os tubérculos é a principal causa do acréscimo de matéria seca nesse período (FERREIRA et al., 1993; FILGUEIRA, 2008).

2.3 Características da cultivar

A cultivar Jelly caracteriza-se por um ciclo semi-tardio acompanhado de um rápido período juvenil. De boa qualidade para consumo é, em geral, destinada ao processamento para fritas considerando-se a baixa descoloração após cocção. Os tubérculos são de médios a grandes, ovais, amarelos, suave ou levemente reticulados. Possui alta resistência a *Rhizoctonia* sp, à canela preta e ao vírus PVY. Além disso, a cultivar possui média demanda para nutrientes no solo e recursos hídricos de forma que a tolerância ao déficit é alta (EUROPLANT, 2012).

2.4 Nutrição Mineral

A cultura da batata, em razão da sua maior exigência e alta produção por área, exporta do solo maiores quantidades de nutrientes quando comparada a culturas de grãos. Dessa forma, no cultivo da batata em sistemas intensivos, normalmente são utilizadas altas doses de fertilizantes químicos com N, P e K (COGO et al., 2006).

A cultura extrai mais potássio que qualquer outro elemento seguindo-se, em ordem decrescente, nitrogênio, cálcio, enxofre, fósforo e magnésio. O potássio poderia ser chave para as altas produtividades, no entanto, devido à pobreza de fósforo dos solos na região centro-sul brasileira em que a bataticultura é relevante, a aplicação de adubos fosfatados tem sido a que mais oferece respostas em produtividade (FILGUEIRA, 2008).

O desenvolvimento da planta de batateira e o crescimento dos tubérculos estão diretamente relacionados com a disponibilidade de N no solo, contudo, devem ser evitadas doses muito altas de N principalmente as aplicadas tardiamente, que induziriam a planta a produzir folhas em demasia e a alongar seu crescimento e maturação, o que implicaria na redução do período desejável de tuberização (FONTES et al., 2005).

Normalmente, por ocasião do plantio, a dosagem total de P é fornecida no plantio enquanto N e K são parcelados sendo o restante fornecido em cobertura no momento da amontoa. Isso proporciona a redução do efeito salino ocasionado pelo excesso de K, redução da volatilização de N e eventuais perdas por lixiviação dos fertilizantes. Em geral, as formulações NPK utilizadas especialmente no plantio são pobres nos demais macronutrientes, podendo haver complementação de Ca, S e Mg por ocasião da cobertura (FERREIRA et al., 1993; FILGUEIRA, 2008).

A adubação foliar também visa complementar a adubação via solo fornecendo pequenas parcelas de macronutrientes ou mesmo parcelas substanciais de micronutrientes. As inúmeras intervenções realizadas durante o ciclo da cultura visando aplicar defensivos sobre a folhagem permitem que se incluam fertilizantes nas pulverizações fazendo com que a nutrição foliar possa ser utilizada como importante ferramenta de suporte à nutrição da cultura (FILGUEIRA, 2008).

2.5 Fertilizantes organominerais

Os compostos organominerais caracterizam-se por uma combinação de fertilizantes sendo fruto do enriquecimento de adubos orgânicos por fertilizantes minerais. A adubação orgânica no solo já é utilizada há séculos na olericultura e mais recentemente tem-se utilizado produtos organominerais com aplicação em fertirrigação e via foliar, principalmente como fonte de N, K e micronutrientes aliados a componentes orgânicos (ABBA, 2009).

A adubação organomineral normalmente é mais eficiente que a aplicação exclusiva de qualquer dos dois tipos de material (adubação orgânica ou química). Em muitas regiões

produtoras, no campo, esse tipo de adubação vem sendo praticado há décadas, obtendo ótimos resultados. Com o atual incremento na produção brasileira de hortaliças em estufa, a adubação organomineral tende a ser ainda mais utilizada (FILGUEIRA, 2008).

A matéria orgânica enriquecida com nutrientes de fonte mineral forma complexos que facilitam a absorção destes. A fração húmica é uma das responsáveis por estimular a flora microbiana e melhorar o ambiente radicular tornando-o mais propício à absorção dos nutrientes. Há também a contribuição para a estrutura do solo em termos de aeração, retenção de água, formação de agregados e, principalmente, a formação de quelatos naturais. Os quelatos são moléculas orgânicas que podem sequestrar e liberar lentamente certos íons de nutrientes como cálcio, magnésio, ferro, cobalto, cobre, zinco e manganês que podem, então, ser mais facilmente absorvidos por folhas e raízes (SOUZA; RESENDE, 2003). Outros componentes que podem estar presentes na matéria orgânica são aminoácidos livres. Estes, além de servirem como uma excelente fonte nutricional, são precursores de proteínas e hormônios essenciais ao enraizamento e ao crescimento da planta, de um modo geral (ABBA, 2009).

2.6 Marcha de absorção

Na literatura brasileira, alguns trabalhos comprovam a utilização de indicadores de crescimento na predição de curvas demonstrativas do comportamento da batata ao longo do desenvolvimento de seu ciclo (GARGANTINI et al., 1963; MACEDO et al., 1981; YORINORI, 2003; FAVORETTO, 2005; FERNANDES, 2010). Os índices determinados na análise de crescimento, por exemplo as curvas de acúmulo de massa seca, indicam a capacidade das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (relação fonte/dreno) demonstrando a translocação dos fotoassimilados dos sítios de fixação para os locais de armazenamento ou utilização (FONTES et al., 2005).

Neste sentido, o estudo sobre o acúmulo de MS e a absorção de nutrientes em função do estágio fenológico da planta fornecem informações para o conhecimento da absorção e extração de nutrientes pelas culturas e as épocas em que os nutrientes são absorvidos em maior proporção (MACEDO et al., 1981). Isso propicia o melhor planejamento de em que momento disponibilizar nutrientes às plantas. Gargantini (1963) provou que N, K, Mg e S atingiam picos de acúmulo entre 40 e 50 dias após o plantio enquanto P e Ca eram absorvidos continuamente. Outro bom exemplo da utilidade das curvas de acúmulo é dado por Yorinori

(2003) ao trabalhar com a cultivar "Atlantic" demonstrando um padrão de absorção de N e K. Na safra das águas 20% de todo N extraído se dava na fase de tuberização e 60% no enchimento de tubérculos ao passo que, na safra das secas, esses valores correspondiam a 24 e 76%.

Então, pelo fato da batateira ser uma planta com rápido desenvolvimento e a cultura em si demanda de uma grande quantidade de nutrientes neste curto ciclo, as informações obtidas pela marcha de absorção de nutrientes contribuem para atingir uma maior eficiência dos fertilizantes utilizados, aumentando produtividade e qualidade da batata e reduzindo riscos de contaminações ambientais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental e condução do experimento

Este trabalho foi conduzido no município de Perdizes (19°21'10" S e 47°17'34" O), no estado de Minas Gerais, entre março e julho de 2012, em área cedida pela empresa Agropecuária Rocheto e em parceria com a empresa Aminoagro. O clima da região caracteriza-se como tropical de altitude, Aw (megatérmico), com duas estações bem definidas, segundo a classificação de KÖPPEN, apresentando inverno frio e seco com média anual de 20,4 °C. Durante a condução do experimento registrou-se uma precipitação total de 119,8 mm.

O preparo do solo foi realizado de acordo com o recomendado para a cultura da batata, por meio de uma aração seguida de gradagem destorroadora/niveladora e posterior abertura dos sulcos. A adubação foi realizada de forma mecanizada, sendo incorporada posteriormente no sulco de plantio, onde foram plantadas batatas sementes do tipo I (tubérculos com diâmetro de 50 a 60 mm). A adubação foi baseada na análise de solo (Tabela 1) e recomendações da Comissão de fertilidade dos solos de Minas Gerais (CFSMG, 1999).

Tabela 1 - Análise de solo da área experimental determinada segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (2009).

pH H ₂ O	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	T	SB	Al ⁺³
	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				
5,8	14,6	54,5	4,0	1,1	8,4	5,24	0,0

A dose de N foi parcelada, sendo 20% aplicada no sulco, no momento do plantio, e 80% restante aplicada em cobertura, juntamente com a realização da amontoa (27 dias após o plantio). As fontes de N, P e K utilizadas foram: fonte de fósforo (P₂O₅), na forma de Super fosfato simples, com 17% de P₂O₅; fonte de nitrogênio (N), na forma de Uréia com 43% de N, e fonte de potássio (K), na forma de Cloreto de potássio, com 57% de K₂O.

A testemunha consistiu na aplicação de 1000 kg ha⁻¹ de gesso agrícola no dia 20 de fevereiro no pré-plantio, 1950 kg ha⁻¹ do formulado 02-30-04 no dia 3 de março, data do plantio, 260 kg ha⁻¹ de 00-00-60, aos 24 DAP, data da primeira cobertura, e 125 kg ha⁻¹ do 33-00-01, aos 32 DAP, na segunda cobertura. O tratamento organomineral foi uma complementação entre a testemunha e produtos organominerais (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição dos fertilizantes organominerais aplicados como tratamento em plantas de batata, cultivar Jelly. Perdizes, 2012.

Produtos	MO total (g L ⁻¹)	Carbono Orgânico total (g L ⁻¹)	Solúvel em água (g L ⁻¹)		
			N	K (K ₂ O)	Outros nutrientes
Aminoagro Mol	218,5	126,5	115,0	11,5	-
Aminoagro Raiz	322,0	184,0	126,5	11,5	-
Aminoagro Complex Plus	-	-	-	-	S: 78,0; Mg, B e Cu: 6,5
Aminoagro Folha Top	356,5	207,0	115,0	11,5	Mn: 17,3; Zn: 5,8
Aminoagro Energy	-	-	-	-	Ca:104,0; B:24,0
Aminoagro Fruto Plus	-	-	45,0	450,0	-
Aminoagro Magnésio	-	-	-	-	Mg: 49,6; S: 62,0

A Tabela 3 sumariza os produtos e as respectivas doses aplicadas às parcelas que receberam o tratamento organomineral para cada data a partir do plantio. A aplicação dos organominerais foi realizada com o pulverizador autopropelido Case Patriot 350 usando o bico tipo leque Tee Jet modelo XR 11004.

Tabela 3 - Planejamento de aplicação dos fertilizantes organominerais líquidos em função dos dias após o plantio (DAP)

Data (DAP)	Produto	Dose (L ha ⁻¹)	Data (DAP)	Produto	Dose (L ha ⁻¹)
Plantio	Aminoagro Raiz	0,7	61	Aminoagro Folha Top	1,0
	Aminoagro Mol	3,0		Aminoagro Fruto Plus	2,0
31 e 41	Aminoagro Folha Top	1,0	71	Aminoagro Magnésio	1,0
	Aminoagro Complex Plus	2,0		Aminoagro Folha Top	1,0
51	Aminoagro Energy	1,0	81	Aminoagro Fruto Plus	2,0
	Aminoagro Folha Top	1,0		Aminoagro Energy	1,0
	Aminoagro Energy	1,0		Aminoagro Fruto Plus	2,0
				Aminoagro Energy	1,0

O tratamento fitossanitário utilizado no experimento foi o mesmo aplicado à lavoura comercial, com aplicação somente de produtos registrados para a cultura da batata e nas doses recomendadas. A colheita dos tubérculos, por sua vez, foi realizada manualmente aos 105 DAP, foram colhidas todas as plantas contidas nas 2 linhas centrais desprezando-se um metro de cada extremidade das parcelas.

3.2 Delineamento experimental e variáveis analisadas

O trabalho foi realizado em duas faixas, com dois tratamentos (organomineral e testemunha) e 5 repetições, em esquema fatorial subdividido no tempo. Cada parcela era constituída por seis linhas de dez metros de comprimento espaçadas de 0,8 m entre linhas, totalizando 48 m² de área total por parcela.

Partindo-se dos 31 dias até os 91 dias após o plantio, foram coletadas duas plantas inteiras de cada parcela a um intervalo de dez dias, totalizando assim sete datas de coleta. A cada data as plantas retiradas foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) onde se separaram tubérculos, quando presentes, folhas e hastes, ressaltando-se que, para efeito deste estudo, não foram analisadas raízes e tubérculos-semente. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft e destinadas ao laboratório Safrar.

Quantificaram-se para cada parte a massa seca, os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Zn e Mn). O acúmulo foi obtido multiplicando-se a massa seca pelo teor o que resulta na massa, em gramas por planta, contudo quando necessárias comparações com referências da literatura, os dados de acúmulo foram extrapolados para kg ha⁻¹, com base na população obtida pelo espaçamento.

Os dados resultantes foram submetidos à análise de variância pelo teste de F a 5% de significância com auxílio do programa Sisvar. O teste de Tukey a 5% serviu-se para detectar diferenças estatísticas entre os dois tratamentos enquanto que na direção da variável tempo utilizaram-se regressões polinomiais. Em virtude de atender às pressuposições de normalidade, homogeneidade e aditividade para os testes paramétricos algumas das variáveis, indicadas ao longo deste trabalho, foram submetidas à transformação de dados para raiz de x, utilizando-se o software SPSS Statistics.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Massa seca

A Figura 1 mostra os dados de matéria seca para cada uma das partes da planta, em relação ao tempo. Ao contrário das hastes, folhas e tubérculos não obtiveram interações significativas. Para folhas, o ponto máximo de acúmulo de MS foi de 59,57 g planta⁻¹ aos 70 DAP. Para hastes os pontos máximos para organomineral e testemunha foram, respectivamente, 28,81 g planta⁻¹ aos 66 DAP e 25,81 g planta⁻¹ aos 73 DAP. O acúmulo de matéria seca para os tubérculos foi linear, como já era esperado uma vez que, a partir dos pontos máximos para hastes e folhas, há uma tendência à senescência natural dessas partes e consequentemente a translocação de fotoassimilados para os tubérculos.

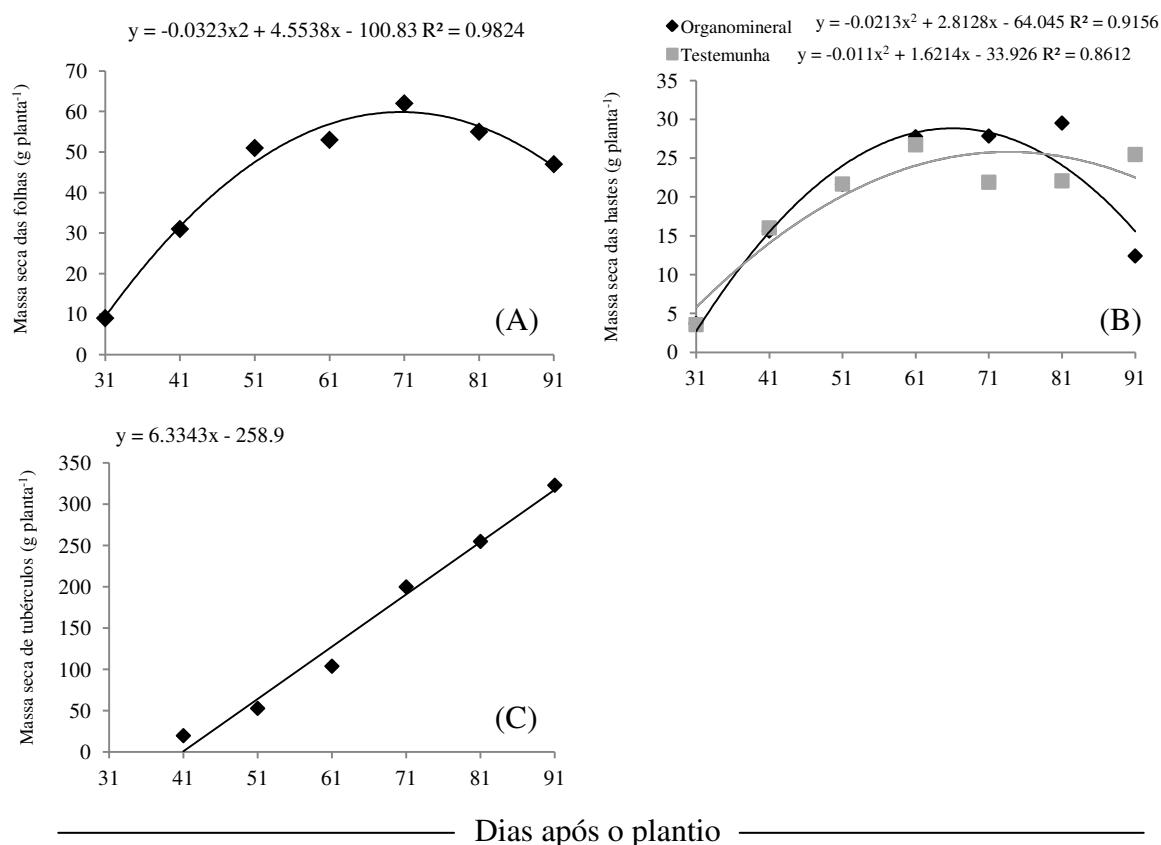
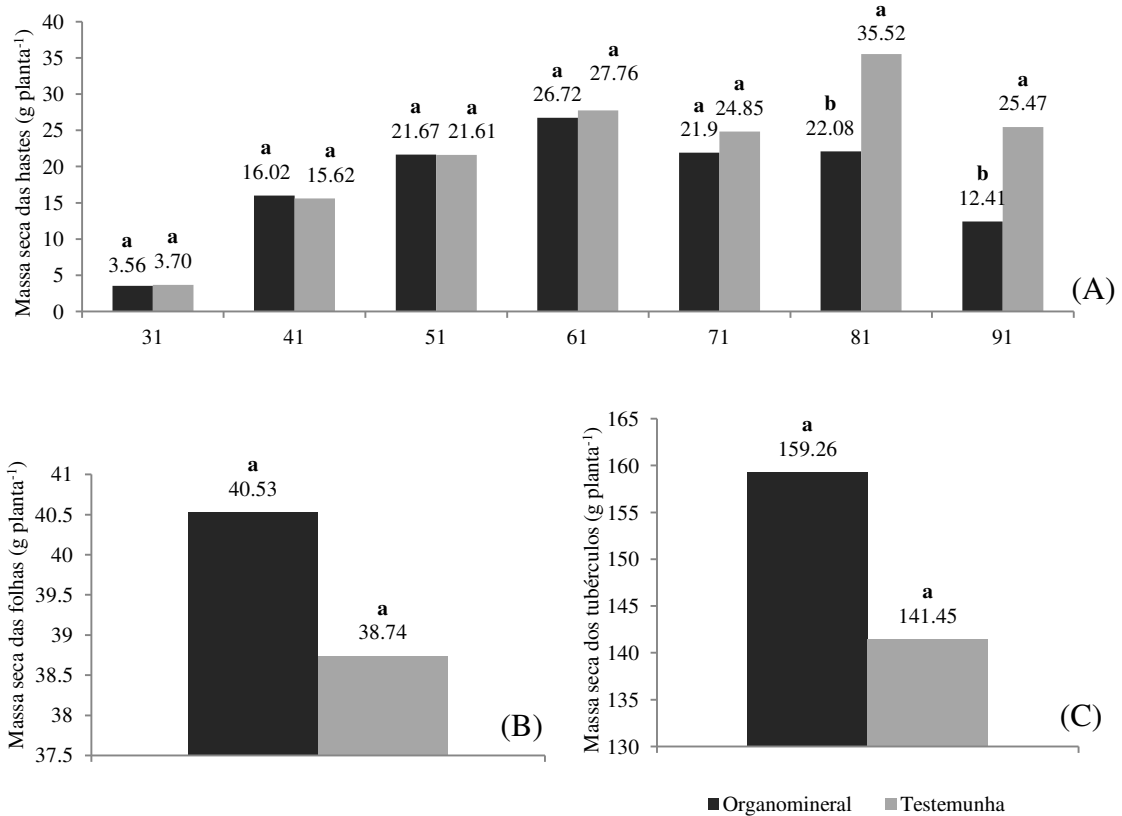


Figura 1 - Massa seca de folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) durante o ciclo da cultura.

Para os tratamentos não houve diferença significativa para folhas ou tubérculos, apenas para hastes nas últimas duas avaliações (Figura 2). Isso pode ter ocorrido devido à senescência mais precoce das hastes nas plantas que receberam o tratamento organomineral.



CV (A) = 34,52; CV (B) = 37,66; CV (C) = 51,88.

Figura 2 - Diferenças entre tratamentos para variável matéria seca nas hastes (A), folhas (B) e tubérculos (C).

4.2 Nitrogênio

Para teores de nitrogênio, folhas, hastes e tubérculos comportaram-se de maneira semelhante em relação à interação tempo x tratamentos. Para os três casos houve significância na interação em nível de 5% de probabilidade o que não demanda o estudo isolado de cada fator. A Figura 3 demonstra o estudo da variável teor de nitrogênio, expressa em g kg⁻¹, em função das datas de coleta (variável independente) para as diferentes partes da planta.

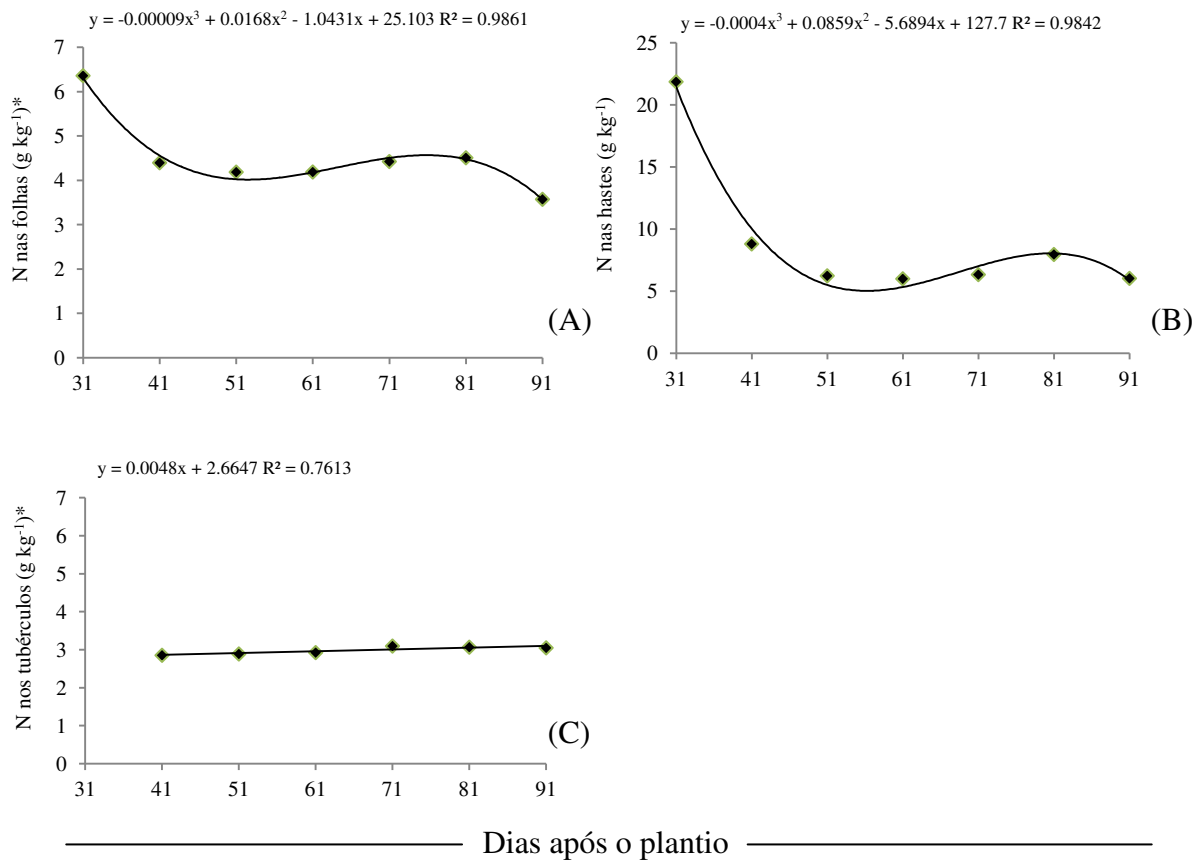
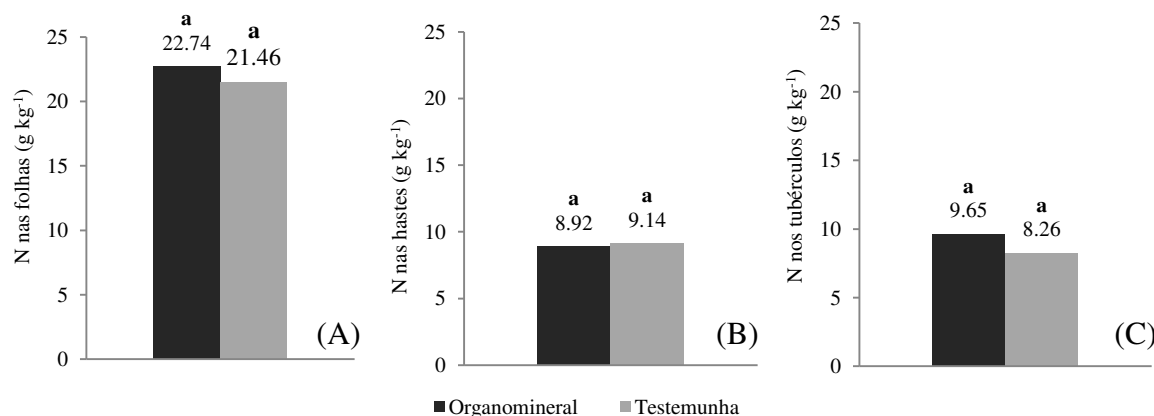


Figura 3 - Teor de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

As curvas ajustadas para hastes e folhas obedeceram modelos cúbicos de regressão enquanto que para tubérculos foi ajustado o modelo linear. Nas folhas o teor máximo correspondeu à data da primeira coleta (40,45 g kg⁻¹) sendo que houveram dois pontos críticos da curva ajustada, um mínimo aos 54 DAP e um máximo aos 76. Para hastes observou-se um comportamento semelhante da curva partindo-se de um máximo teor de 21,43 g kg⁻¹ na primeira coleta, com pontos críticos aos 56 e aos 81 DAP. O comportamento cúbico do teor de N nas folhas e hastes não é totalmente adequado, uma vez que há uma retomada de absorção a partir dos 55 DAP, aproximadamente. No entanto, pode-se justificar a rápida decaída até esta data em função da diluição dos nutrientes uma vez que há um rápido crescimento da MS, conforme cita Fernandes (2010). A partir daí o teor de N para ambos órgãos tendem a ser constantes. Nos tubérculos o comportamento linear explica 76,13% das variações em função do fator tempo o que determina uma taxa de acréscimo do teor a 0.0048 g dia⁻¹, obtendo-se o máximo de 9,30 g kg⁻¹ na última data.

A Figura 4 expõe o estudo pontual dos tratamentos, independentemente do tempo. Os maiores teores foram obtidos na ordem crescente para folhas, tubérculos e hastes, embora não tenha denotado-se diferença significativa entre o tratamento organomineral e a testemunha.



CV (A) = 3,69; CV (B) = 13,09; CV (C) = 22,17.

Figura 4 - Teor de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

Quanto ao acúmulo de N a análise de variância demonstrou que os fatores tratamento e tempo são dependes, dado que a interação foi significativa. Para folhas foi ajustado o modelo quadrático cujos pontos máximos foram de 1,03 e 0,96 g planta⁻¹, nos tempos de 62 e 63 DAP, para tratamento organomineral e testemunha, respectivamente. Nas hastes os pontos críticos se deram a, na sequência organomineral e testemunha, 78 e 64 DAP com valores 0,16 e 0,17 g planta⁻¹ (Figura 5). Já para tubérculos o crescimento foi linear a partir dos 41 DAP atingindo um máximos de 5,75 e 2,18 na última coleta. Yorinori (2003), trabalhando com a cultivar Atlantic na época da seca, obteve 0,2872, 0,5730 e 2,736 g planta⁻¹, nos pontos críticos de 52, 43 e 90 DAP o que concorda com o estudo em questão, à exceção das hastes que atingiram o ponto crítico mais precocemente.

A batata acumula uma baixa quantidade de N durante o crescimento vegetativo até o início da tuberização. Ezeta e McCollum (1972) relatam que a quantidade acumulada para a maioria das cultivares de batata nesse período foi menor que 50%, explicando a baixa taxa de acúmulo nas primeiras coletas. Por sua vez, o acúmulo linear crescente de N nos tubérculos pode ser explicado pela translocação orgânica de fotossintatos a partir das folhas e hastes, fato justificável por este elemento ter ampla redistribuição entre os órgãos das plantas (MALAVOLTA, 2006).

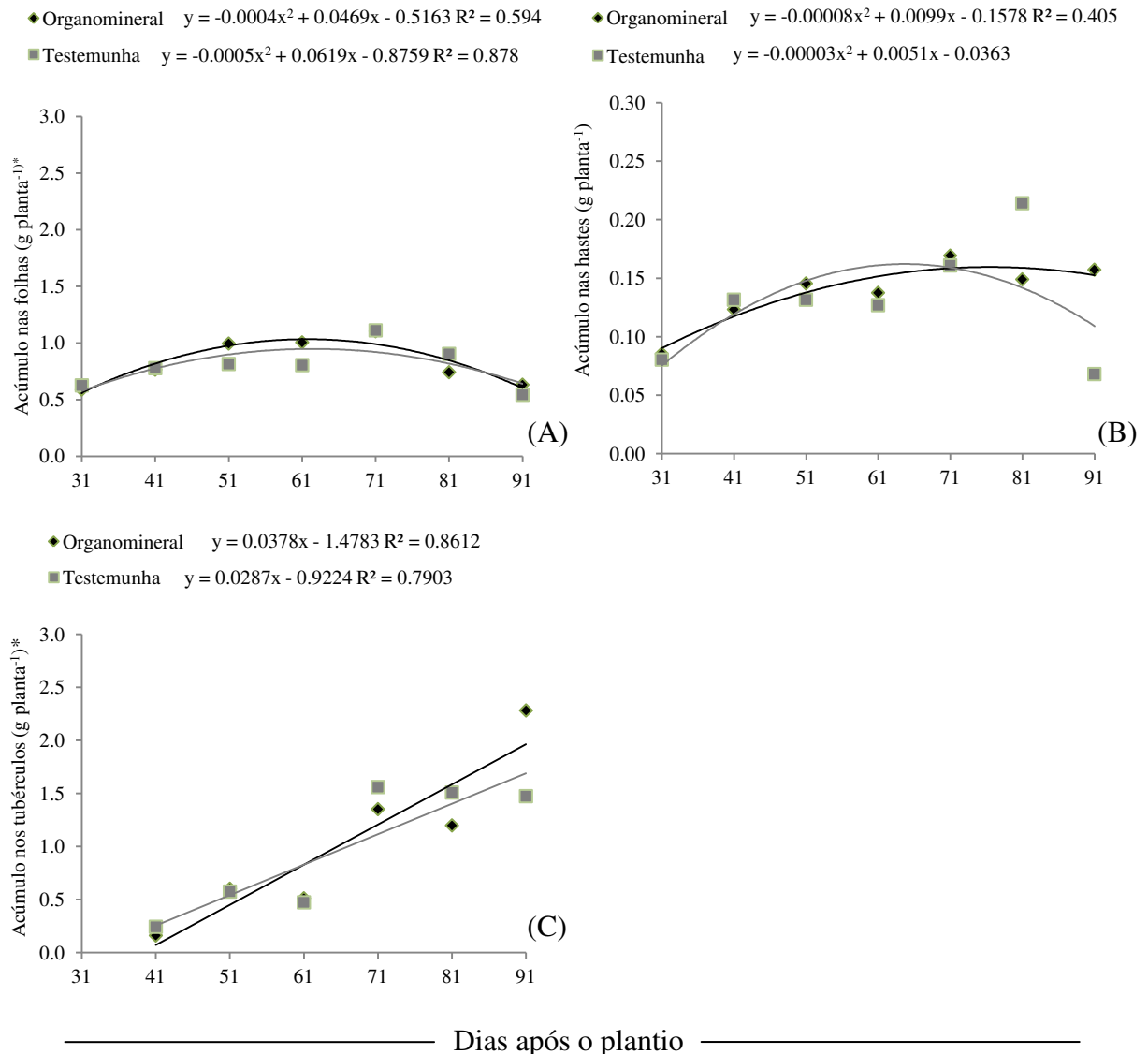
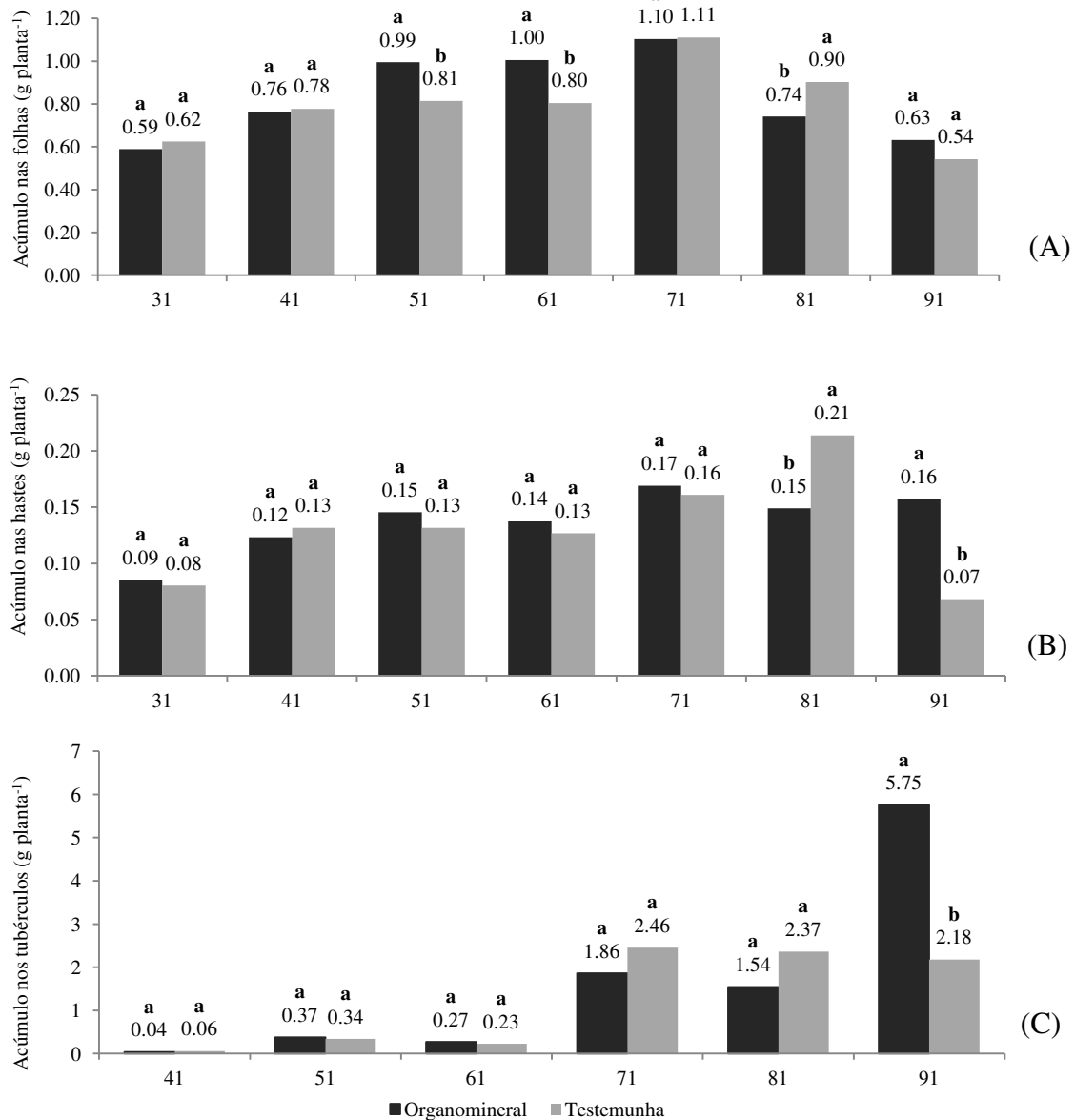


Figura 5 - Acúmulo de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

No estudo dos tratamentos em cada data de coleta o tratamento organomineral foi superior à testemunha nas datas de 51 e 61 DAP, mas inferior aos 81 DAP. Para hastes houve diferença significativa somente nas datas 81, em que organomineral foi inferior, e 91 em que a situação se inverteu. Nos tubérculos, houve diferença estatística somente na última coleta quando o tratamento organomineral foi claramente superior (Figura 6).



CV (A) = 11,62; CV (B) = 24,54; CV (C) = 28,14.

Figura 6 - Acúmulo de N nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se os tratamentos.

4.3 Fósforo

Para teores de fósforo a Figura 7 demonstra que houve interação significativa tratamento x tempo para folhas e hastes, mas não para tubérculos. Nas folhas o tratamento organomineral obedece uma curva quadrática cujo ponto máximo encontra-se aos 56 DAP para 3,96 g kg⁻¹ de teor enquanto a testemunha descreve uma curva linear com mínimo a 0,40

g kg⁻¹ na data da última coleta. Nas hastes ambos tratamentos apresentam modelos lineares decrescentes, sendo a taxa de decréscimo da testemunha maior que a do tratamento. Quanto aos tubérculos não há significância da interação, portanto o teor é analisado no tempo obtendo-se um mínimo de 3,24 g kg⁻¹ aos 69 DAP. À semelhança do estudo proposto por Gargantini (1963) as hastes foram os órgãos que tiveram maior decréscimo em relação ao tempo finalizando o ciclo com uma baixa porcentagem do teor inicial.

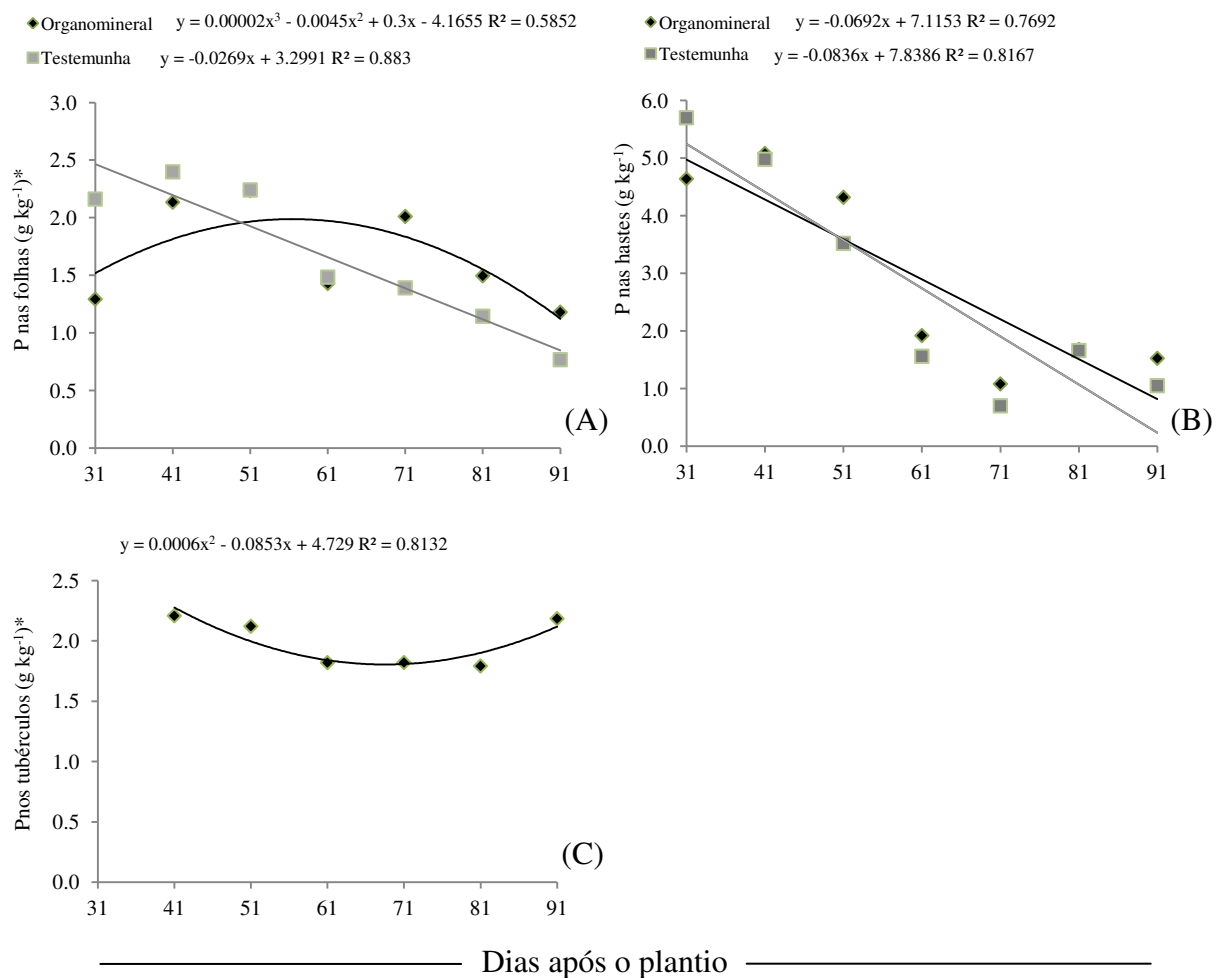
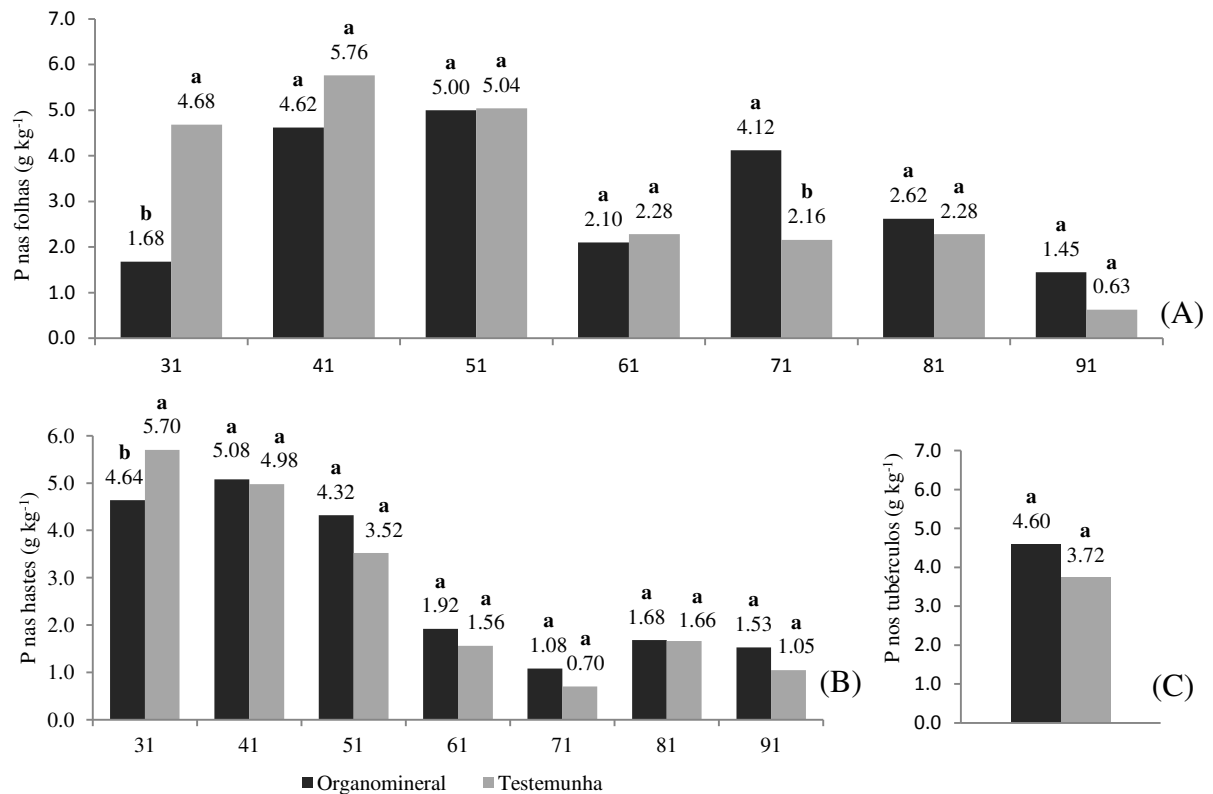


Figura 7 - Teor de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Em relação aos tratamentos, pontualmente em cada data de coleta, verifica-se uma diferença inicial aos 31 dias, para as folhas e hastes, uma vez que o tratamento organomineral mostra-se inferior à testemunha. No restante do ciclo não há diferenças significativas entre os tratamentos. Para os tubérculos não há interação, assim o estudo dos tratamentos não é isolado para cada tempo e não há diferenças significativas entre estes (Figura 8).



CV (A) = 25,30; CV (B) = 18,08; CV (C) = 22,04.

Figura 8 - Teor de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

O acúmulo de fósforo não sofre interação significativa para folhas, obedecendo ao ajuste quadrático em que o ponto mínimo se dá aos 56 DAP para $0,1901 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 9A). Para hastes há interação sendo que os dois tratamentos foram ajustados para equações cúbicas (Figura 9B). No tratamento organomineral os pontos críticos se dão aos 48 e 80 DAP, com valores de $0,0815$ e $0,0266 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. No testemunha os pontos críticos estão em 47 e 84 DAP, sob os valores $0,0686$ e $0,0110$. Para tubérculos o acúmulo é linear, como demonstrado na Figura 9C, sendo a tangente da curva organomineral maior que a da testemunha o que indica uma maior taxa de acúmulo por dia. Yorinori (2003) encontrou pontos de máximo acúmulo de fósforo para a cultivar Atlantic com valores de $0,02204$, $0,04651$ e $0,3989 \text{ g planta}^{-1}$ aos 39, 35 e 111 DAP, respectivamente. Os valores neste estudo foram superiores para os três órgãos estudados.

Filgueira (2008) ressalta que o fósforo é absorvido desde os primeiros estádios, durante a germinação, a emergência até o fim do ciclo. Dessa forma, os acúmulos decrescem para folhas e hastes após os pontos críticos devido à translocação e senescência natural e obtendo-se maiores acúmulos nos tubérculos nas últimas avaliações.

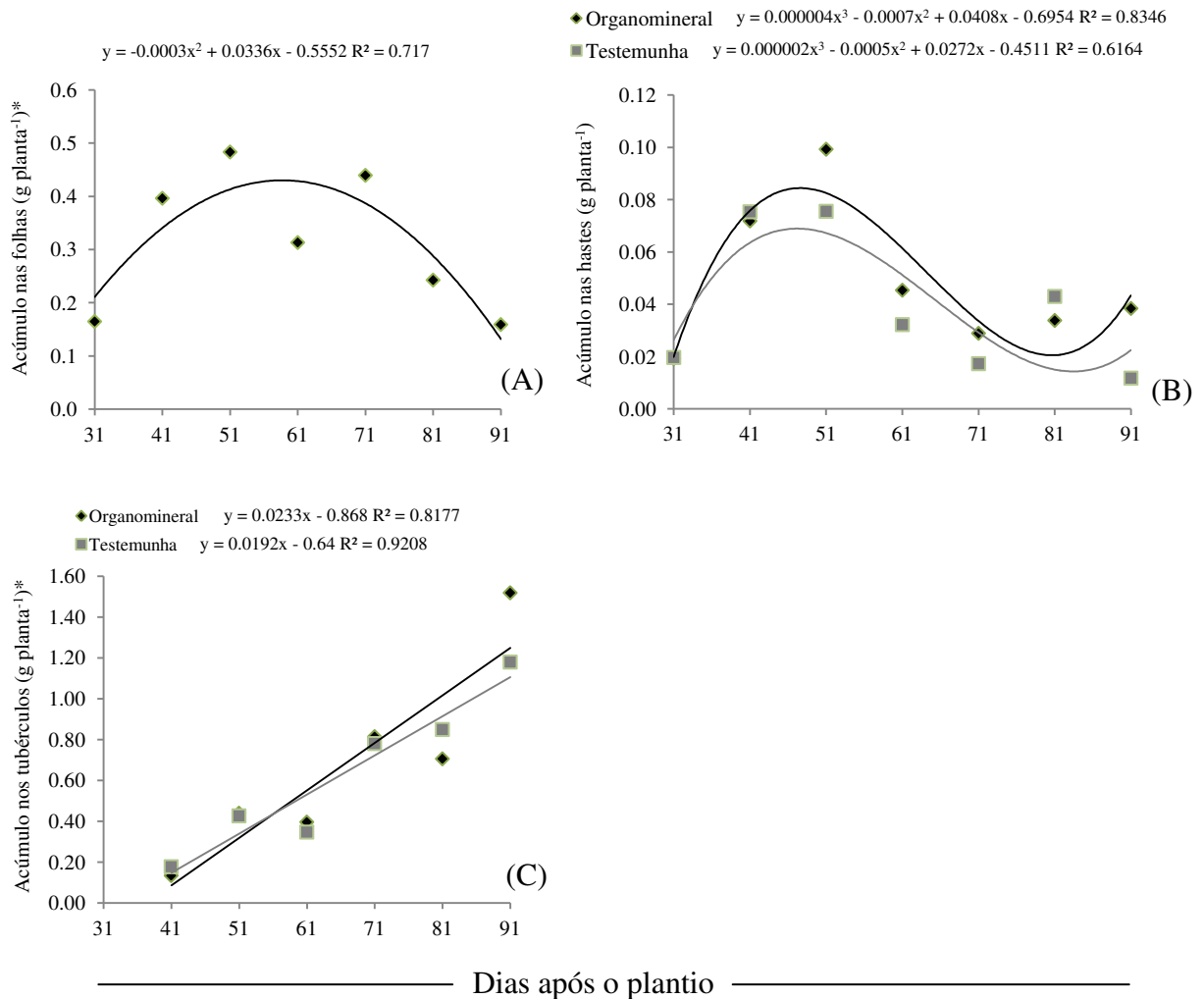
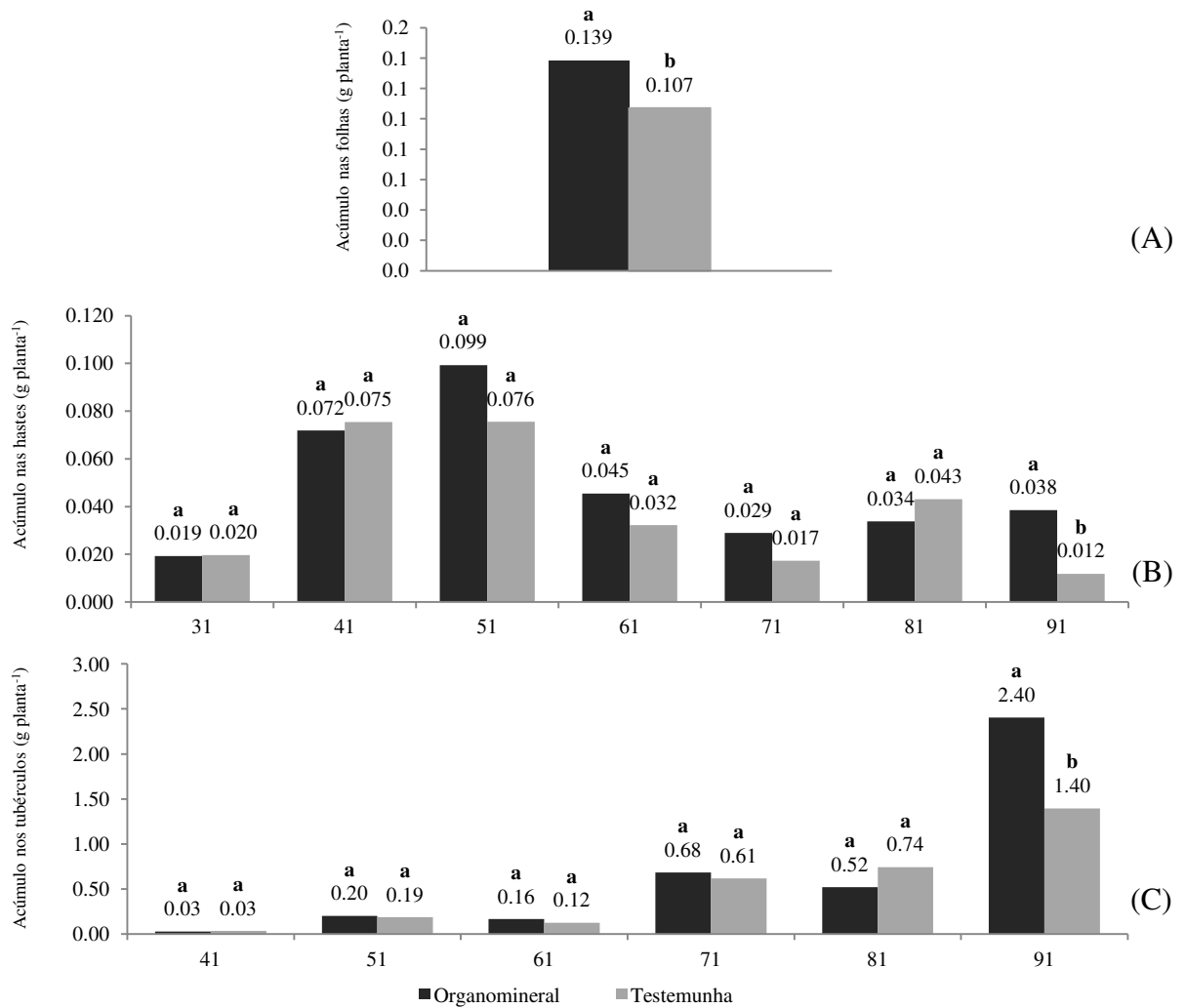


Figura 9 - Acúmulo de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Quanto ao acúmulo nas folhas, os tratamentos diferem claramente entre si, sendo a testemunha inferior ao tratamento organomineral (Figura 10). Os altos teores de matéria orgânica fornecida pelos fertilizantes organominerais ao longo de todo o ciclo podem justificar esta diferença uma vez que melhoram o ambiente radicular e favorecem a absorção do fósforo (SOUZA; RESENDE, 2003). Para hastes e tubérculos há diferença significativa somente na última avaliação, sendo a testemunha inferior ao tratamento organomineral. O acúmulo máximo de acordo com o órgão da planta é maior para a sequência decrescente tubérculo, folhas e hastes.



CV (A) = 27,83; CV (B) = 30,03; CV (C) = 22,90.

Figura 10 - Acúmulo de P nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.4 Potássio

Os teores de potássio comportaram-se de maneira bastante distinta para as diferentes partes da planta no decorrer do estudo conforme exposto na Figura 11. Para as folhas houve interação significativa e os maiores teores foram encontrados na primeira avaliação sendo de 47,60 e 54,20 g kg⁻¹, para fertilizantes organominerais e testemunha, respectivamente. A partir daí decresceram até mínimos de 37,38 e 33,50 g kg⁻¹ na última data. Para hastes não houve interação, contudo o modelo linear se comportou de maneira semelhante às folhas com

máximo 54,89 e mínimo 28,5 g kg⁻¹. Os modelos polinomiais testados não se adequaram para o teor de K nos tubérculos.

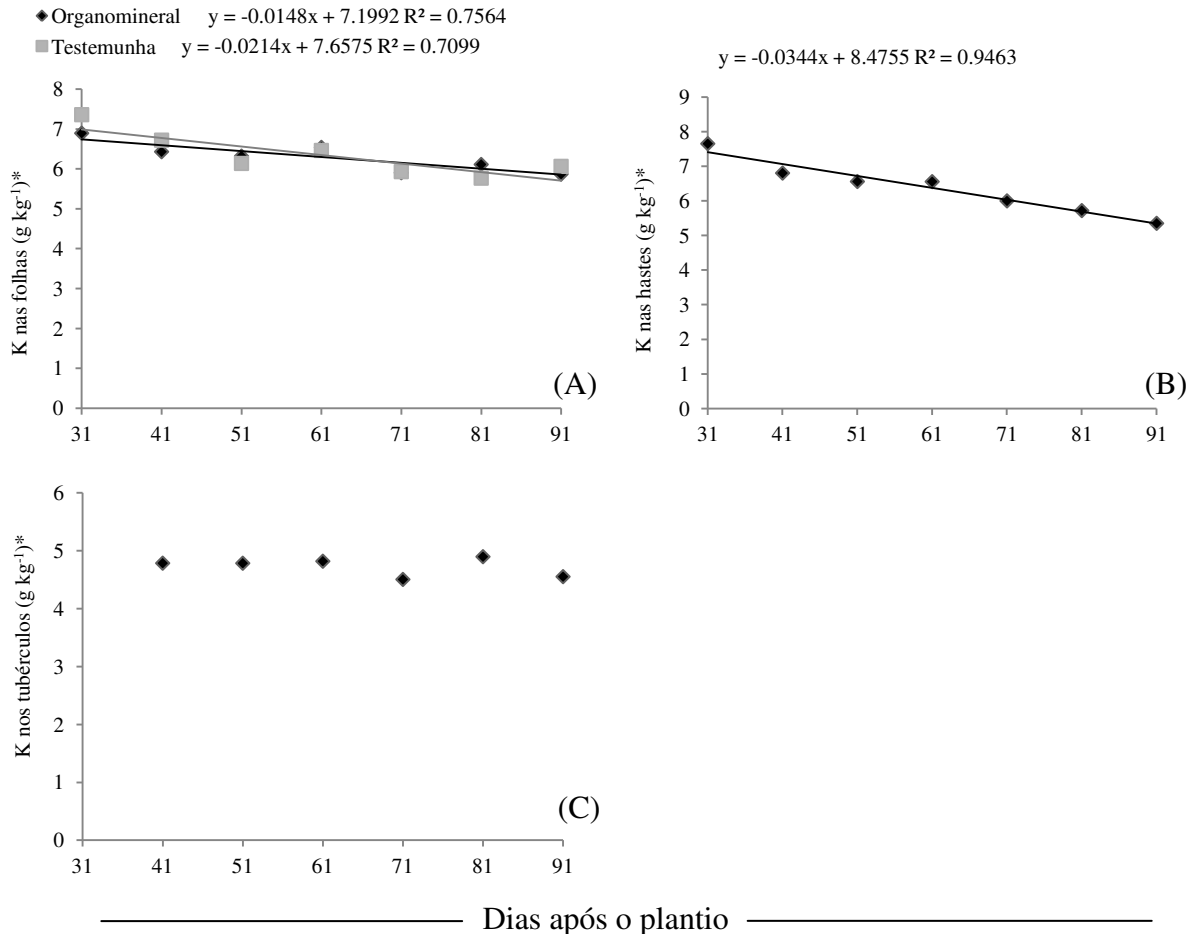
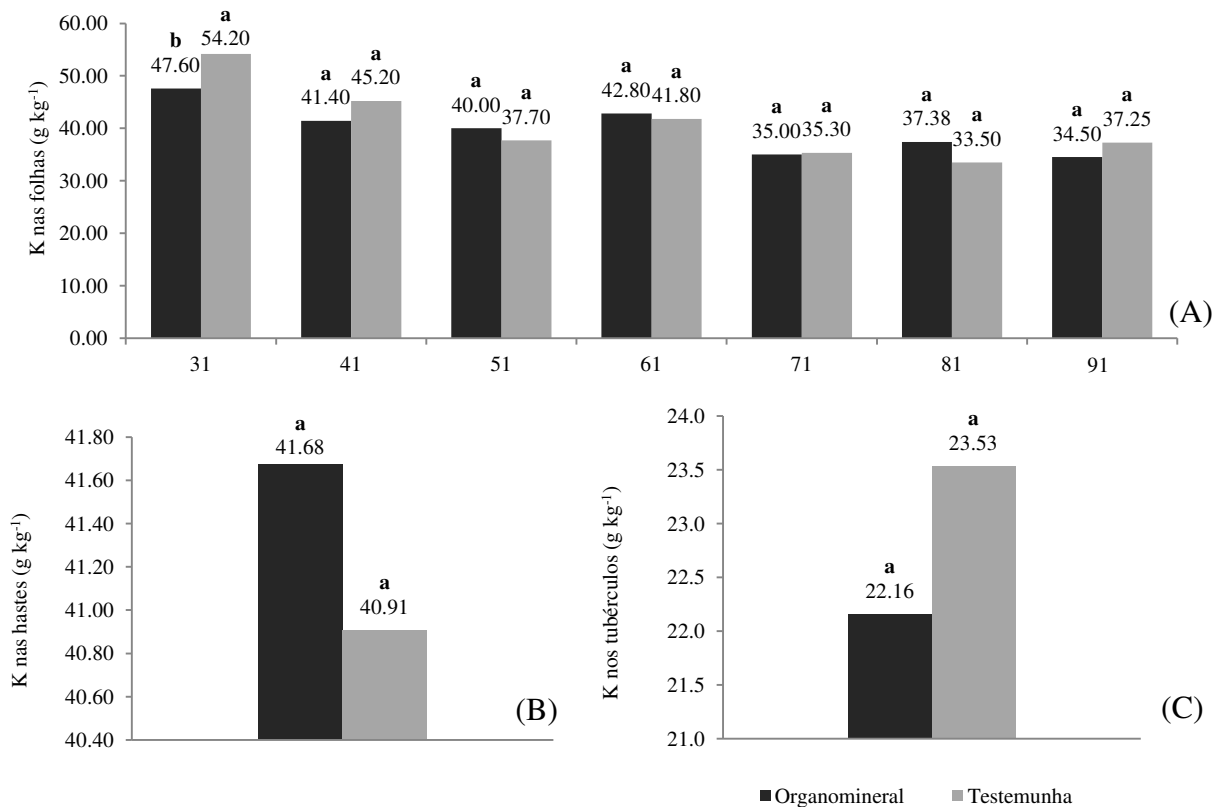


Figura 11 - Teor de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Gargantini et al. (1963) relatam que os maiores teores de K ocorreram nas hastes e folhas da batateira atingindo valores de 127 e 68 g kg⁻¹ de K. Da mesma maneira, Fernandes (2010) reforça que os maiores teores foram encontrados nas hastes e folhas. Neste estudo, foram encontrados teores menores na haste quando comparados com aqueles autores, no entanto, mantiveram-se teores próximos para as folhas.

Para os tratamentos comparados a cada ponto do tempo houve diferença significativa para as folhas somente aos 31 DAP. Para hastes e tubérculos não houve diferenças estatísticas entre os dois tratamentos, como pode ser verificado na Figura 12.



CV (A) = 4,51; CV (B) = 6,17; CV (C) = 15,84.

Figura 12 - Teor de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

O acúmulo de K nas folhas obedeceu ao modelo quadrático para os tratamentos organomineral e testemunhas, já que houve significância na interação (Figura 13A). Para organomineral alcançou um máximo de 2,43 g planta⁻¹ aos 62 DAP e para testemunha, um máximo de 1,85 g planta⁻¹ aos 64 DAP. O comportamento foi semelhante para hastes com a equação quadrática do tratamento organomineral alcançando o máximo acúmulo de 0,99 g planta⁻¹ aos 68 DAP e a testemunha, 1,00 g planta⁻¹ aos 66 DAP (Figura 13B). O acúmulo nos tubérculos seguiu uma tendência linear para ambos tratamentos atingindo máximos estimados de 7,41 e 7,86 g planta⁻¹ ao final das avaliações (Figura 13C).

Yorinori (2006) observou valores de 0,805, 1,1033 e 3,2024 g planta⁻¹ aos 52, 46 e 90 DAP, para hastes, folhas e tubérculos, respectivamente, ao trabalhar com a cultivar "Atlantic" na época das secas. Os resultados obtidos neste trabalho são superiores para todas as partes estudadas o que possivelmente se deve à diferenças inerentes às próprias cultivares.

Fernandes (2010), trabalhando com cinco cultivares de batata, obteve teores nas hastes de 19,7, 38,5, 22,6, 20,4 e 58,5 kg ha⁻¹ aos 76, 70, 65, 72 e 84 DAP, respectivamente. Para

folhas os valores máximos foram estimados em 61,0, 76,8, 79,3, 70,2 e 95,8 kg ha⁻¹, alcançados aos 74, 74, 76, 75 e 76 DAP. O presente trabalho obteve máximos, para organomineral e testemunha, respectivamente: 85,05 kg ha⁻¹ aos 62 DAP e 64,75 kg ha⁻¹ aos 64 DAP para folhas; 34,65 kg ha⁻¹ aos 68 DAP e 35,00 kg ha⁻¹ aos 66 DAP para hastes; 259,35 e 275,10 kg ha⁻¹ aos 91 DAP para tubérculos. Os resultados deste estudo também foram superiores aos encontrados pelo referido autor.

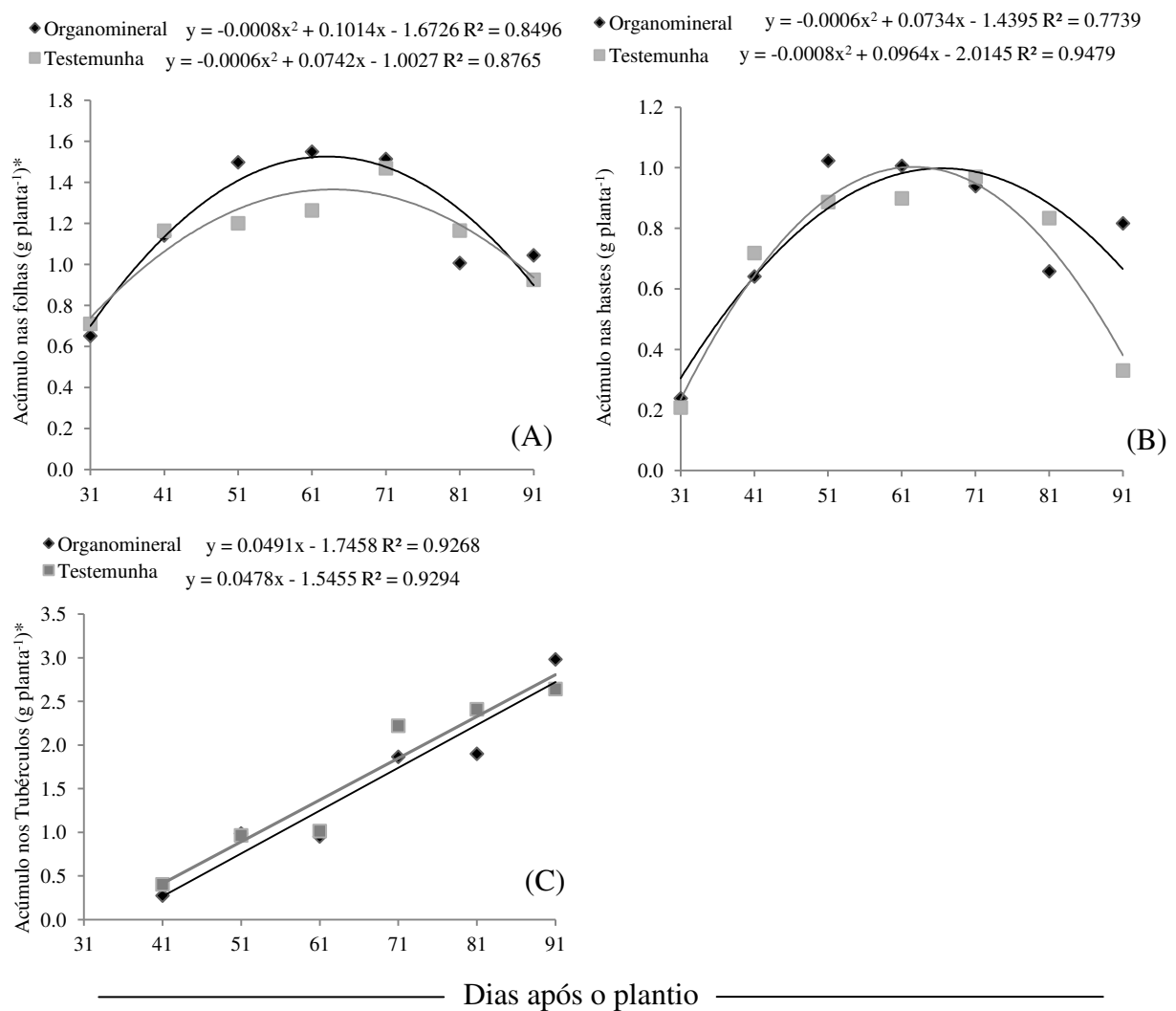
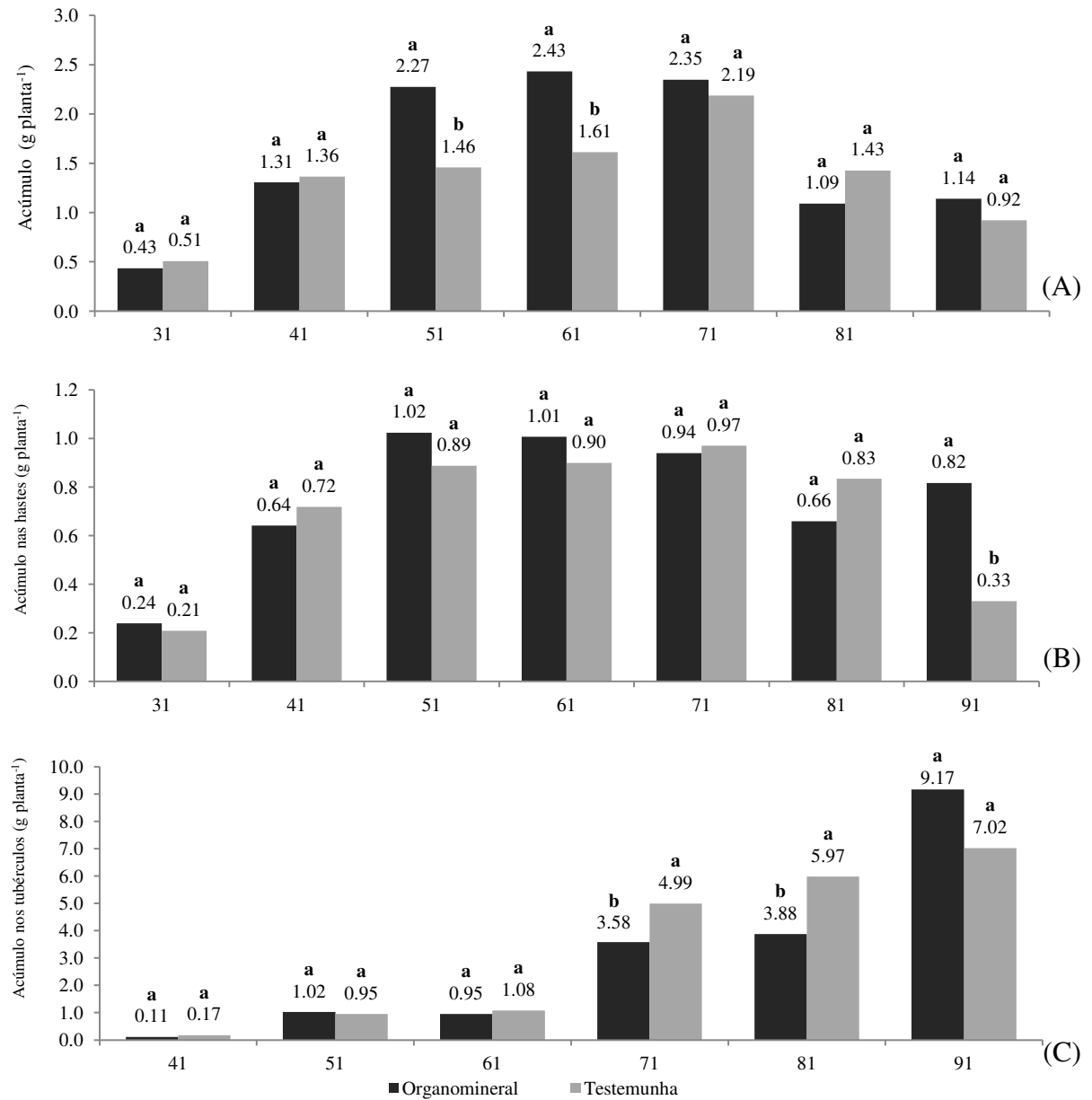


Figura 13 - Acúmulo de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

O potássio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais (MARSCHNER, 1995). É reconhecidamente o nutriente mais absorvido pela batateira, exerce influencia positiva sobre a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso e são estes os órgãos que retêm a maior parte do potássio extraído

(FERREIRA et al., 1990). Portanto, as maiores quantidades de acúmulo se deram nos tubérculos, com diferenças significativas nos tratamentos nos tempos 71 e 81. Nas folhas houve diferenças nos tempos 51 e 61 e nas hastes, somente no tempo 91, conforme apresentado na Figura 14.



CV (A) = 13,68; CV (B) = 23,76; CV (C) = 16,09.

Figura 14 - Acúmulo de K nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.5 Cálcio

Os teores de Cálcio comportaram-se de maneiras distintas para as folhas, hastes e tubérculos conforme observado na Figura 15. Para as folhas não houve interação e foi ajustado o modelo linear cujo máximo se deu aos 91 DAP no teor $32,61 \text{ g kg}^{-1}$. Para as hastes os modelos polinomiais testados não se adequaram. Nos tubérculos o tratamento organomineral seguiu um modelo quadrático de máximo $0,85 \text{ g kg}^{-1}$ aos 58 DAP, enquanto a testemunha seguiu um modelo linear com máximo de $1,91 \text{ g kg}^{-1}$ na primeira avaliação.

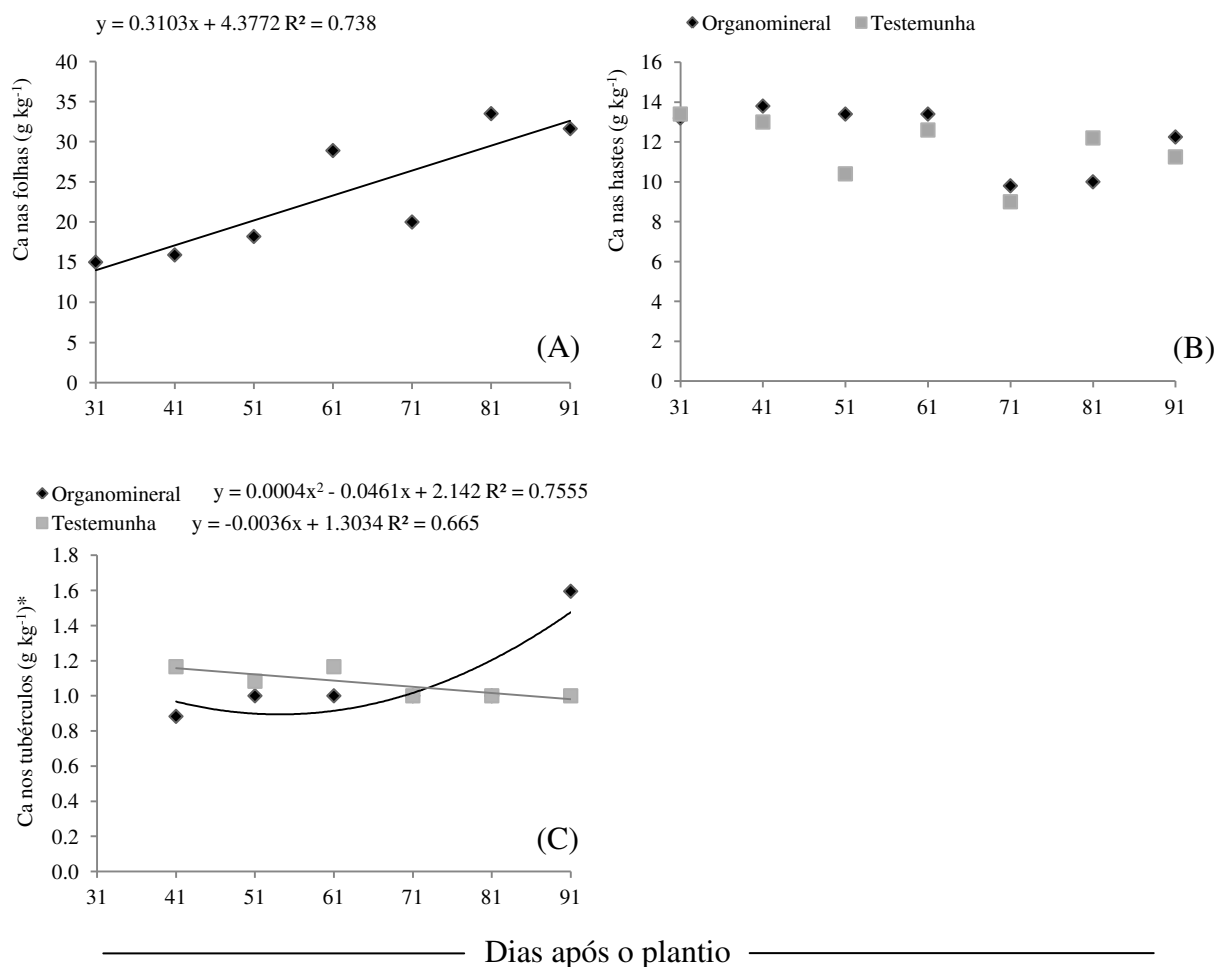
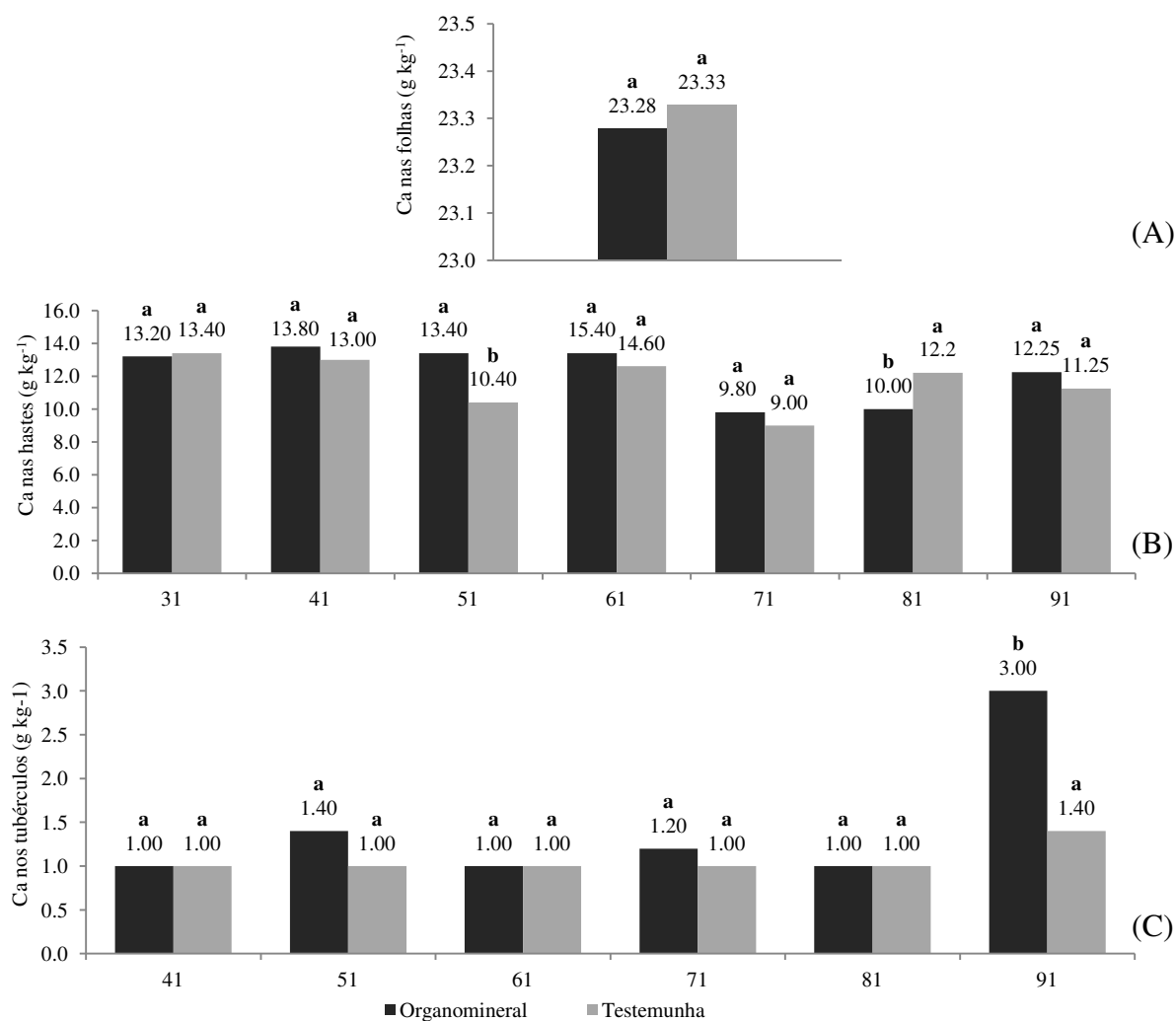


Figura 15 - Teor de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variável que sofreu transformação de dados para raiz de x.

Para cálcio nas folhas não houve diferença significativa entre os tratamentos. Para as hastes houve diferença entre os tratamentos na data 51, em que organomineral foi superior, e 81, em que a testemunha foi superior (Figura 16).



CV (A) = 10,53; CV (B) = 10,90; CV (C) = 24,76.

Figura 16 - Teor de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

Quanto ao acúmulo de Ca nas folhas e hastes, ambas obtiveram interação significativa tempo x tratamentos e foram atribuídas a modelos quadráticos. Para folhas obteve-se ponto máximo de 1,01 g planta⁻¹ aos 63 DAP para organominerais e 0,93 g planta⁻¹ aos 66 DAP para a testemunha (Figura 17A). Para hastes, obteve-se máximo de 0,32 g planta⁻¹ aos 63 DAP para o tratamento organomineral e 0,28 g planta⁻¹ aos 66 DAP para a testemunha (Figura 17B). Para tubérculos também houve interação significativa sendo que a testemunha seguiu uma curva quadrática de mínimo de 0,13 g planta⁻¹ aos DAP. O tratamento organomineral adaptou-se ao modelo linear com máximo de 0,58 g planta⁻¹ aos 91 DAP (Figura 17C).

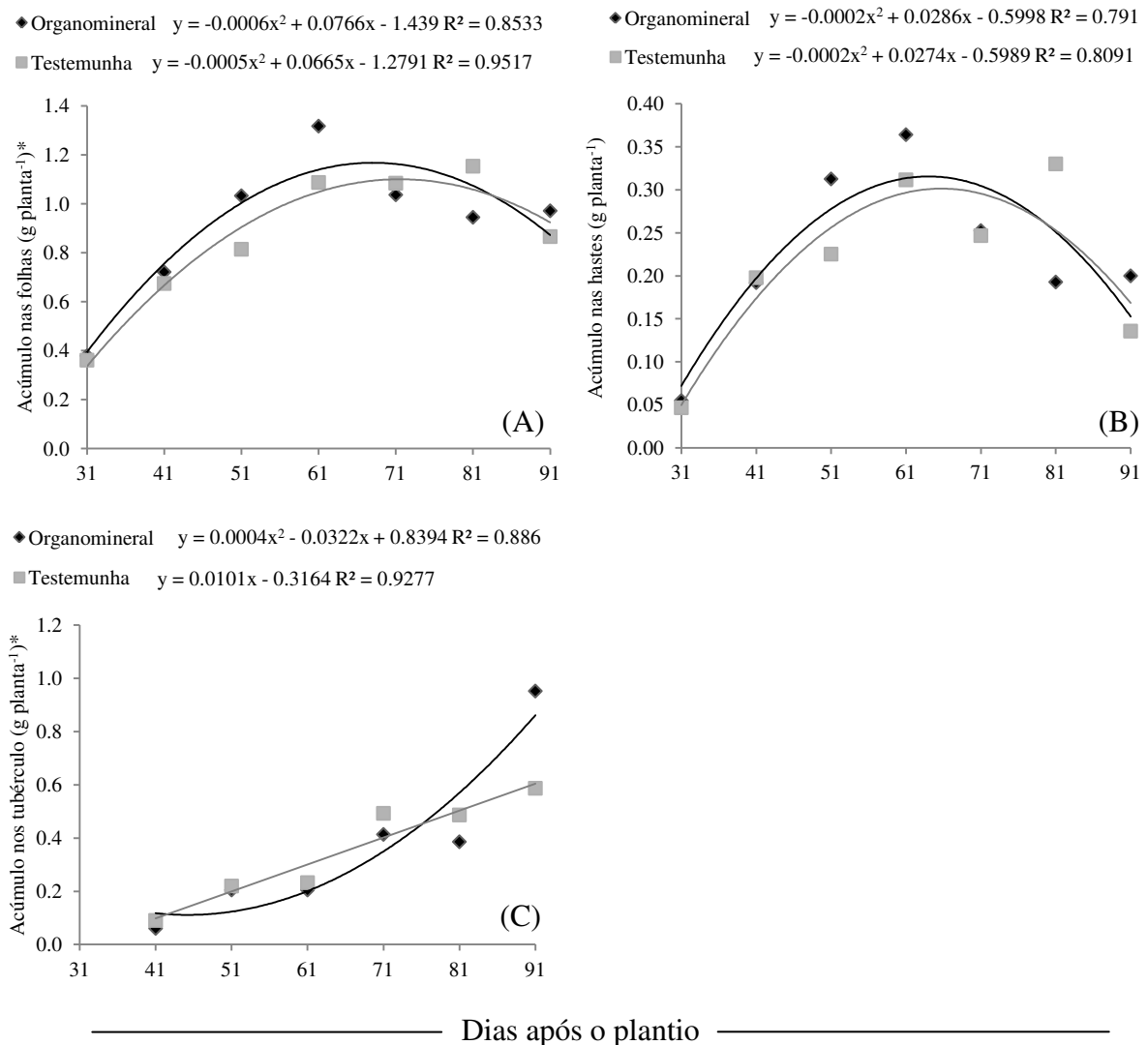
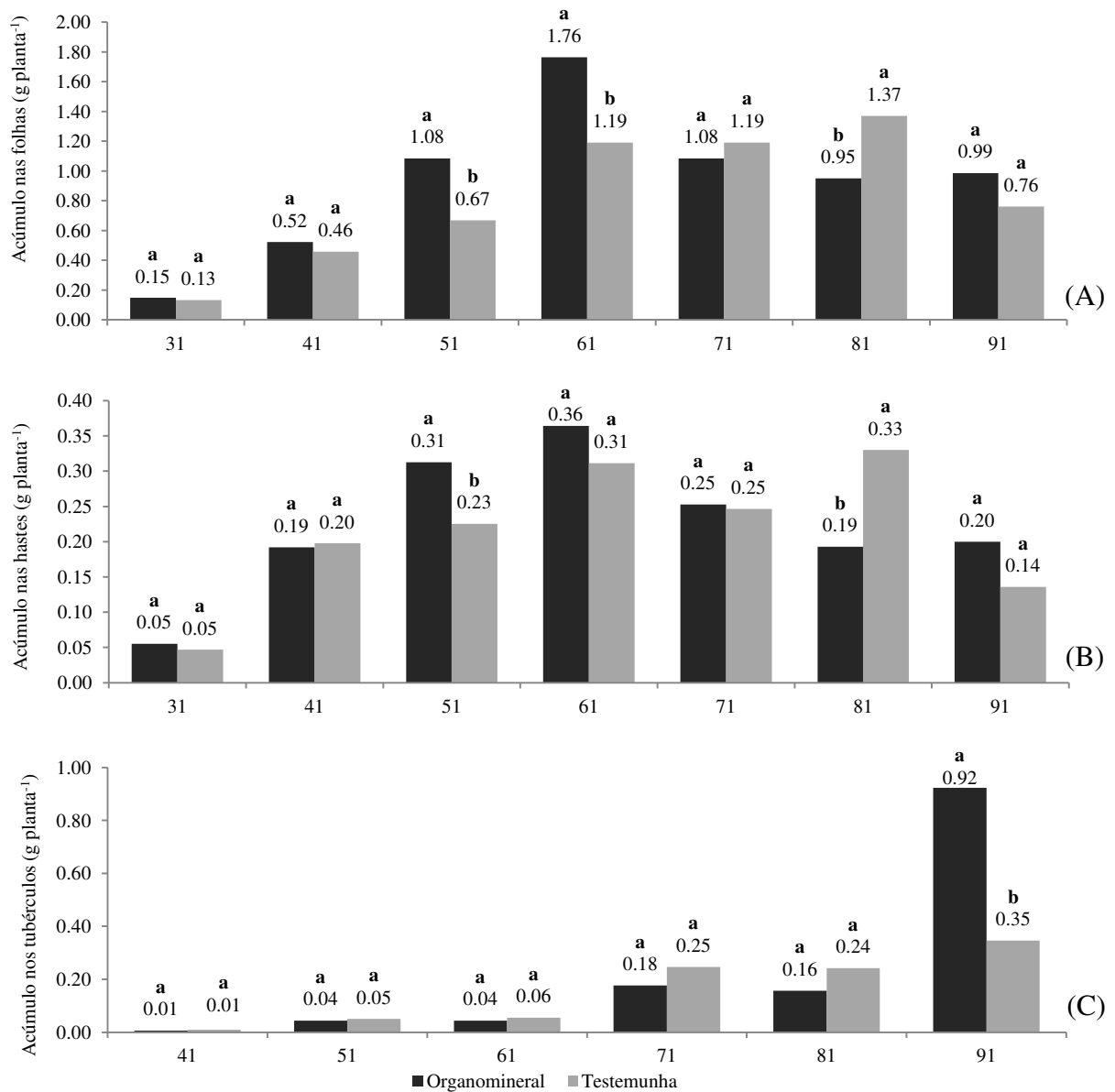


Figura 17 - Acúmulo de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

O cálcio é um nutriente imóvel, de baixa translocação entre os órgãos da planta (MALAVOLTA, 2006). Dessa forma os maiores acúmulos tendem a ser encontrados nas folhas e em menor proporção nos tubérculos, embora seja um importante constituinte destes. Os produtos organominerais ricos em Ca, como foi o caso da aplicação de Aminoagro Energy aos 51, 71 e 81 DAP, visam corrigir essa deficiência. Nota-se neste estudo que houve diferenças significativas nas folhas, nos tempos de 51 e 61 DAP sendo o fertilizante organomineral superior à testemunha. Para tubérculos a diferença entre tratamentos manifestou-se aos 91 DAP o que pode significar que as aplicações tardias do produto induzem ao acúmulo de Ca nos tubérculos (Figura 18).



CV (A) = 12,49; CV (B) = 10,39; CV (C) = 38,11.

Figura 18 - Acúmulo de Ca nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.6 Magnésio

Para teores de magnésio, folhas, hastes e tubérculos não obtiveram interações significativas e seguiram ajustes quadráticos (Figura 19). Nas folhas o ponto máximo se deu aos 63 DAP para um valor de 5,47 g kg⁻¹. Para as hastes obteve-se um ponto mínimo aos 62

DAP para o valor de $1,47 \text{ g kg}^{-1}$. Nos tubérculos o ponto de mínimo foi aos 70 DAP para o valor de $0,97 \text{ g kg}^{-1}$.

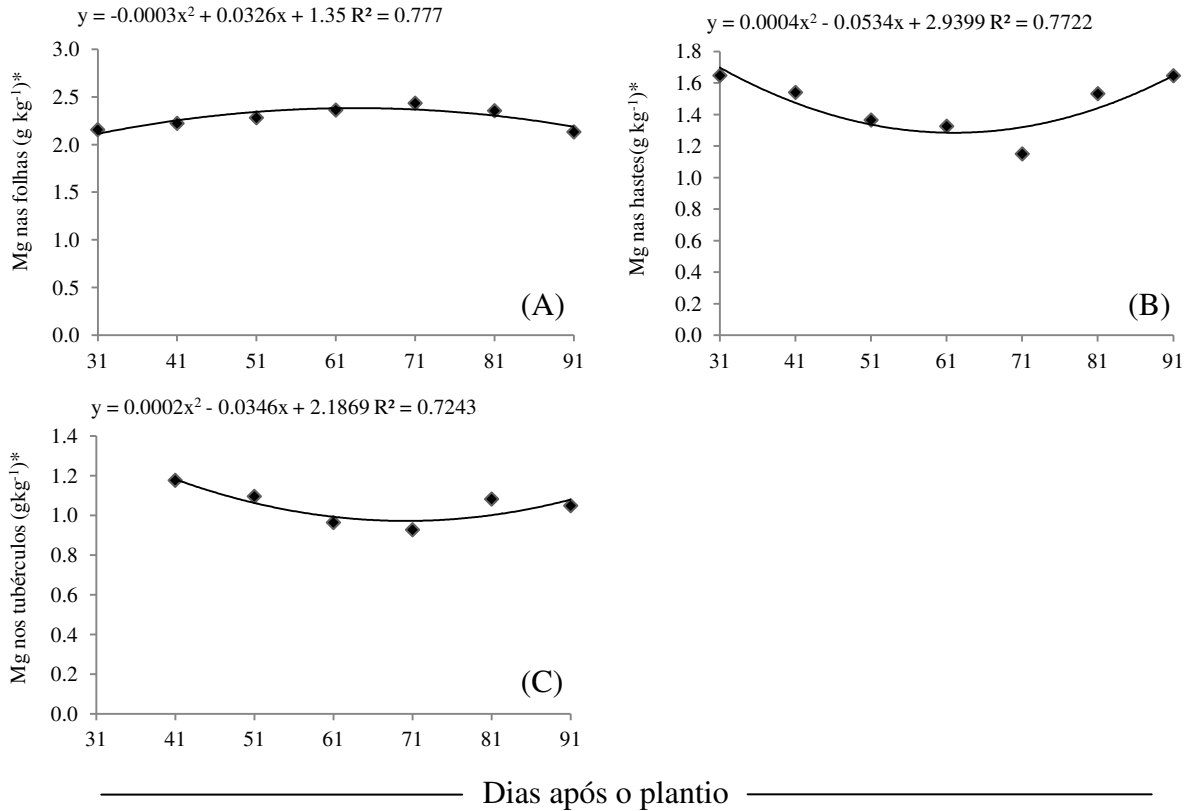
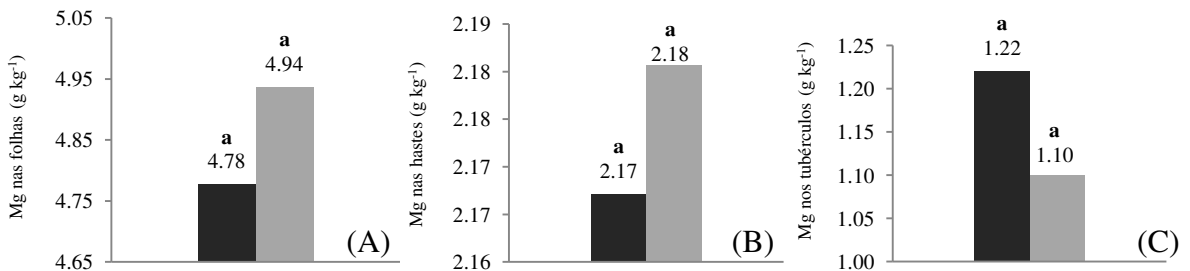


Figura 19 - Teor de Mg nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Não houveram diferenças significativas entre tratamentos tanto para folhas como para hastes e tubérculos. Os maiores teores foram encontrados nas folhas, hastes e tubérculos, nesta sequência (Figura 20).



CV (A) = 7,73; CV (B) = 11,98; CV (C) = 21,95.

Figura 20 - Teor de Mg nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

Quanto ao acúmulo, para folhas obteve-se ponto máximo de 0,26 g planta⁻¹ aos 62 DAP para o tratamento organomineral e 0,22 g planta⁻¹ aos 63 DAP para a testemunha (Figura 21A). Para hastes, obteve-se máximo de 0,24 g planta⁻¹ aos 68 DAP para o tratamento organomineral e 0,19 g planta⁻¹ aos 64 DAP para a testemunha (Figura 21B). Para tubérculos também houve interação significativa e ambos tratamentos seguiram modelos lineares. O tratamento organomineral obteve máximo 0,79 g planta⁻¹ e a testemunha, 0,66 g planta⁻¹ para 91 DAP (Figura 21C).

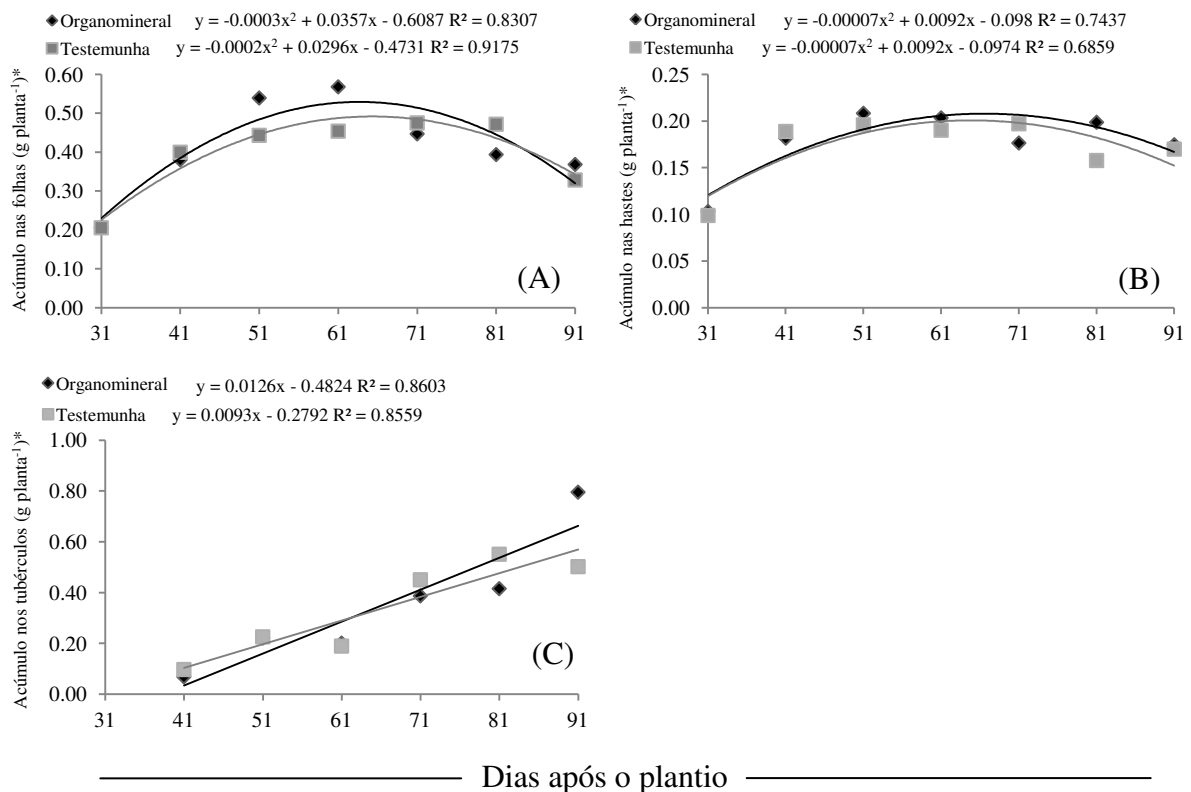
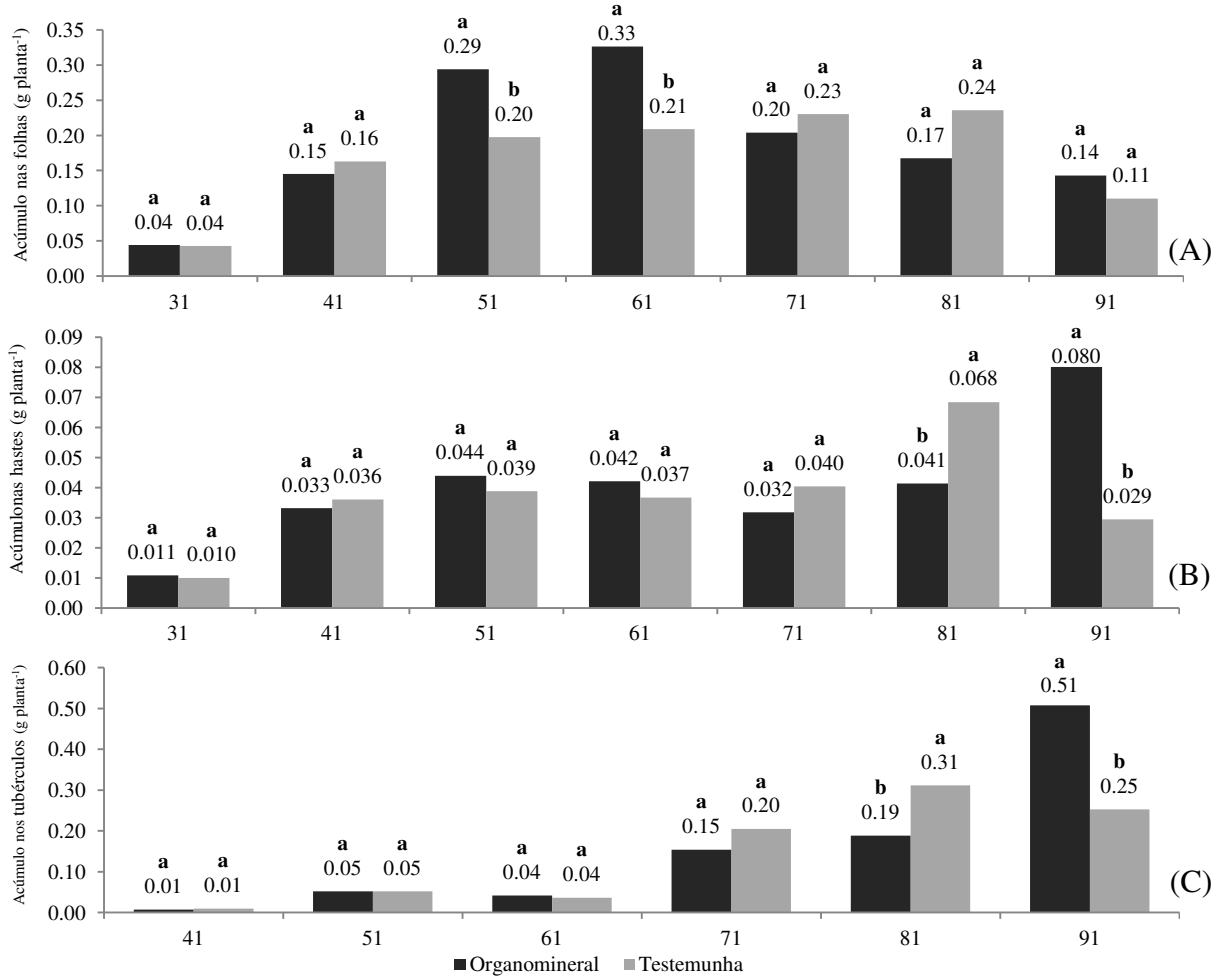


Figura 21 - Acúmulo de Mg nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

O magnésio é absorvido em menores quantidades, é fornecido principalmente pela calagem, podendo sua absorção ser prejudicada pela fertilização com doses pesadas de potássio. Quando o solo é muito pobre aplicações foliares podem complementar a necessidade de magnésio (FILGUEIRA, 2008). Dessa forma, no caso do magnésio, observou-se para as folhas diferenças significativas aos 51 e 61 DAP, sendo que o tratamento organomineral foi superior. Neste tratamento foram usados fertilizantes ricos em Mg aos 31, 41 e 61 DAP. Isso condiz com os valores apresentados pelos gráficos de acúmulo nos diferentes tempos. Para

hastes e tubérculos o tratamento organomineral é significativamente inferior no tempo 81 DAP, mas é superior aos 91 DAP (Figura 22).



CV (A) = 15,29; CV (B) = 16,86; CV (C) = 28,48.

Figura 22 - Acúmulo de Mg nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.7 Enxofre

O teor de enxofre nas folhas apresentou um alto coeficiente de variação e, embora houvessem modelos significativos, nenhum atingiu um coeficiente de determinação satisfatório. Dessa forma não se atribuiu modelos ao teor na folha como pode ser observado na Figura 23A. Para as hastes não houve interação significativa tendo-se ajustado um modelo quadrático de mínimo 1,211 g kg⁻¹ aos 72 DAP (Figura 23B). Quanto aos tubérculos obteve-

se interação significativa adaptando-se equações quadráticas aos tratamentos. O tratamento organomineral obteve mínimo de $1,12 \text{ g kg}^{-1}$ aos 73 DAP enquanto a testemunha obteve mínimo de $0,98 \text{ g kg}^{-1}$ aos 78 DAP (Figura 23C).

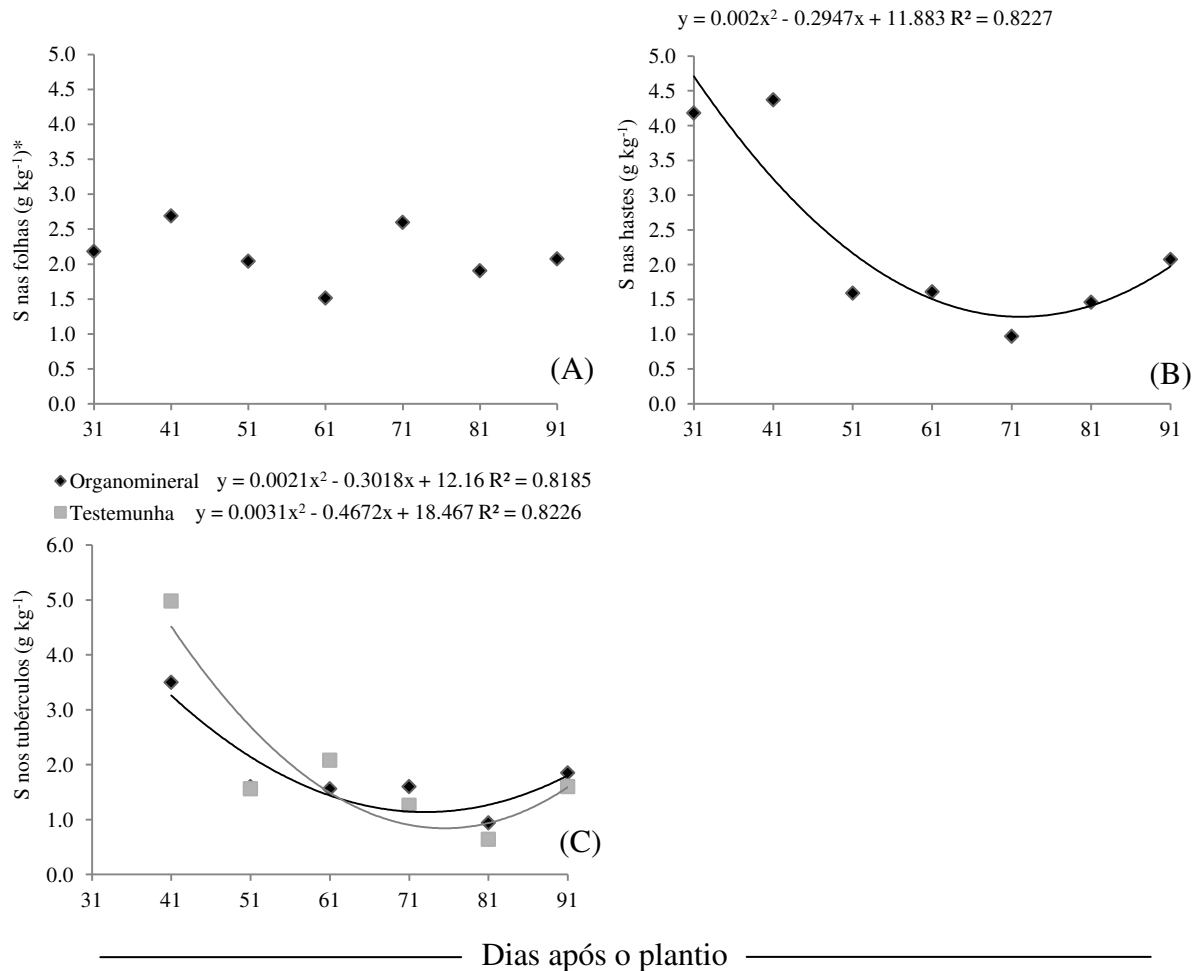
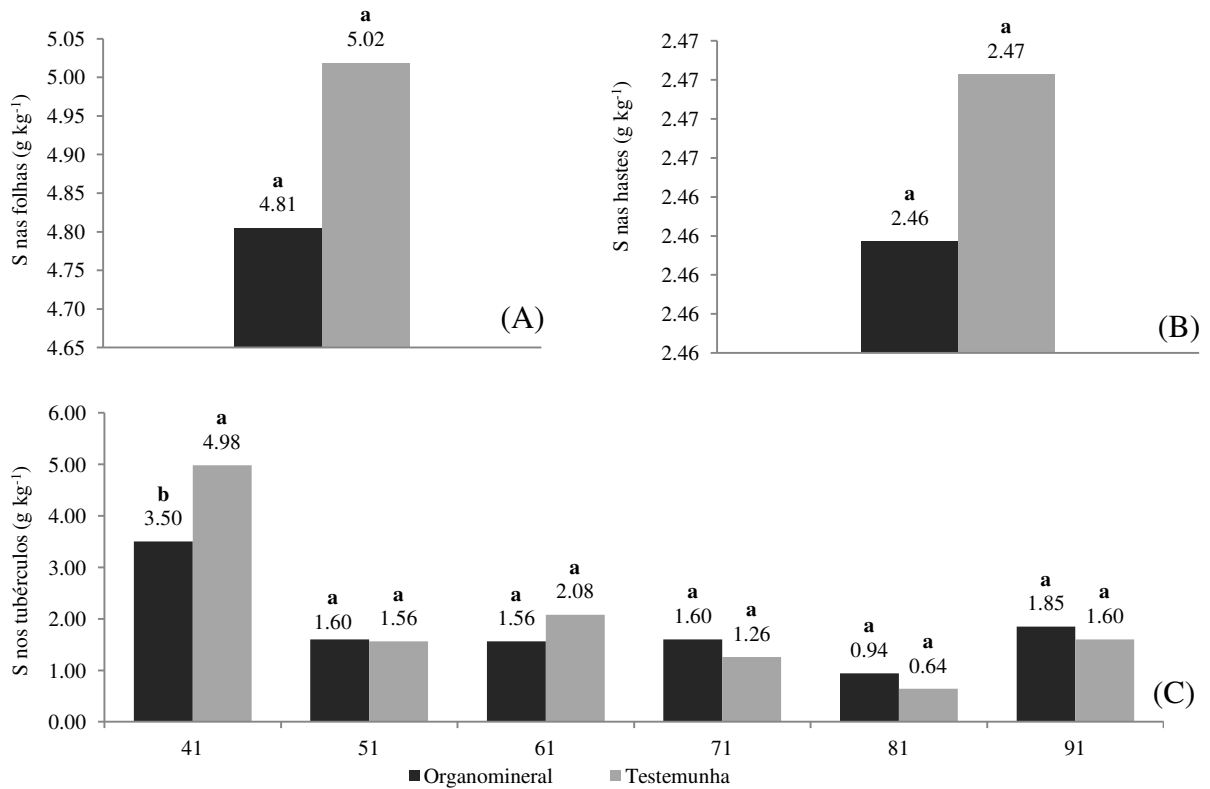


Figura 23 - Teor de S nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variável que sofreu transformação de dados para raiz de x.

Para hastes e folhas quanto ao teor de S os tratamentos foram estatisticamente iguais. Para tubérculos houve diferenças somente na primeira data de avaliação. Para as demais os tratamentos foram iguais (Figura 24).



CV (A) = 25,37; CV (B) = 16,90; CV (C) = 32,87.

Figura 24 - Teor de S nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

Para acúmulo de enxofre não houveram interações significativas nem para folhas, nem para hastes e tubérculos (Figura 25). Para acúmulo nas folhas foi adotada a curva quadrática com máximo 0,24 g planta⁻¹ aos 63 DAP. Para as hastes o ajuste foi o modelo cúbico com pontos críticos 0,057 planta⁻¹ aos 44 DAP e 0,043 g planta⁻¹ aos 78 DAP. O acúmulo nos tubérculos seguiu uma equação quadrática obtendo um ponto mínimo de 0,42 g planta⁻¹ aos 41 DAP.

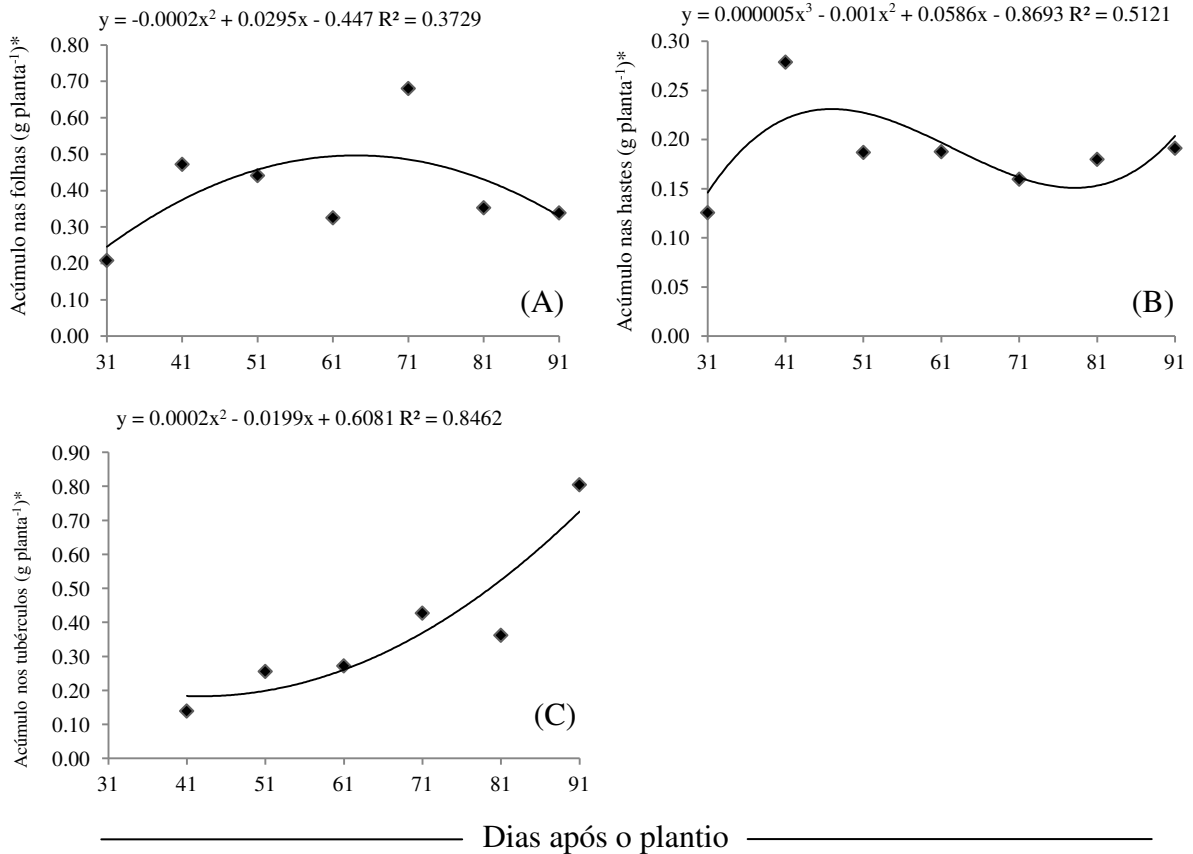
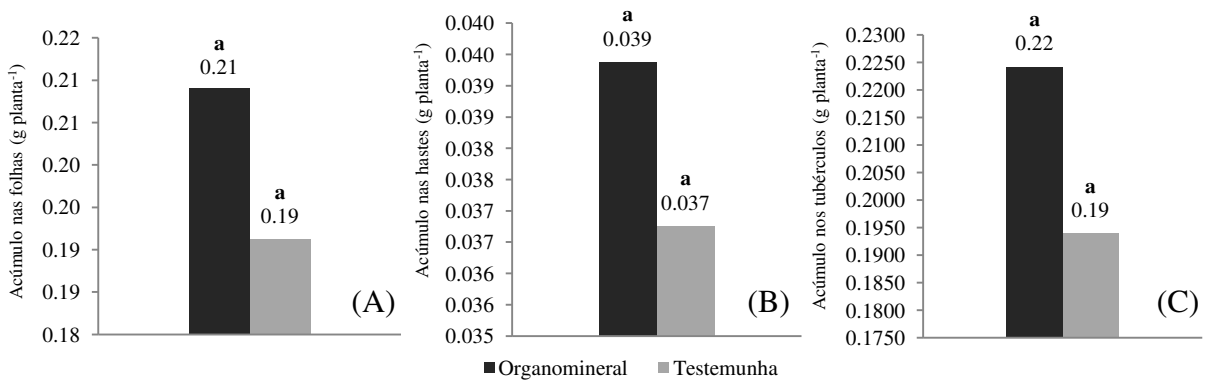


Figura 25 - Acúmulo de S nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Para folhas, hastes e tubérculos não houve diferenças significativas quando estudados os tratamentos isoladamente. Os maiores acúmulos foram para folhas e tubérculos, estando estes bastante próximos enquanto haste obteve os menores valores (Figura 26).



CV (A) = 41,41; CV (B) = 19,75; CV (C) = 19,20.

Figura 26 - Acúmulo de S nas folhas (A), hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.8 Boro

O teor de boro nas folhas apresentou interação significativa entre tratamento x tempo. Foram ajustadas equações quadráticas de regressão tanto para o tratamento organomineral quanto para a testemunha. Para o tratamento organomineral obteve-se máximo de 42,25 mg kg⁻¹ aos 76 DAP e para a testemunha obteve-se ponto máximo de 36,12 mg kg⁻¹ aos 65 DAP (Figura 27A). Para as hastes o ajuste foi o modelo cúbico com pontos críticos de 26,21 mg kg⁻¹ aos 50 DAP e 15,60 mg kg⁻¹ aos 82 DAP, para o tratamento organomineral, e 28,34 mg kg⁻¹ aos 52 DAP e 16,24 mg kg⁻¹ aos 88 DAP, para a testemunha (Figura 27B). Para o Boro nos tubérculos os modelos polinomiais testados não se adequaram (Figura 27C).

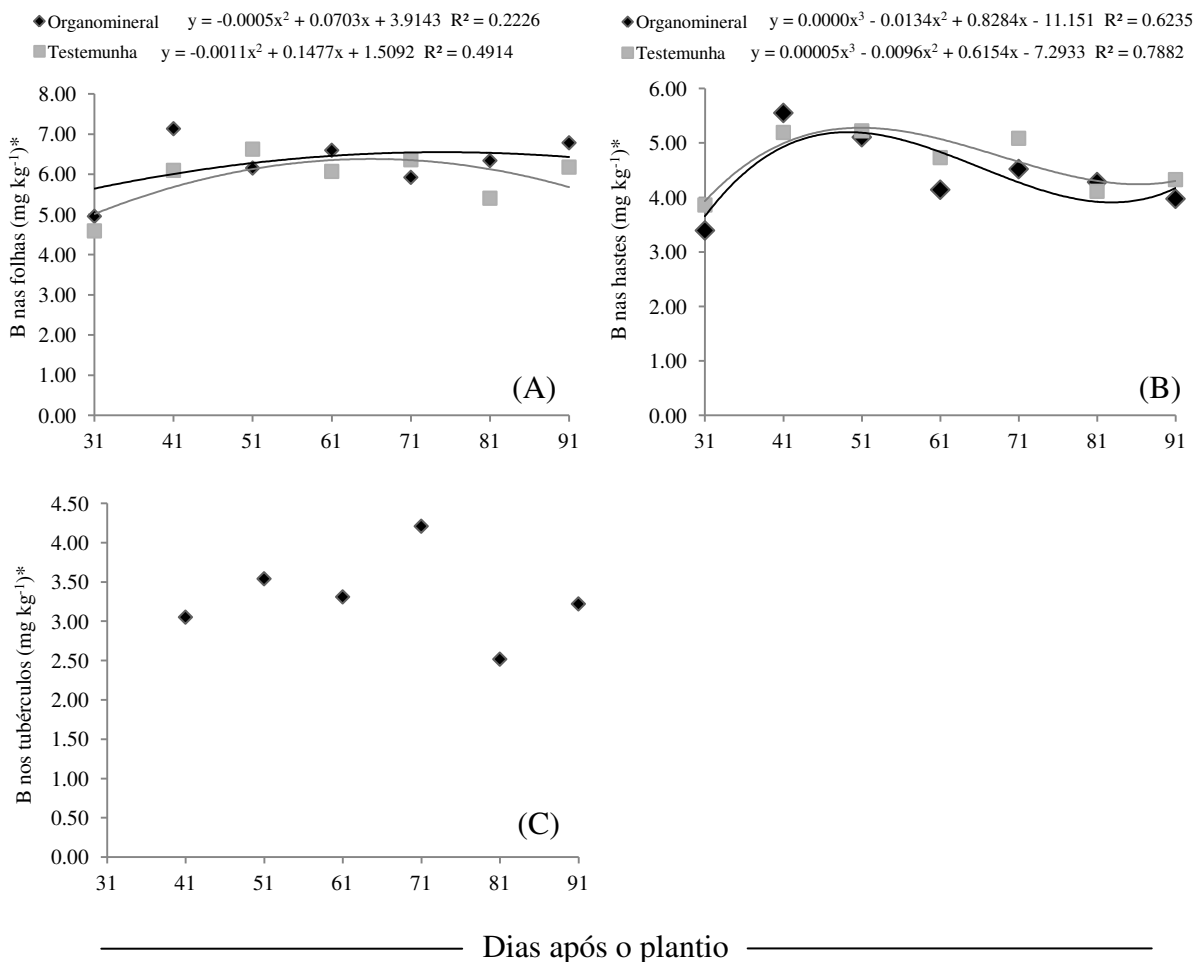
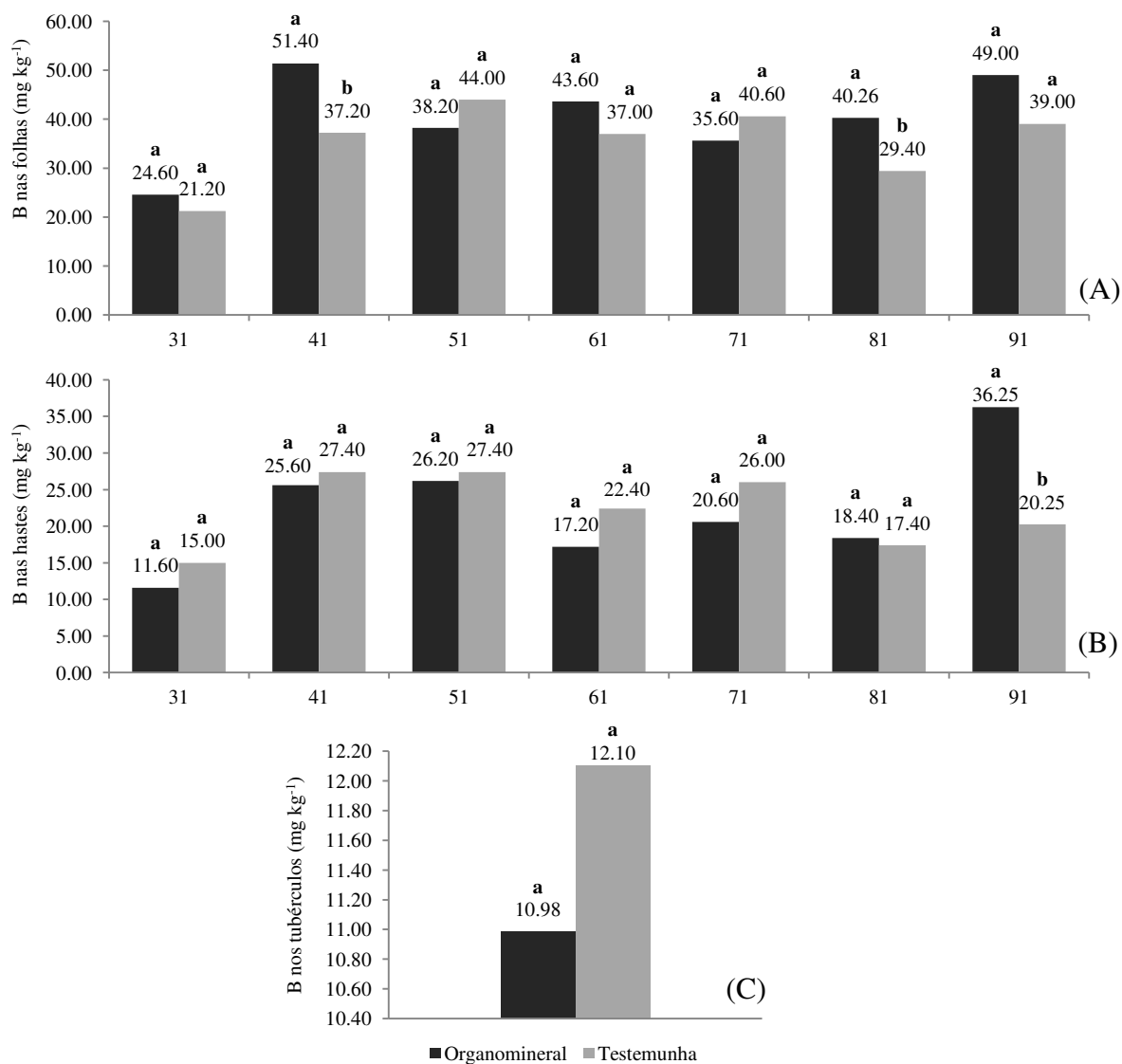


Figura 27 - Teor de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Analisando os tratamentos pontualmente em cada tempo observam-se diferenças estatísticas aos 41 e 81 DAP para folhas, em que o tratamento organomineral se sobressaiu à

testemunha. Nas hastes somente na última data o tratamento organomineral foi superior. Para os tubérculos não houve interação assim como também não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os máximos teores de boro foram encontrados em ordem decrescente nas folhas, hastes e tubérculos (Figura 28).



CV (A) = 8,78; CV (B) = 15,77; CV (C) = 18,17.

Figura 28 - Teor de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

O acúmulo de B apresentou interação significativa para todos os órgãos analisados, conforme demonstrado pela Figura 29. Folhas e hastes seguiram modelos quadráticos. Para folhas obteve-se ponto máximo de 2,40 g planta⁻¹ aos 63 DAP para o tratamento organomineral e 1,76 g planta⁻¹ aos 64 DAP para a testemunha. Para hastes, obteve-se

máximo de 0,51 g planta⁻¹ aos 65 DAP para o tratamento organomineral e 0,62 g planta⁻¹ aos 62 DAP para a testemunha. Para tubérculos também houve interação significativa e ambos tratamentos seguiram modelos lineares. O tratamento organomineral obteve máximo 1,89 g planta⁻¹ e a testemunha, 1,82 g planta⁻¹ para 91 DAP.

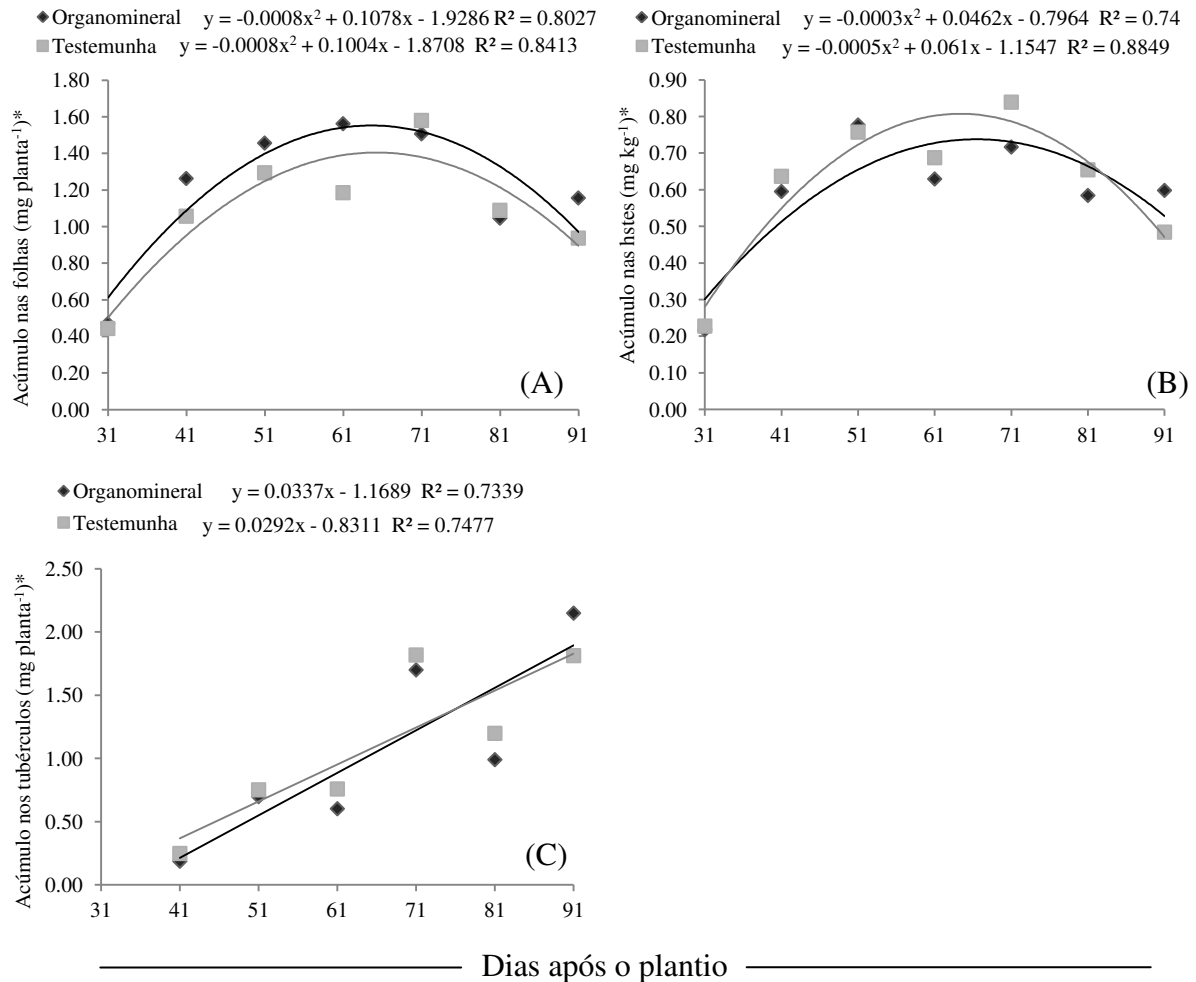
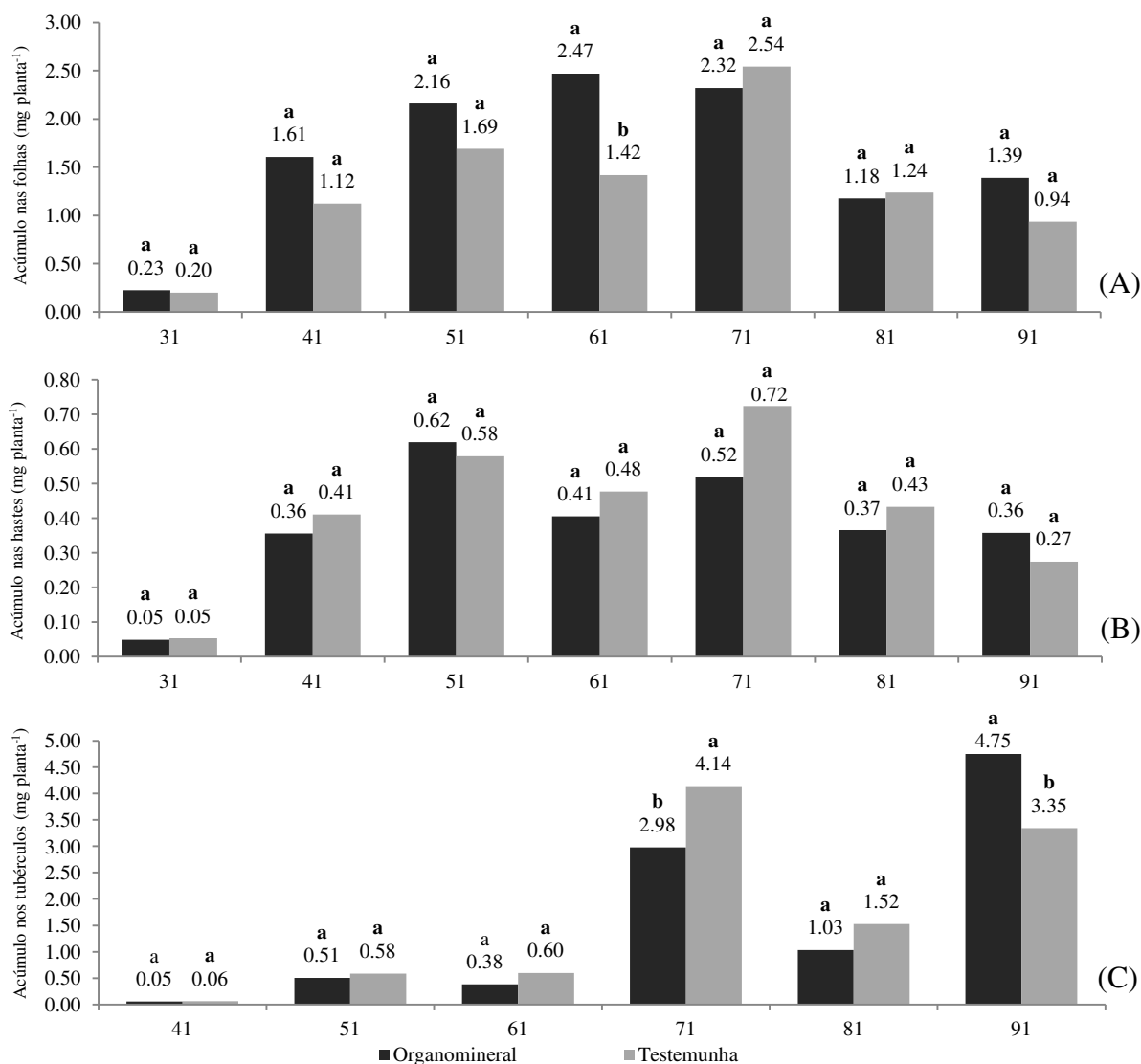


Figura 29 - Acúmulo de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

O boro é um dos componentes da membrana celular, participa da divisão, diferenciação e alongação celular, tem papel no transporte de açúcares realizado pelo K via floema favorecendo o transporte e acúmulo destes açúcares nos órgãos de reserva. A principal fonte do boro é geralmente a matéria orgânica presente no solo (MARSCHNER, 1995).

Aos 31 e 41 DAP foram aplicadas doses de 2,0 L ha⁻¹ de Aminoagro Complex Plus, além de Aminoagro Complex, ricos em boro. Aos 71 e 81 DAP novas doses de 1,0 L ha⁻¹ de Aminoagro Complex foram utilizadas. Sendo a matéria orgânica a principal fonte de boro no solo, o fornecimento de produtos enriquecidos em matéria orgânica poderia aumentar o

acúmulo no tratamento organomineral. No entanto, os tratamentos não se comportaram como esperado já que, para folhas, a diferença se deu apenas aos 61 DAP. Para hastes não houve diferenças significativas em nenhum dos tempos analisados. Para tubérculos houve somente aos 71 DAP, ainda neste caso tendo a testemunha um valor superior ao organomineral, e aos 91 DAP, em que o organomineral foi superior (Figura 30).



CV (A) = 14,57; CV (B) = 22,71; CV (C) = 19,96.

Figura 30 - Acúmulo de B nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.9 Cobre

Para o teor de cobre a interação foi significativa descartando-se o estudo independente dos efeitos para o caso do teor nas folhas (Figura 31). Para o tratamento organomineral obteve-se máximo de $122,25 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 80 DAP e para a testemunha obteve-se ponto máximo de $136,12 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 79 DAP, ambos em modelos quadráticos. Para o teor nas hastes não houve interação e o ponto mínimo ocorreu aos 52 DAP para o valor de $13,35 \text{ mg kg}^{-1}$. O mesmo ocorreu para teor nos tubérculos para o qual o modelo quadrático apresentou mínimo de $10,43 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 61 DAP.

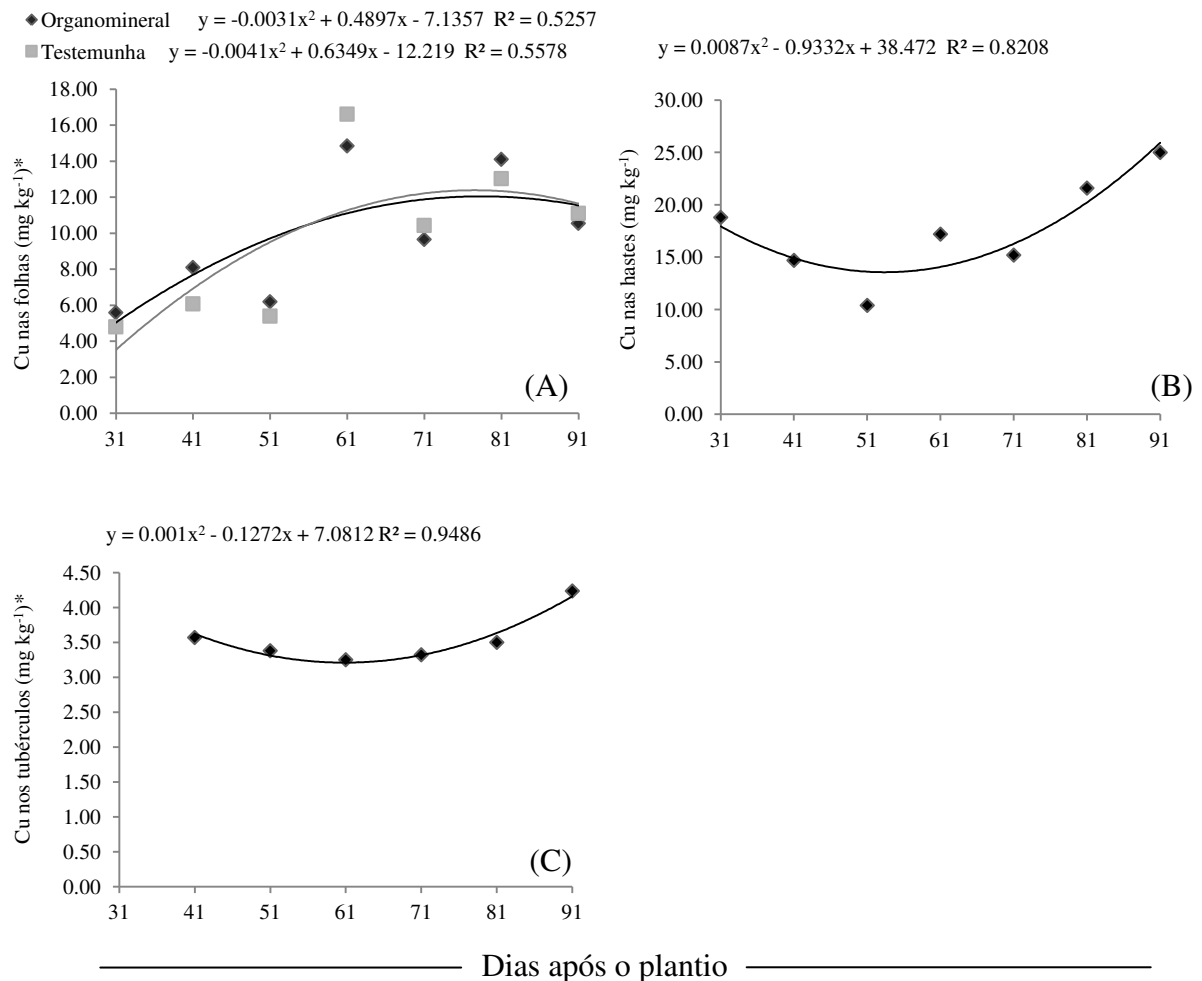
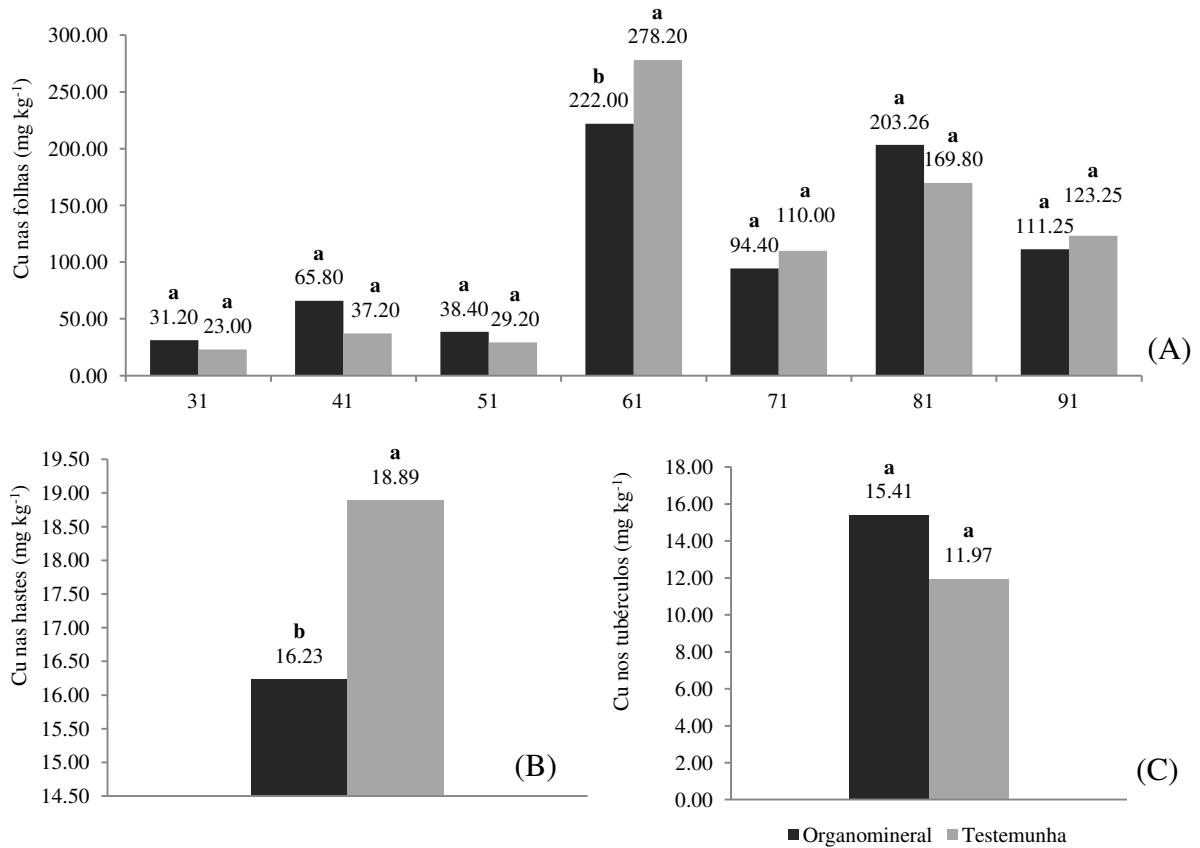


Figura 31 - Teor de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Nas folhas, analisando-se os tratamentos em cada tempo obteve-se diferenças somente aos 61 DAP sendo que o tratamento organomineral apresentou resultados inferiores. Para teor

nas hastes a testemunha também se sobressaiu. Já para teor nos tubérculos não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 32).



CV (A) = 10,55; CV (B) = 20,92; CV (C) = 29,17.

Figura 32 - Teor de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

O acúmulo de cobre seguiu um modelo quadrático para o acúmulo nas folhas, não havendo interação para este caso. A curva, descrita pela Figura 33A, exibiu um ponto máximo de 6,35 mg planta⁻¹ aos 69 DAP. Para acúmulo nas hastes houve interação significativa sendo necessário o estudo de cada fator. O tratamento organomineral exibiu um modelo linear cujo máximo de 0,53 mg planta⁻¹ se deu na última avaliação. A testemunha seguiu uma equação quadrática de máximo 0,47 aos 75 DAP (Figura 33B). Nos tubérculos o acúmulo para o tratamento organomineral decresceu até os 47 DAP obtendo um mínimo de 0,17 mg planta⁻¹ demonstrando acréscimo após esta data. Na testemunha o acúmulo seguiu uma tendência linear obtendo o máximo de 3,88 mg planta⁻¹ aos 91 DAP (Figura 33C).

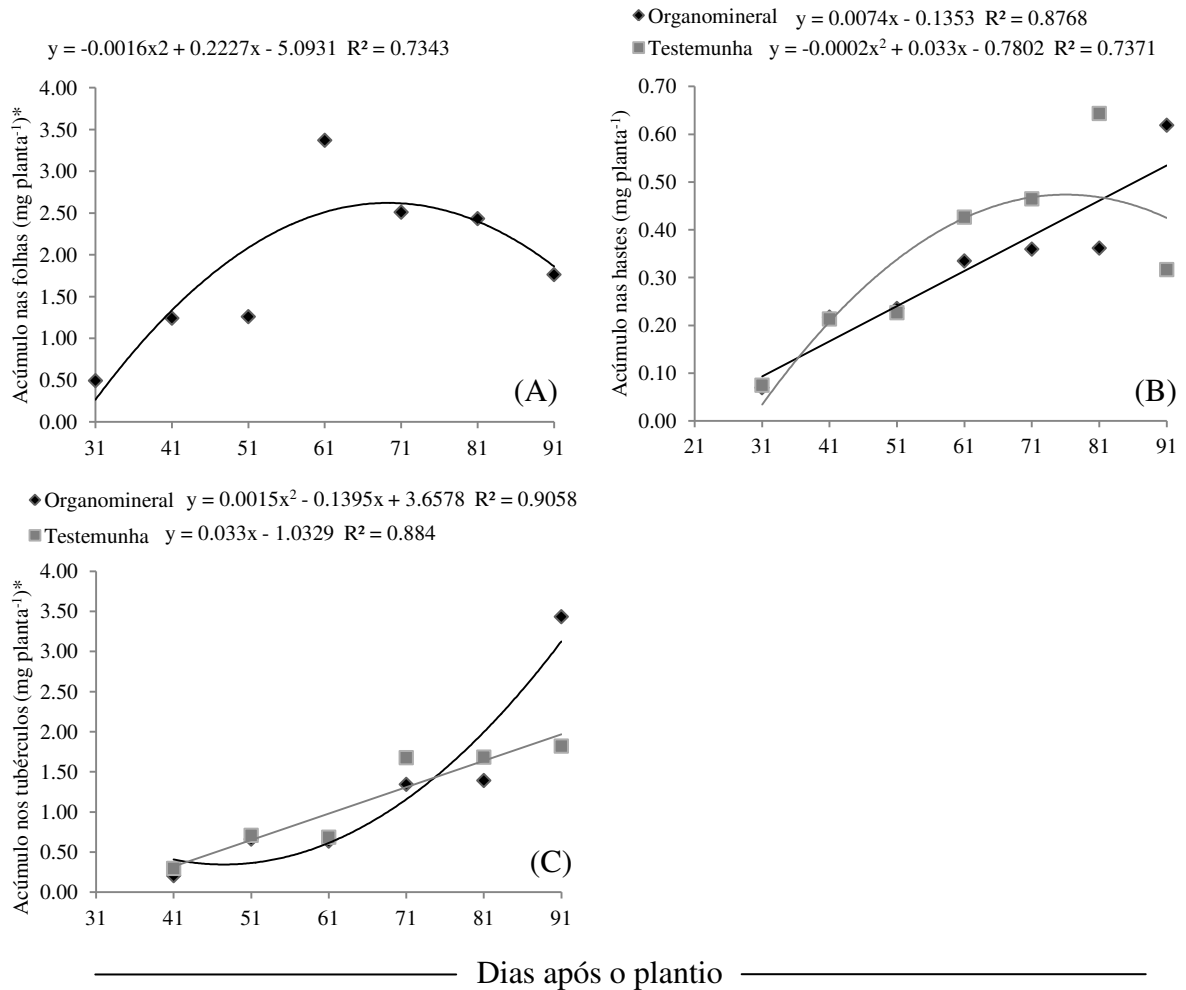
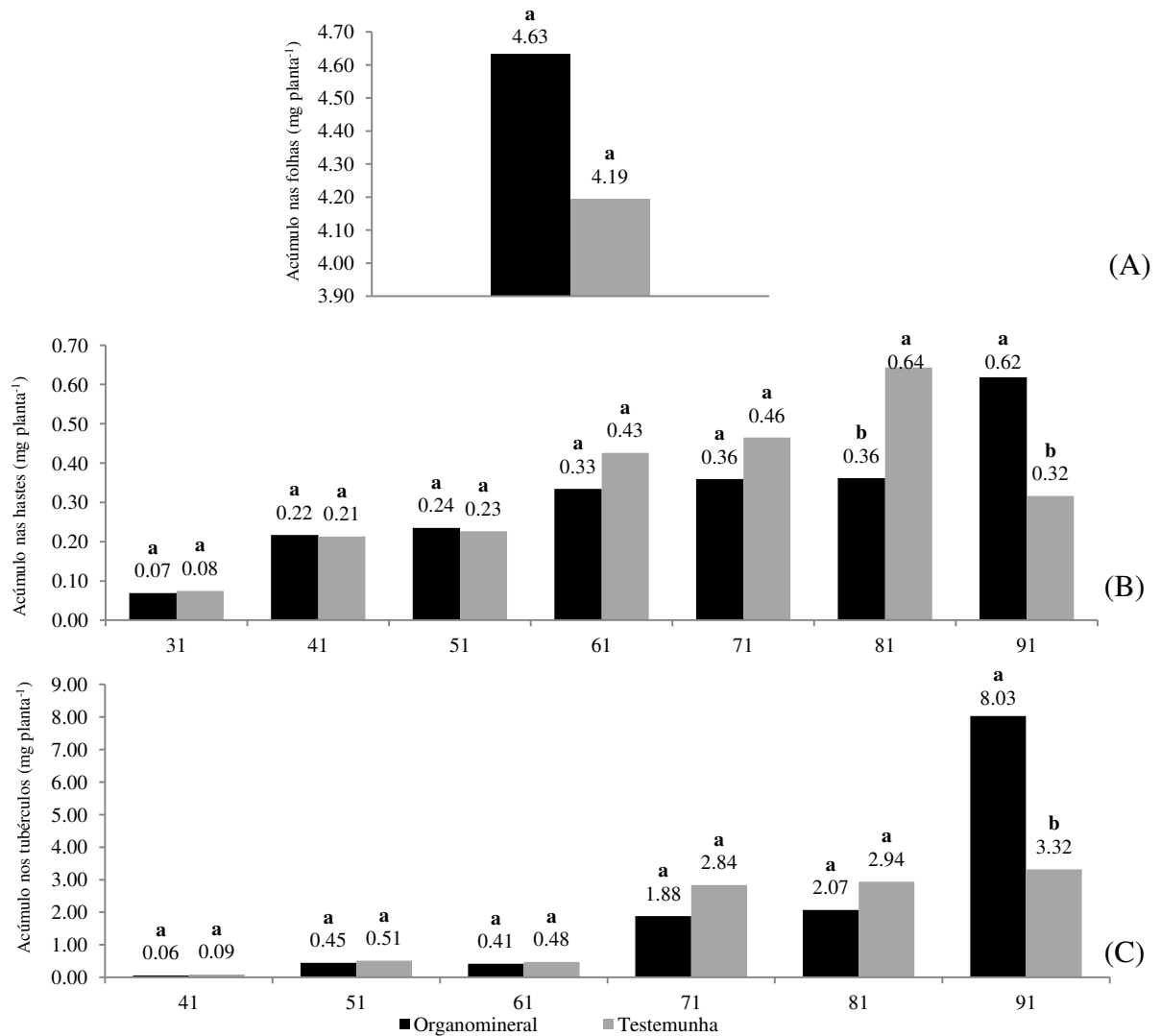


Figura 33 - Acúmulo de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Os tratamentos foram significativamente iguais para o acúmulo de Cu nas folhas. Para acúmulo nas hastes houveram diferenças nos tempos 81 e 91. No entanto, aos 81 o tratamento organomineral foi superior e aos 91 essa situação se inverteu. Para tubérculos houve diferenças apenas para o último tempo (Figura 34).



CV (A) = 17,56; CV (B) = 13,61; CV (C) = 42,73.

Figura 34 - Acúmulo de Cu nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.10 Ferro

Os teores de ferro nas folhas, hastes e tubérculos não apresentaram interação significativa tempo x tratamento. Para ferro nas folhas e hastes foram adotadas equações de regressão cúbicas. Nas folhas, os pontos críticos foram de 1350,56 mg kg⁻¹ aos 43 DAP e 2603,04 mg kg⁻¹ aos 75 DAP (Figura 35A). Já nas hastes, os pontos críticos foram de 498,85 mg kg⁻¹ aos 52 DAP e 1110,08 mg kg⁻¹ aos 85 DAP (Figura 35B). Para tubérculos foi adotado o modelo quadrático com máximo de 1783,37 mg kg⁻¹ aos 70 DAP (Figura 35C).

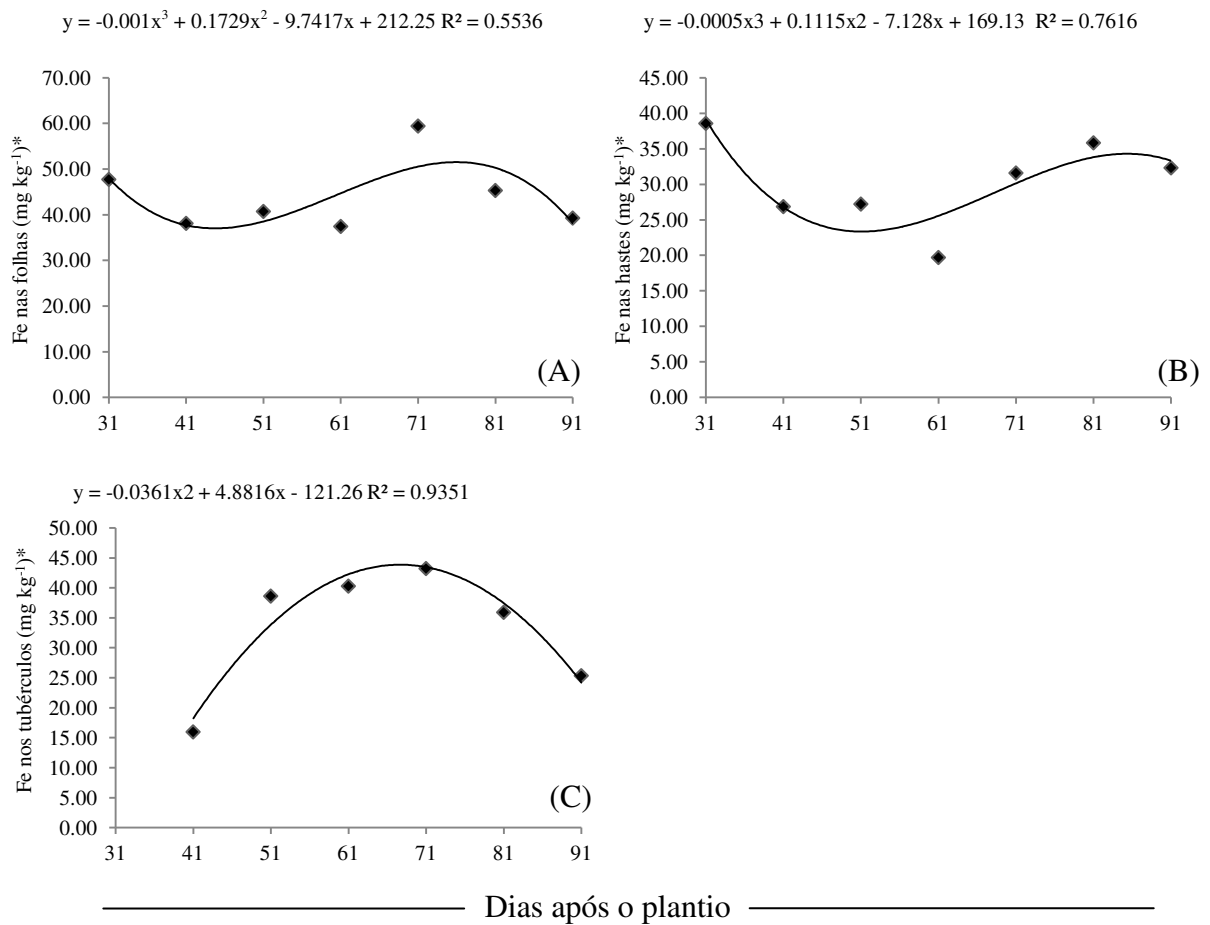
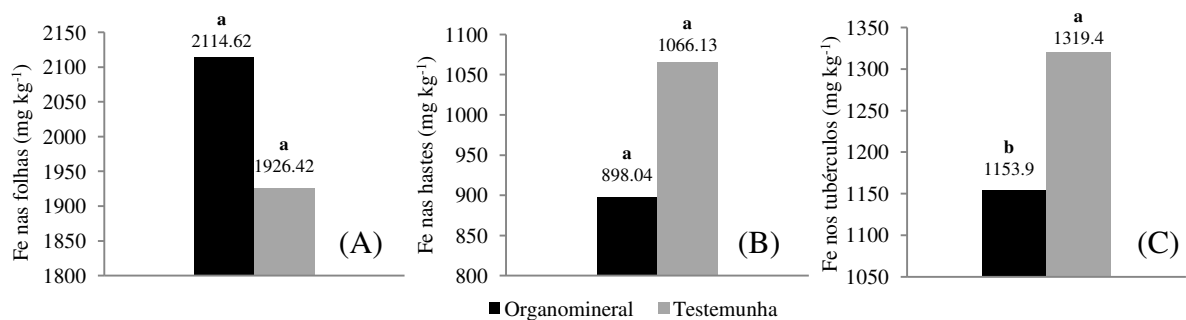


Figura 35 - Teor de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Quanto ao estudo dos tratamentos independentemente do tempo, não houveram diferenças significativas para folhas ou haste. No caso dos tubérculos o teor de Fe foi inferior para o tratamento organomineral. Os órgãos que mais exportam Fe, dispostos em ordem crescente são as hastes, os tubérculos e as folhas (Figura 36).



CV (A) = 11,16; CV (B) = 18,52; CV (C) = 13,68.

Figura 36 - Teor de Fe nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

Folhas e hastes apresentaram ajustes quadráticos para as equações de regressão (Figuras 37A e 37B). O acúmulo nas folhas apresentou um ponto máximo aos 65 DAP para um valor de $112,71 \text{ mg planta}^{-1}$. Quanto ao acúmulo nas hastes o máximo teor foi obtido aos 74 DAP para o valor de $21,7 \text{ mg planta}^{-1}$. Para tubérculos adotaram-se modelos quadráticos para ambos tratamentos (Figura 37C). O tratamento organomineral apresentou máximo de $220,22 \text{ mg planta}^{-1}$ aos 83 DAP. A testemunha apresentou máximo de $336,96 \text{ mg planta}^{-1}$ aos 83 DAP.

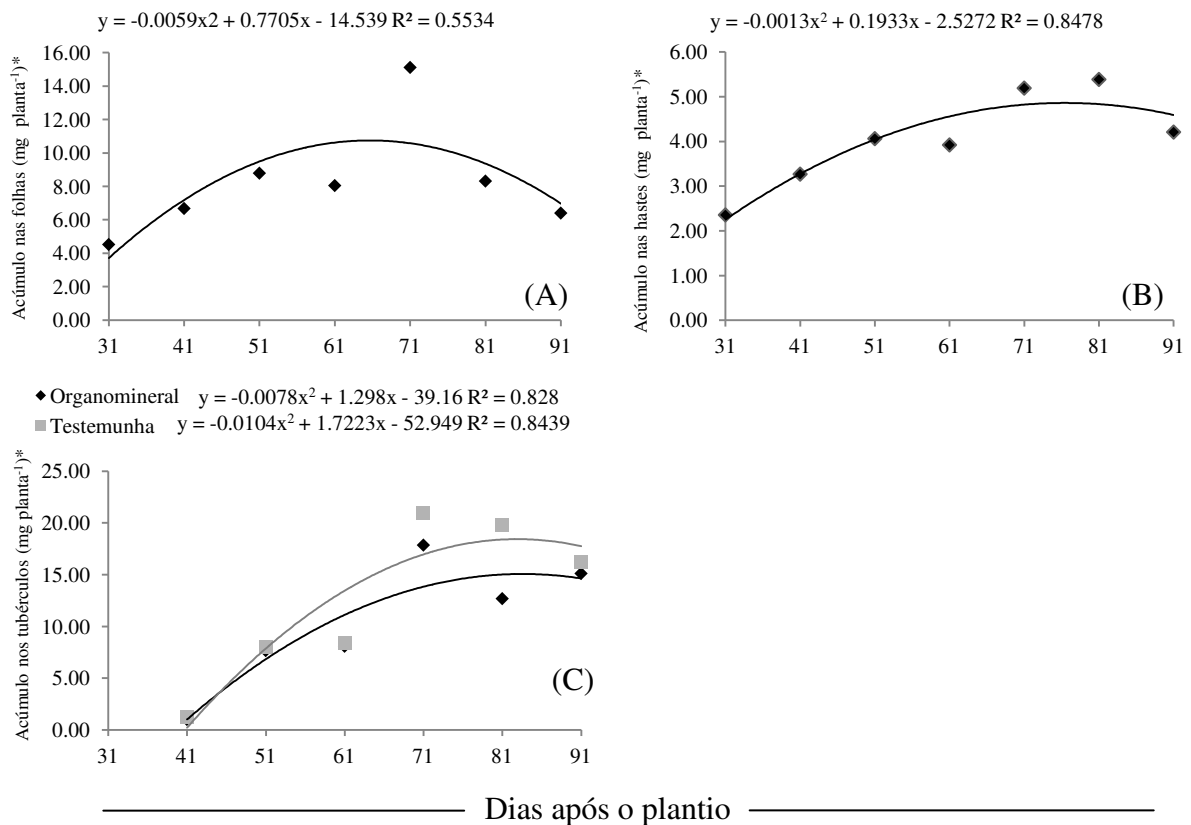
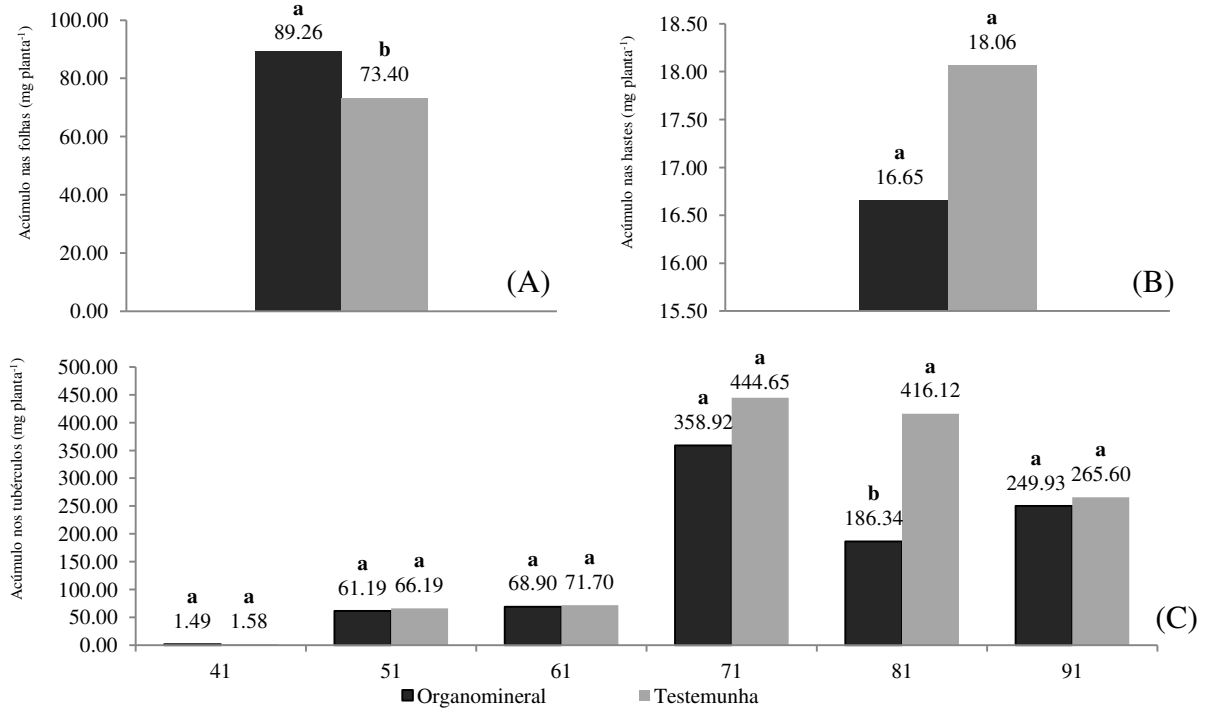


Figura 37 - Acúmulo de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Em relação ao acúmulo de Fe analisando-se os tratamentos, houve diferença para o acúmulo nas folhas para o qual o tratamento organomineral foi superior. Para as hastes os tratamentos foram estatisticamente iguais. Para os tubérculos apresentaram-se diferenças somente aos 81 DAP, em que a testemunha foi superior ao tratamento organomineral, conforme apresentado na Figura 38.

O Fe é considerado de baixa mobilidade nos tecidos vegetais, portanto pode haver baixa taxa de translocação deste elemento para os tubérculos enquanto folhas jovens podem

apresentar sintomas de deficiência (MALAVOLTA, 2006). Isto pode ser evidenciado pelas últimas avaliações deste estudo em que há uma tendência de redução no acúmulo de Fe nos tubérculos.



CV (A) = 16,61; CV (B) = 22,00; CV (C) = 23,26.

Figura 38 - Acúmulo de Fe nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.11 Manganês

O teor de manganês apresentou interação significativa para todos os órgãos analisados. Para folhas foram ajustadas equações cúbicas de pontos críticos $72,76 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 40 DAP e $196,56 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 86 DAP para o tratamento organomineral. Para a testemunha os pontos foram $34,81 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 38 DAP e $192,93 \text{ g kg}^{-1}$ aos 83 DAP (Figura 39A). Para o teor nas hastes foram adotadas equações quadráticas de pontos mínimos $12,10 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 55 DAP para o tratamento organomineral e $11,47 \text{ mg kg}^{-1}$ aos 53 DAP para a testemunha (Figura 39B). Os modelos polinomiais testados não se adequaram para Mn nos tubérculos, como observa-se na Figura 39C.

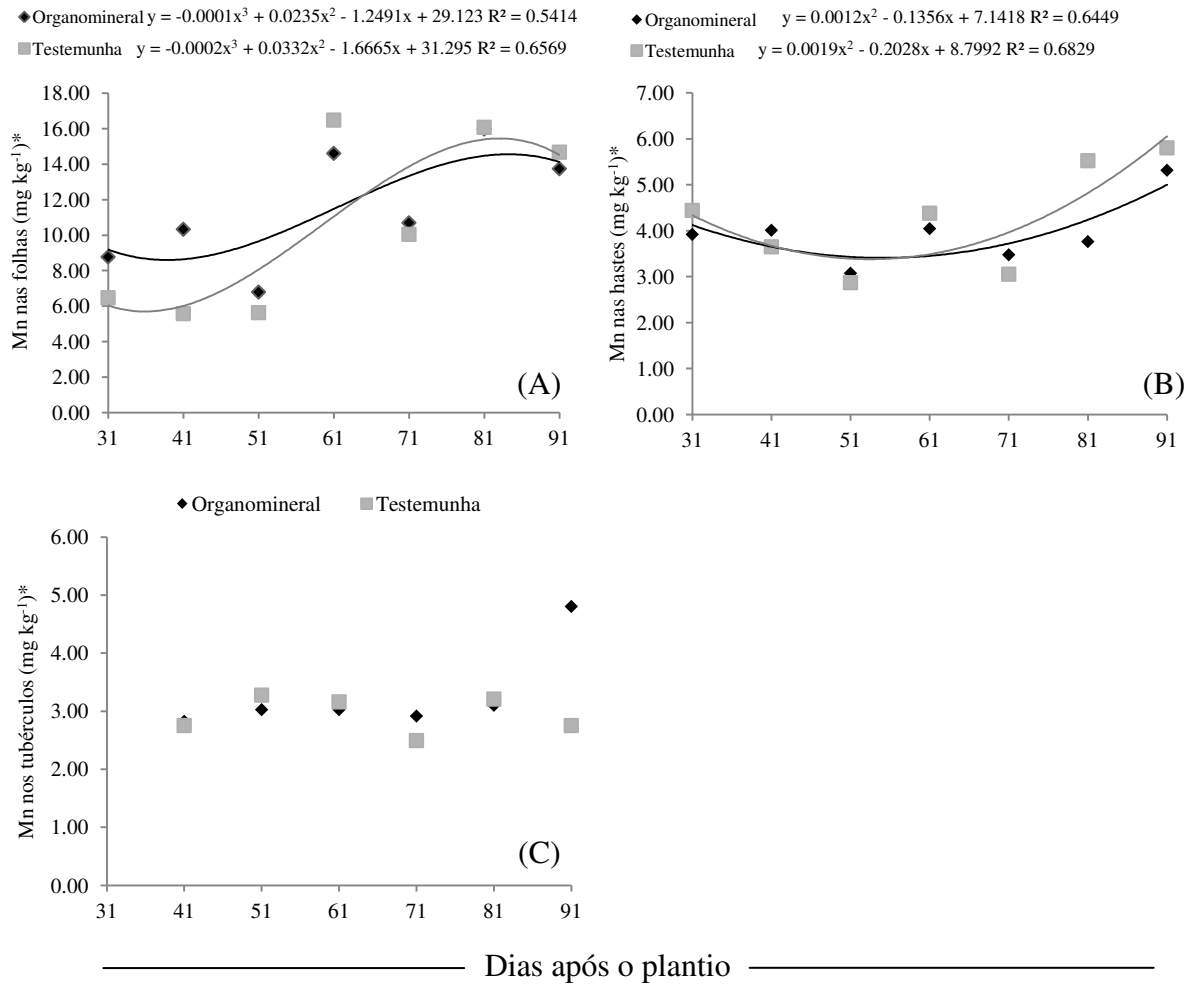
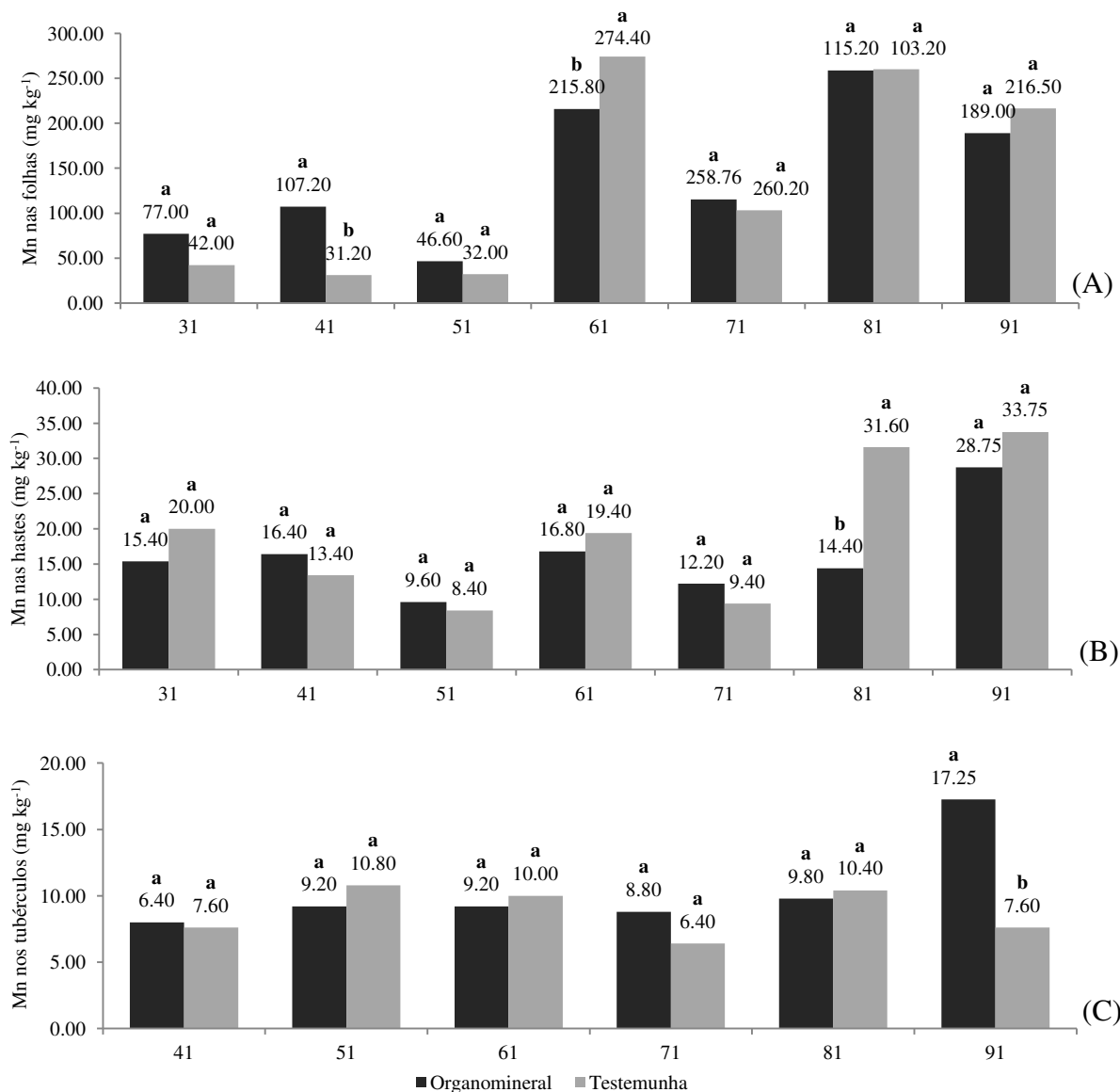


Figura 39 - Teor de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Para o teor de Mn houve diferença estatística somente aos 41 DAP para folhas. Para hastes o tratamento organomineral foi inferior aos 81 DAP. Nos tubérculos o teor de Mn foi inferior para a testemunha aos 91 DAP (Figura 40).



CV (A) = 10,53; CV (B) = 13,74; CV (C) = 50,62.

Figura 40 - Teor de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

O acúmulo de manganês apresentou interação significativa para todos os órgãos analisados sendo as curvas descritas como segue na Figura 41. Para folhas não houveram modelos significativos para se aplicar aos dados. Nas hastes o teor teve tendência linear para ambos os tratamentos. Os máximos obtidos para tratamentos organomineral e testemunha foram, respectivamente, 0,54 e 0,59 mg planta⁻¹ aos 91 DAP. O acúmulo nos tubérculos também apresentou tendência linear com máximos de 9,54 mg planta⁻¹ e 7,37 mg planta⁻¹ para tratamento organomineral e testemunha, respectivamente, aos 91 DAP.

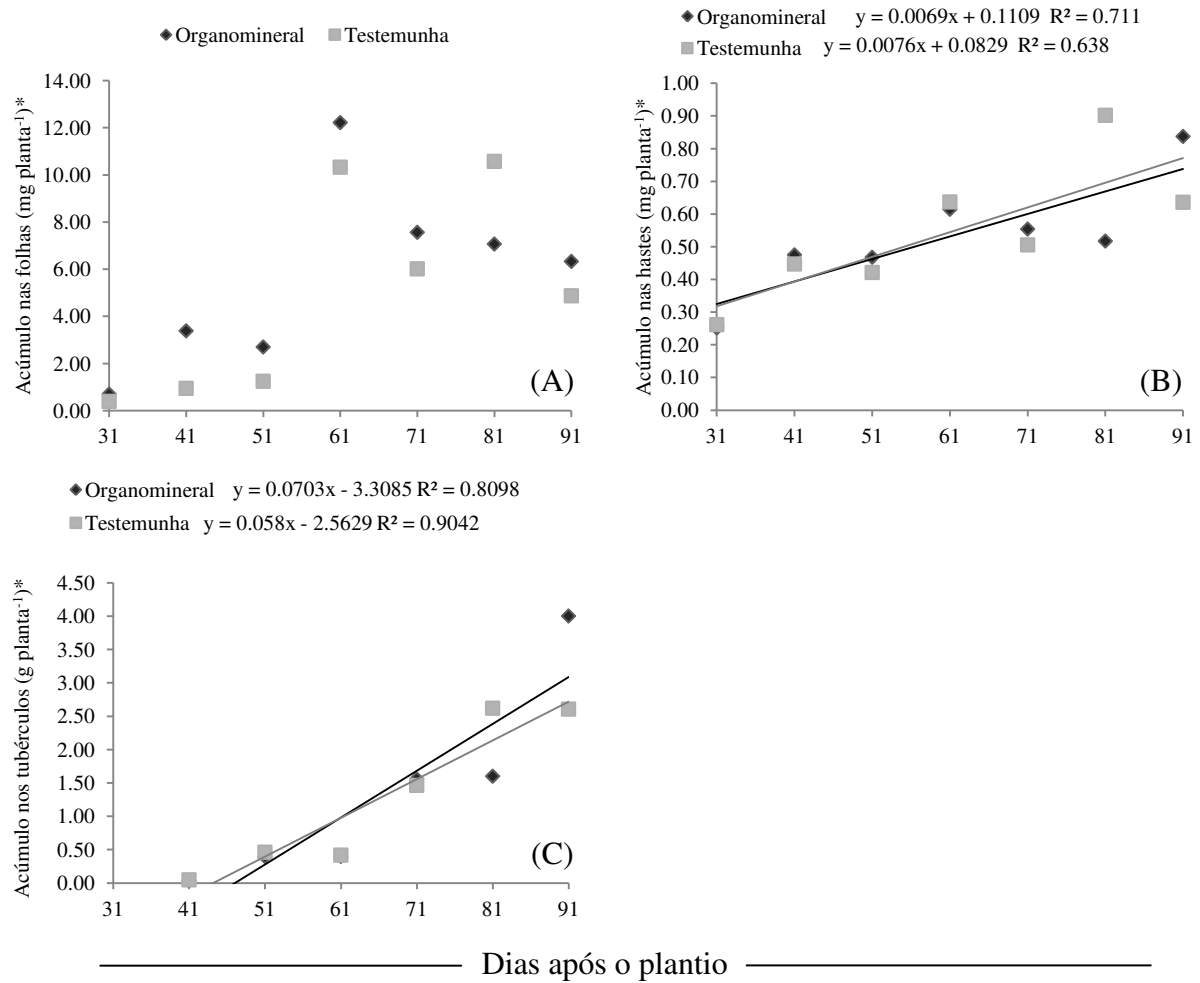
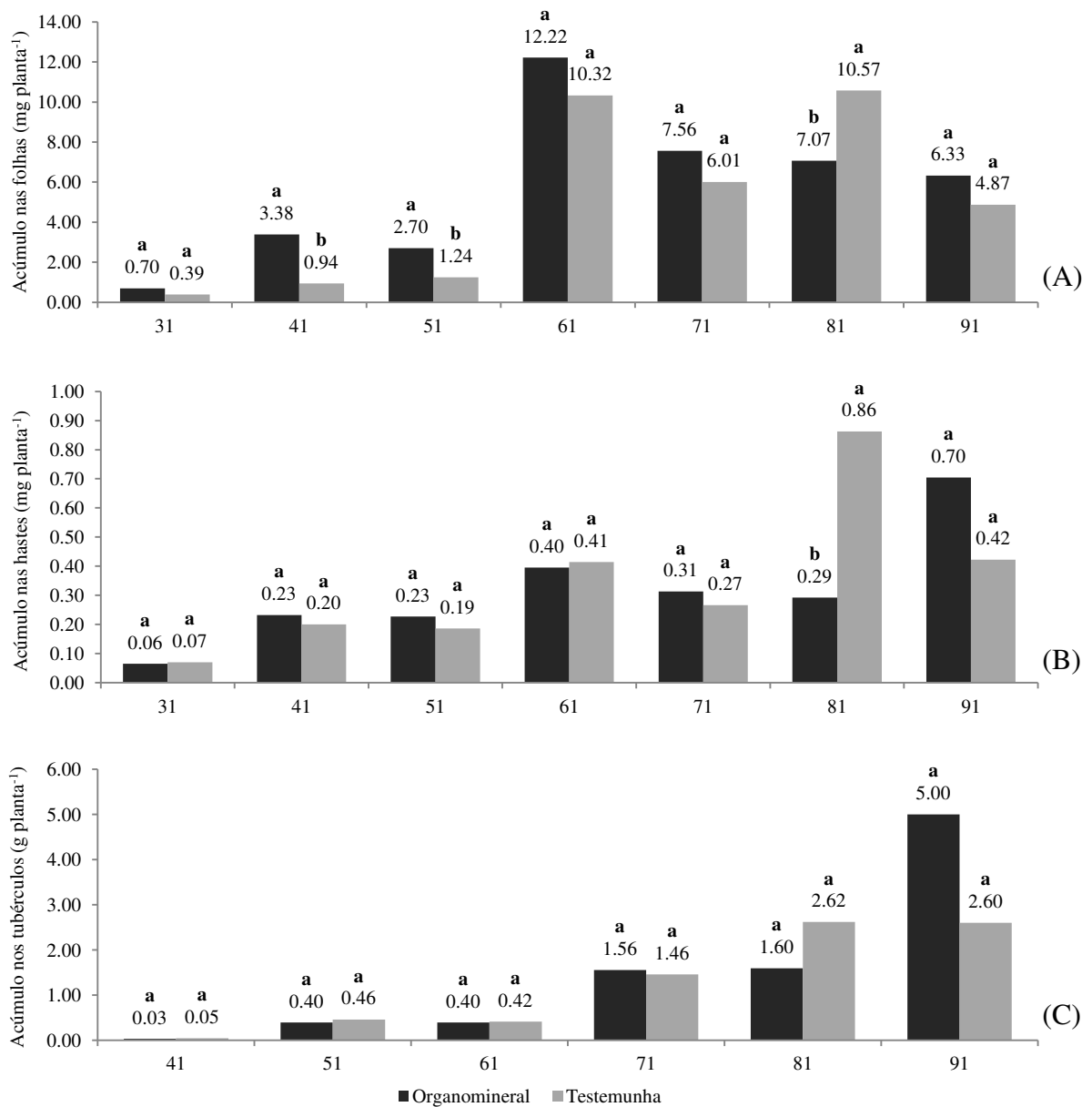


Figura 41 - Acúmulo de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo. *Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Quanto ao acúmulo de manganês, avaliando-se os tratamentos em cada tempo, houve diferença significativa para folhas apenas no tempo 81 conforme visualizado na Figura 42. Para hastes também houve diferenças aos 81 DAP em que a testemunha foi superior. Contudo, para tubérculos os tratamentos foram estatisticamente iguais para todos os tempos analisados.



CV (A) = 16,93; CV (B) = 19,41; CV (C) = 60,26.

Figura 42 - Acúmulo de Mn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

4.12 Zinco

Os teores de Zinco nas folhas, hastes e tubérculos não apresentaram interação significativa tempo x tratamento (Figura 43). Para ferro nas folhas e tubérculos foram adotadas equações de regressão quadráticas. Nas folhas, o ponto crítico foi de 310,02 mg kg⁻¹ aos 80 DAP. Para tubérculos o modelo quadrático obteve ponto mínimo de 40,06 mg kg⁻¹ aos

75 DAP. Já nas hastes, os pontos críticos foram de 147,29 mg kg⁻¹ aos 52 DAP e 148,14 mg kg⁻¹ aos 62 DAP.

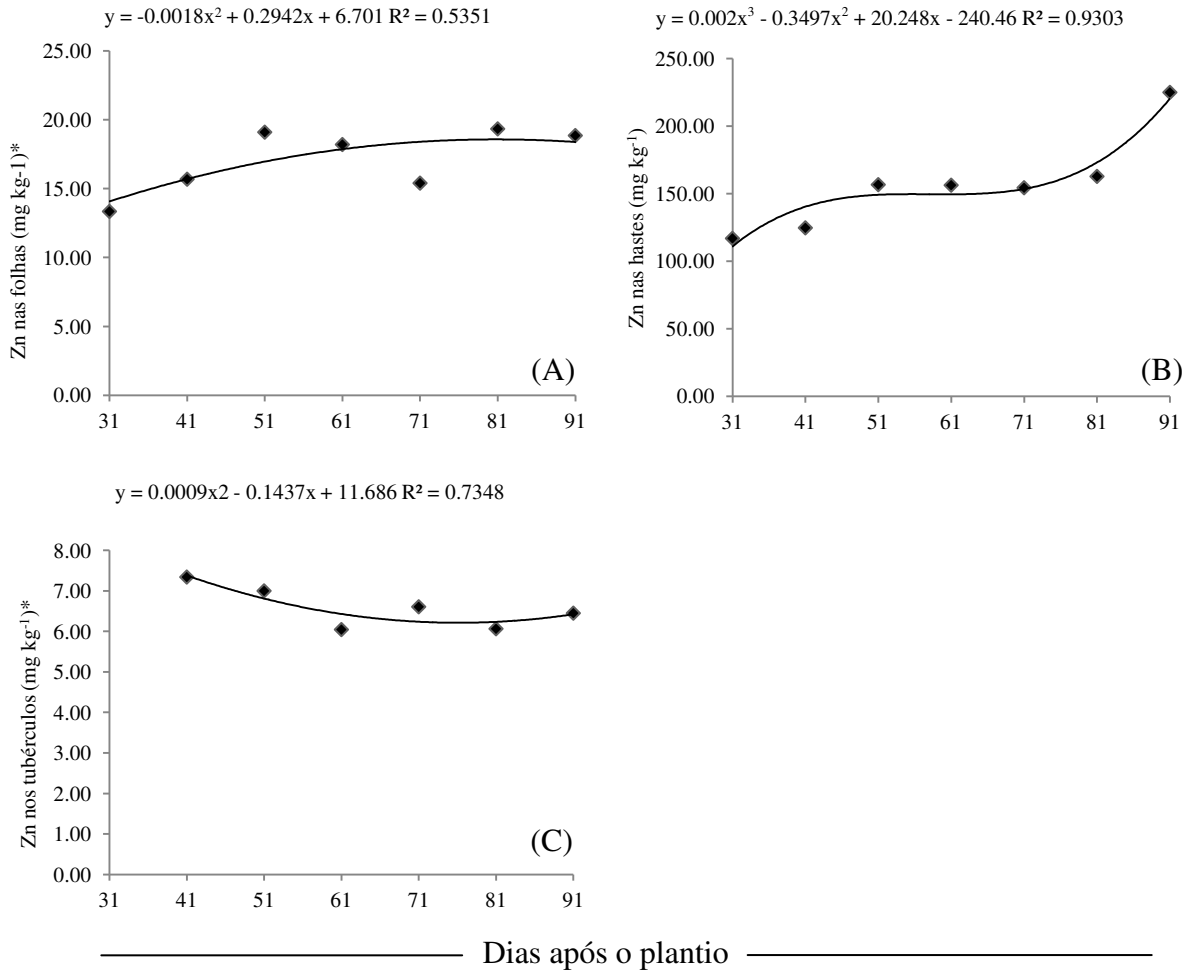
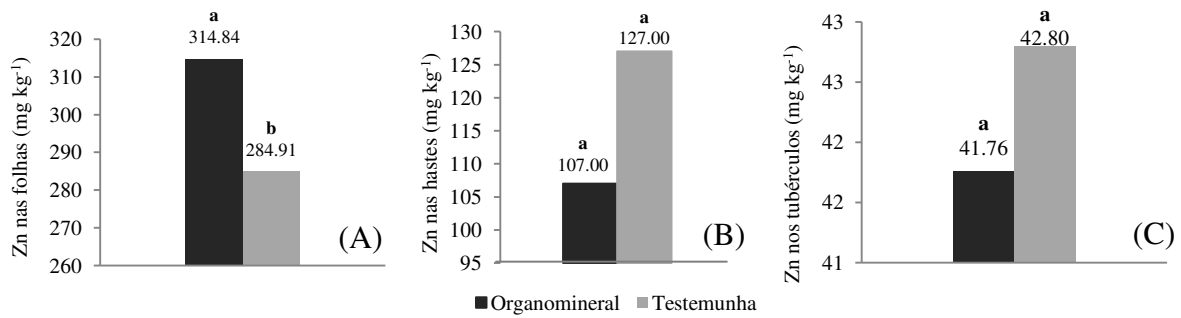


Figura 43 - Teor de Zn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Quanto ao estudo dos tratamentos independentemente do tempo, não houveram diferenças significativas para folhas ou haste. No caso das folhas o teor de Zn foi superior para o tratamento organomineral. Os órgãos que mais exportam Fe, dispostos em ordem crescente são os tubérculos, as hastes e as folhas (Figura 44).



CV (A) = 5,82; CV (B) = 14,84; CV (C) = 46,46.

Figura 44 - Teor de Zn nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

Para folhas o tratamento organomineral apresentou máximo acúmulo de 18,92 mg planta⁻¹ aos 63 DAP, enquanto a testemunha apresentou 13,17 mg planta⁻¹ aos 68 DAP (Figura 45A). Para hastes o tratamento organomineral apresentou máximo acúmulo de 4,18 mg planta⁻¹ 80 DAP, enquanto a testemunha apresentou 4,05 mg planta⁻¹ 72 DAP (Figura 45B). No caso dos tubérculos não houve interação e o ponto mínimo estimado foi de 36,35 mg planta⁻¹ aos 75 DAP, como observa-se na Figura 45C.

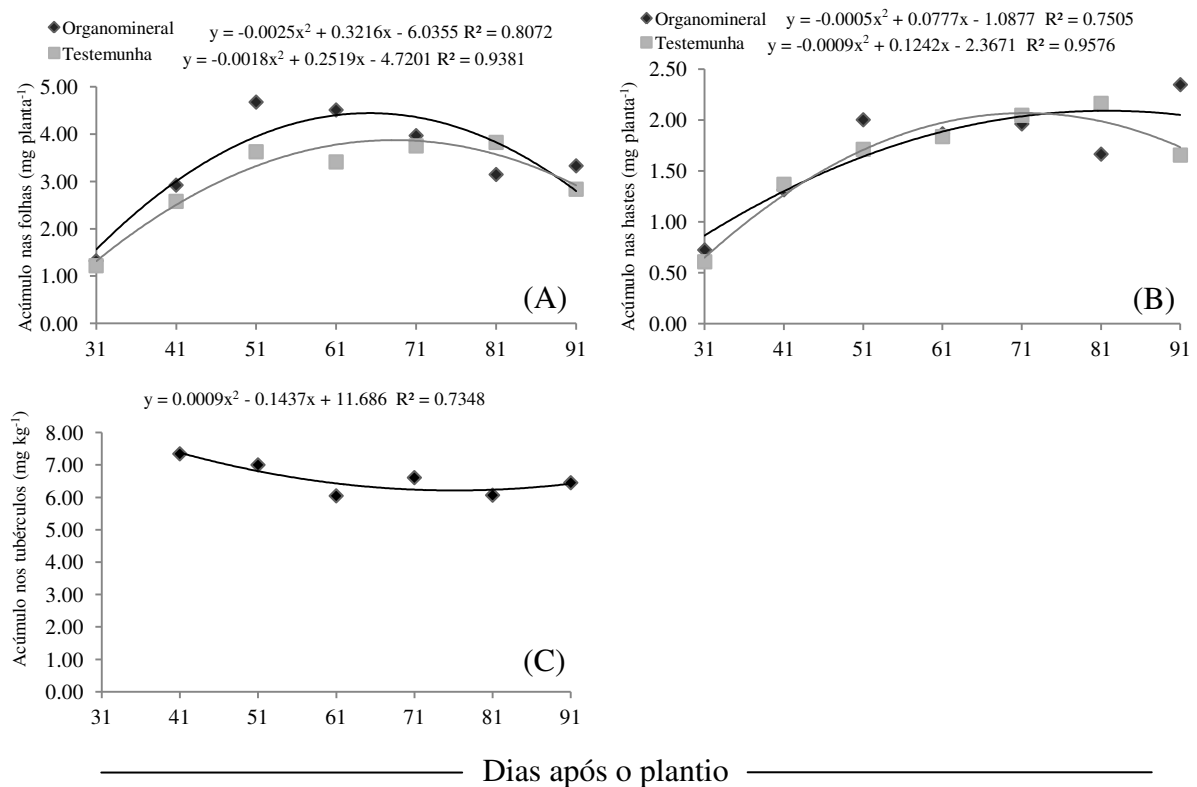
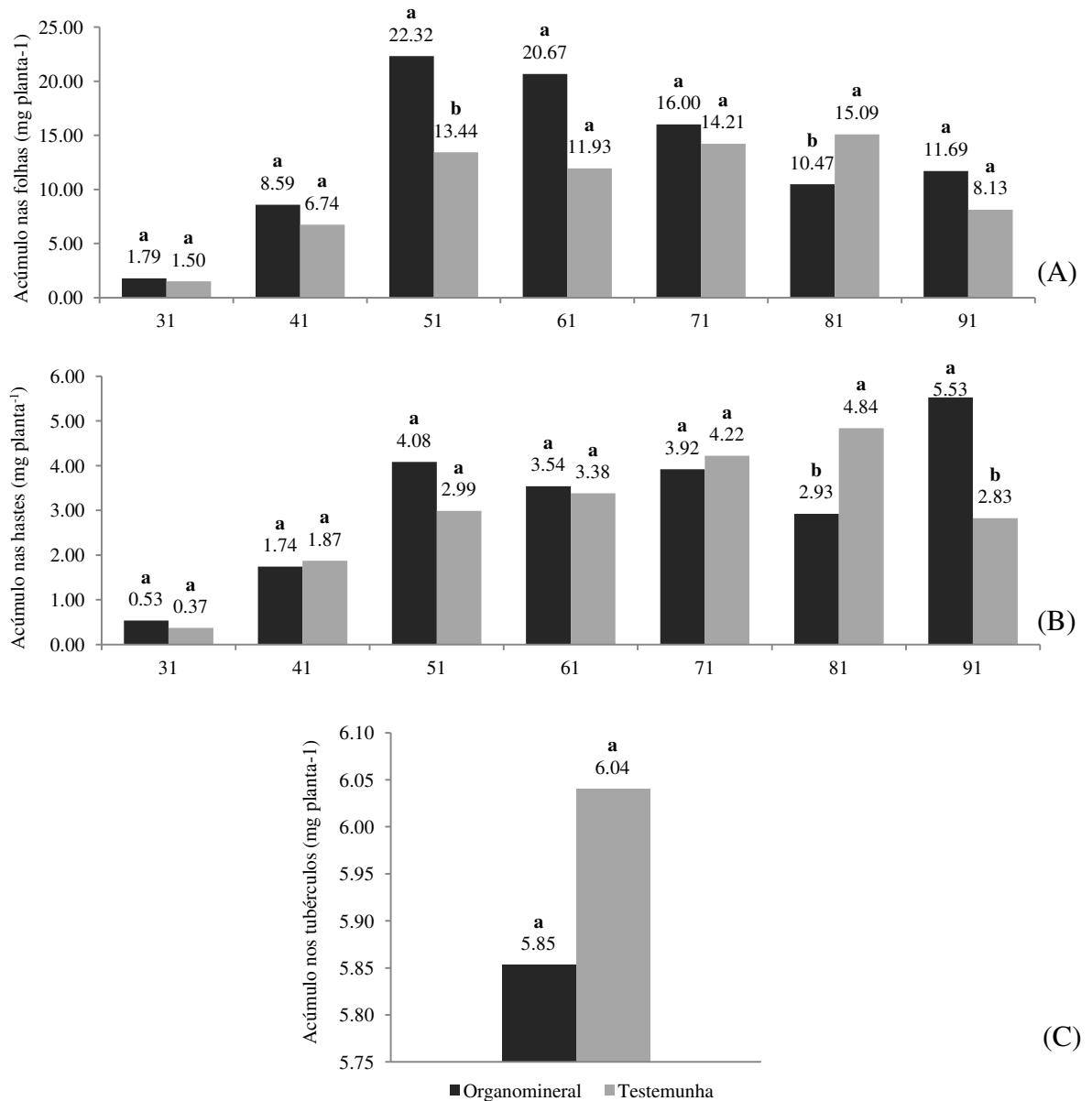


Figura 45 - Acúmulo de Zn nas folhas (A), hastes (B) e tubérculos (C) ao longo do ciclo.

*Variáveis que sofreram transformação de dados para raiz de x.

Para o acúmulo nas folhas e nas hastes houveram diferenças significativas apenas aos 51 e 81 DAP. Aos 81 o tratamento organomineral foi superior e aos 51, inferior, para ambos os casos. Nos tubérculos os tratamentos foram analisados independentes do tempo sendo que o tratamento organomineral e a testemunha apresentaram-se estatisticamente iguais (Figura 46).



CV (A) = 12,20; CV (B) = 12,45; CV (C) = 34,93.

Figura 46 - Acúmulo de Zn nas folhas (A), nas hastes (B) e nos tubérculos (C) comparando-se tratamentos.

5 CONCLUSÕES

Os tratamentos não diferiram entre si para a maioria dos nutrientes. À exceção de casos pontuais, como o acúmulo de Ca e Mg em que o tratamento organomineral foi claramente superior nas últimas avaliações, não se nota um efeito claro dos fertilizantes organominerais líquidos. Contudo, nos estudos ao longo do ciclo os modelos adaptados para interações significantes mostraram uma tendência geral de o tratamento organomineral atingir os pontos de máximo acúmulo mais precocemente que as testemunhas.

Para as folhas obteve-se a seguinte sequência decrescente de acúmulo máximo: potássio > nitrogênio > cálcio > magnésio > enxofre > fósforo > manganês > ferro > zinco > cobre > boro.

Para as hastes a ordem decrescente de acúmulos foi: potássio > magnésio > cálcio > nitrogênio > fósforo > enxofre > manganês > cobre > ferro > zinco > boro.

Para os tubérculos obteve-se: potássio > nitrogênio > fósforo > cálcio > magnésio > enxofre > ferro > zinco > cobre > manganês > boro.

As grandes diferenças de acúmulo estão entre os macronutriente, especialmente o cálcio, menos acumulado pelos tubérculos em relação aos outros órgãos. Quanto aos micronutrientes as diferenças foram menores e geraram mais variações nas respectivas sequências.

REFERÊNCIAS

- ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **A batata como alimento**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- AGRIANUAL: Anuário estatístico da agricultura brasileira. **Batata**. São Paulo: FNP, 2012. 195p.
- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico**. São Paulo: ANDA, 2000. 252 p.
- CFSEMG-COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5^a Aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.
- COGO, C. M.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; GODOI, R. S.; BORTOLOTTI, O. C.; LUZ, G. L. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.41, n.12, p. 1781-1786, 2006.
- EPPENDORFER, W. H.; EGGUM, B. O. Effects of sulfur, phosphorus, potassium, and water stress on dietary fiber fractions, starch, amino acids and on the biological value of potato protein. **Plant Foods for human Nutrition**, Dordrecht. v.45, n. 4, p. 299-313, 1994.
- EUROPLANT GROUP. **Jelly**: Varieties, competence & service. 2012. 2 p. Disponível em <www.europlantgroup.co.uk>. Acesso: 09 set. 2013.
- FAVORETTO, P. **Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de mini-tubérculos de batata cv. Atlantic**. 2005. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.
- FERNANDES, A. M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, M. C. P. C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421 p.
- FONTES, P. C. R. Cultura da Batata. In: _____. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 323-344.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, G.; GALLO, J. R.; NÓBREGA, S. A. Absorção de nutrientes pela batatinha. **Bragantia**, Campinas. v. 22, n. 22, p. 267-289, 1963.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201212.pdf>. Acesso em 10 set 2013.

MACEDO, M. C. M.; HAAG, H. P.; GALLO, J. R. Absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batatinha (*Solanum tuberosum* L.). In: HAAG, H. P. (Ed.). **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 555-627.

MAGALHÃES, J. R. **Nutrição e adubação da batata**. São Paulo: Nobel, 1985. 51 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

SILVA, F. L. da; PINTO, C. A. B. P.; ALVES, J. D.; BENITES, F. R. G.; ANDRADE, C. M.; RODRIGUES, G. B.; LEPRE, A. L.; BHERING, L. L. Caracterização morfofisiológica de clones precoces e tardios de batata visando à adaptação a condições tropicais. **Bragantia**, Campinas. v. 68, n. 2, p.295-302, 2009.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003. 564 p.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'**. 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.