

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**NUTRIENTES ABSORVIDOS E LIXIVIADOS EM  
CULTIVO DE GÉRBERA EM VASO, COM DUAS  
SOLUÇÕES DE FERTIRRIGAÇÃO**

**CHIRLENE MARCIA OLDONI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração Produção Vegetal.

**Passo Fundo, setembro 2008.**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**NUTRIENT LEACHING AND UPTAKE BY GERBER  
CULTIVATED IN POT AND FERTILIZED WITH  
TWO FERTIRRIGATION SOLUTIONS**

**CHIRLENE MARCIA OLDONI**

**Orientador: Ph.D. Pedro Varella Escosteguy**

**Co-orientadora: Dra. Cláudia Petry**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração Produção Vegetal.

Passo Fundo, setembro 2008.

**Dedico este trabalho**

*Ao meu marido Aldir, aos filhos Bruna e  
Pedro e aos meus pais.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Pedro Alexandre Varella Escosteguy pela orientação e ensinamentos.

A Professora Claudia Petry pelos ensinamentos e colaboração.

A UPF em especial Laboratório de Química do Solo e Resíduos Sólidos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, pela concessão de uso de equipamentos necessários à realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Solos, Maria Cenilda, pela colaboração.

Aos professores do curso pelos ensinamentos e contribuições.

A Mari pela eficiência e paciência.

Aos colegas do curso e em especial a Jeonice Techio pela amizade, convivência e troca de experiências, ao Sílvio Spera pela colaboração.

A Luciana Machado pela colaboração, auxílio e amizade.

A Dalva Maria Zinn pelos ensinamentos e amizade.

Ao meu marido Aldir Pedro Moretto pelo apoio, amor e companheirismo.

Aos meus filhos Bruna e Pedro, pelo carinho, amor e alegria.

Aos meus pais Antonio e Onilda, pelo apoio.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	8
2.1 A cultura da gérbera .....	8
2.2 Importância econômica da gérbera na floricultura.....	10
2.3 Exigências microclimáticas das gérberas .....	14
2.4 Exigências nutricionais das gérberas.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Pré-Experimento.....	28
3.2 Experimento Principal .....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.1 O cultivo da gérbera .....	42
4.1.1 Características físicas do substrato.....	42
4.1.2 Condições climáticas .....	46
4.1.3 Quantidade produtiva da gérbera .....	46
4.2 Macro e micronutrientes na planta .....	49
4.2.1 Teor de macro e micronutrientes.....	50
4.2.2 Quantidades extraídas de macro e micronutrientes.....	55
4.2.3 Percentual de nutrientes na planta em relação as quantidades aplicadas na fertirrigação e as existentes no substrato .....	67

4.3 Lixiviação de nutrientes essenciais e de sódio .....	73
4.4 Macro e micronutrientes no substrato .....	88
4.4.1 Extração com ácidos.....	88
4.4.2 Extração com pasta saturada .....	922
5 CONCLUSÕES .....	98
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	99
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	101
8 APÊNDICES .....	108

## LISTA DE TABELAS

### Tabela

1 - Tratamentos testados no Experimento Principal. ....	36
2 - Concentração de macronutrientes e sódio das soluções de fertirrigação testadas no experimento. ....	37
3 - Concentração de micronutrientes das soluções fertirrigação testadas no experimento. ....	37
4 - Características físicas do substrato utilizado no experimento (UPF, Passo Fundo, 2007). ....	44
5 - Teores de metais e semi-metais no substrato utilizado no cultivo de gérbera, antes do experimento.....	45
6 – Teores de macro e micronutrientes, extraídos com os métodos de análise de fertilizante orgânico, da digestão ácida e da pasta saturada, do substrato utilizado no cultivo de gérbera, antes do experimento. ....	46
7 – Número de folhas (NF) e de botões (NB), comprimento da folha maior (C>) e da folha menor (C<) em gérberas adubadas com duas soluções nutritivas e cultivadas em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (Erechim, RS e UPF, Passo Fundo, RS 2007).....	49
8 – Produção de matéria seca (MS), teor de macro e micronutrientes e sódio em plaiointa de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).....	52
9 – Produção de matéria seca (MS) e teor de macro e micronutrientes e sódio na parte aérea de gérbera, adubada	

com duas soluções nutritivas e cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).....	57
10 - Quantidade de macro e micronutrientes extraídas por planta de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas, e cultivada em estufas plásticas, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).....	61
11 – Quantidade de macro e micronutrientes extraída da parte aérea de gérberas, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada, em estufas plásticas, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).....	65
12 – Percentual de macro e micronutrientes absorvido por planta de gérbera, em relação as quantidades aplicadas pelas soluções de fertirrigação e as já existentes no substrato (UPF, Passo Fundo, 2007).....	69
13 – Percentual de macros e micronutrientes absorvidos pela parte aérea das plantas de gérberas, em relação as quantidades aplicadas pelas soluções de fertirrigação e as já existentes no substrato (UPF, Passo Fundo, 2007).....	71
14 – Valor do potencial de hidrogênio (pH) e da condutividade elétrica (CE) e teores de macro e micronutrientes das soluções aplicadas em gérbera, cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas (UPF, Passo Fundo, 2007).	75

## LISTA DE FIGURAS

### Figura

- 1- Detalhes da unidade experimental: vasos, malha para conter partículas e recipientes utilizados para a coleta do lixiviado.30
- 2- Estufa plástica onde foi realizado o Experimento Principal 32
- 3- Canteiros do Experimento Principal, com espaçamento de 0,25 x 0,25 cm, recomendado para a cultura da gérbera em pote 14..... 35
- 4- Temperaturas máximas e mínimas diárias registradas na estufa plástica realizado o experimento, em função do tempo desenvolvimento da gérbera (Erechim-RS, 2007).. 47
- 5- Valores de intensidade luminosa, obtidas nas leituras efetuadas às 9, 13 e 17 horas, durante o ciclo de desenvolvimento da gérbera (Erechim-RS, 2007)..... 48
- 6- Quantidades de cálcio (a), sódio (b), cobre (c) e ferro (d) obtidas no lixiviado de vasos cultivados com gérbera, adubada com dois tipos de solução fertirrigação, em diferentes épocas avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007). ... 74
- 7- Quantidade de manganês (Mn) lixiviada, durante o cultivo de gérbera em vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 78
- 8- Quantidade de fósforo (P) determinada com extração ácida do lixiviado, durante o cultivo de gérbera em vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 80

- 9- Quantidade de fósforo (P) determinada com a extração química deste nutriente das soluções de fertirrigação e do lixiviado, em função do tempo de cultivo de gérbera em vaso (UPF, Passo Fundo, 2007)..... 81
- 10- Quantidade de potássio (K) lixiviado, durante o cultivo de gérbera em vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação. Média das soluções testadas. (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 82
- 11- Porcentagem de perdas de magnésio (a), cobre (b), ferro (c), cálcio (d), nitrogênio (e), sódio (f) e fósforo (g) no lixiviado coletado em vasos com gérbera, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2), em diferentes épocas, em relação ao disponibilizado (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 85
- 12- Percentual de zinco (a) e manganês (b) no lixiviado coletado de vasos com gérberas, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas. Médias das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... [86](#)
- 13- Quantidade de fósforo (a), enxofre (b) e cobre (c) extraída com o método da digestão nitro-perclórica ou sulfúrica, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2), em diferentes épocas de cultivo de gérbera (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... [89](#)
- 14- Quantidade de potássio (a), cálcio (b) e nitrogênio (c) extraída com o método da digestão nítro-perclórica e sulfúrica, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas de cultivo de gérbera. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... [91](#)

- 15- Quantidade de magnésio (Mg) extraída com método da digestão ácida, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1/S2) e cultivado com gérbera. Média épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007). ... 92
- 16- Quantidade de cálcio (a), nitrogênio (b) e enxofre (c) extraídos com o método de pasta saturada, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1, S2), cultivado com gérbera (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 94
- 17- Quantidade de ferro (a) e manganês (b) extraídas com o método da pasta saturada, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2). Média das épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 955
- 18- Quantidade de fósforo (a), potássio (b), magnésio (c), zinco (d), ferro (e) e manganês (f) extraído com o método da pasta saturada, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas de avaliação de cultivo de gérberas. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007). ..... 977

# **NUTRIENTES ABSORVIDOS E LIXIVIADOS EM CULTIVO DE GÉRBERA EM VASO, COM DUAS SOLUÇÕES DE FERTIRRIGAÇÃO**

Chirlene Márcia Oldoni<sup>1</sup>, Pedro Alexandre Varella Escosteguy<sup>2</sup>  
e Claudia Petry<sup>3</sup>

**RESUMO** - Inexistem recomendações oficiais para a adubação de gérberas de vaso, sendo poucos os trabalhos publicados sobre a nutrição dessa cultura, no Brasil. O trabalho avaliou duas soluções de fertirrigação, em relação à perda de nutrientes por lixiviação e a absorção por plantas de gérberas. O experimento foi conduzido de setembro a novembro de 2007, em Erechim, RS, em estufa plástica. As plantas foram cultivadas em vaso, contendo substrato. As soluções de fertirrigação testadas foram denominadas S1 e S2, sendo a primeira sugerida pela literatura especializada e a segunda utilizada na estufa onde o experimento foi instalado. O delineamento experimental foi completamente casualizado e a cultivar, Salmon Rose. Os teores e as quantidades de nutrientes absorvidas pelas plantas, acumuladas no substrato e lixiviadas foram avaliados aos 15, 30, 45, 60 dias após o enraizamento (DAE). A qualidade da produção de gérbera não variou entre as soluções testadas, mas a S2 proporcionou maior acúmulo de N, S, Mn, Cu, e Zn nas plantas, enquanto que a S1 possibilitou maior

---

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV)/ Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de concentração Produção Vegetal – [chirlene@erechim.com.br](mailto:chirlene@erechim.com.br)

<sup>2</sup> Orientador, Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor da FAMV, PPGAgro/UPF – [escosteguy@upf.br](mailto:escosteguy@upf.br)

<sup>3</sup> Co-orientadora, Engenheira Agrônoma, Dr<sup>a</sup> Professora da FAMV, PPGAgro/UPF – [petry@upf.br](mailto:petry@upf.br)

acúmulo de B. Na média das soluções testadas, a extração de macronutrientes pelas plantas de gérbera, aos 60 DAE, decresceu na ordem:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ , enquanto que a de micronutrientes na ordem:  $Fe > B > Mn > Zn > Cu$ . A S1 proporcionou maior acúmulo de P, K, Ca, Mg e Cu no substrato. As quantidades lixiviadas de Ca, Na, Cu e Fe variaram com a interação entre a solução de fertirrigação e o número de DAE, mas as diferenças foram pequenas e sem implicação prática. Já, a quantidade lixiviada de P, K, N, Mg e Mn variou somente em função do número de DAE, enquanto que a quantidade lixiviada de Zn foi maior nos tratamentos com a S2. Na média das soluções testadas, os macronutrientes que lixiviaram em maior quantidade foram o N e o Mg, enquanto que o Ca e o S foram os que lixiviaram em menor quantidade.

**Palavras-chave:** nutrição de plantas, adubação, floricultura, contaminação.

**NUTRIENT LEACHING AND UPTAKE BY GERBER  
CULTIVATED IN POT AND FERTILIZED WITH TWO  
FERTIRRIGATION SOLUTIONS**

**ABSTRACT** – In Brazil, official recommendations is lacking for fertilization of gerber cultivated in pot and a few works were published about this plant nutrition. This work evaluated the effects of two fertirrigation solutions on the amount of nutrients lost by leaching and uptake by gerber. The experiment was carried out from September to November 2007, in Erechim, RS, Brazil, in a greenhouse. Plants were cultivated in pot filled with substrate and the fertirrigation solutions tested were nominated as S1 and S2. The first is suggested by technical literature, while the second is used in the greenhouse where this experiment was carried out. A completely randomized design and the Salmon Rose cultivar were used. The content and the amount of nutrients uptake by the plants, accumulated in the substrate, and lost by leaching, were evaluated after 15, 30, 45, and 60 days of root development (DAR). The quality of Gerber production did not change between the tested solutions, but plants fertilized with S2 showed higher accumulation of N, S, Mn, Cu, and Zn, while S1 fertilized plants showed higher accumulation of B. On the average of tested solutions, the extraction of macronutrients by gerber plants, on 60 DAR, decreased in the following order:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ , while for the micronutrients as follow:  $Fe > B > Mn > Zn > Cu$ . The S1 solution increased the accumulation of P, K, Ca, Mg, and Cu in the substrate. The amount of Ca, Na, Cu, and Fe lost by leaching changed with the interaction between fertirrigation solutions and the number of DAR, but the differences were small and with no practice implication.

The amount of P, K, N, Mg, and Mn lost by leaching changed only as a function of the number of DAR, while the amount of leached Zn was higher in the S2 treatments. On the average of tested solutions, the greatest amount of macronutrients lost by leaching was found for N and Mg, while the shortest amount was found for Ca and S.

**Key words:** plant nutrition, fertilization, floriculture, contamination.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção e a comercialização de flores e plantas ornamentais no Brasil começaram em escala comercial na década de 30, quando imigrantes japoneses se estabeleceram na região de São Paulo. Na década de 70 entraram os imigrantes holandeses, que deram um impulso maior à comercialização, implantando um sistema de distribuição por todo o País. Anteriormente, o cultivo de flores e plantas no Brasil era realizado apenas por pequenos produtores de forma artesanal. A partir da chegada dos imigrantes holandeses e com o uso de tecnologias adequadas, a floricultura teve um grande avanço. Surgindo a partir desta época a necessidade de mão-de-obra especializada para a melhoria na qualidade e na produtividade, fatores estes, fundamentais para tornar esta atividade competitiva dentro do agronegócio.

A floricultura brasileira é, portanto, hoje uma atividade econômica importante no agronegócio, com ganho na qualidade, competitividade, ramificando-se nos estados e consolidando-se como importante alternativa na produção agrícola. Pela diversidade climática, é possível produzir constantemente ao longo do ano, flores, folhagens e outros produtos derivados, a custos relativamente baixos e, portanto, competitivos.

Durante os últimos anos, a floricultura está experimentando avanços tecnológicos importantes. Neste sentido, existe a disposição do produtor variedades de culturas mais produtivas do que as tradicionais, novos materiais, sistemas de irrigação, substratos, soluções nutritivas, etc., alternativas que exigem um controle de precisão, em algumas ou em todas as fases do processo de produção.

Na adubação a demanda dos macronutrientes é diferenciada entre as cultivares de gérbera, sendo desse modo, necessário que recebam manejo individualizado, para a melhor expressão de seus potenciais genéticos (LUDWIG et al., 2008).

No caso do cultivo comercial de gérberas de vaso e de corte, com o passar dos anos, tornou-se uma cultura de grande importância econômica no agronegócio de flores, especificamente no Rio Grande do Sul, pela disponibilidade de cores, tamanhos e formas. Essas características devem-se aos avanços na genética na criação de novos cultivares, as quais podem ter exigências nutricionais diferenciadas. Entretanto, o crescimento na produção de flores no Estado está relacionado com a necessidade da divulgação de conhecimentos técnicos, caso contrário haverá perdas de recursos e divisas para outros estados. Além disto, cada hectare cultivado gera, em média, 3,8 empregos diretos, o que poderia contribuir para reduzir o desemprego.

Devido a carência de informação das reais necessidades nutricionais dos inúmeros cultivares de gérberas de vaso comercialmente lançados no mercado, bem como suas variações ao longo do ciclo, faz com que possam ocorrer perdas de nutrientes pelo lixiviado, acarretando prejuízos financeiros as empresas produtoras, além de impactos ambientais com acúmulo de íons no solo ou lixiviação até o lençol freático.

Para ser bem sucedido na produção de gérberas, é necessário cumprir algumas exigências básicas descritas neste trabalho, como o estudo prévio das características do substrato, as análises da água e da solução nutritiva, o conhecimento das técnicas de cultivo, além de cuidados com a irrigação e fertirrigação, para não haver desperdício de nutrientes.

A produção comercial de gérberras de vaso e de corte normalmente é realizada a partir de mudas adquiridas de empresas especializadas na sementeira e vendas de *plugs*. Estas são transplantadas para vasos preenchidos com substrato e os nutrientes são fornecidos via fertirrigação no sistema de micro-tubos gotejadores, com formulações nutritivas normalmente recomendadas pelas empresas que fornecem as mudas.

Este trabalho teve como objetivo gerar subsídios para o manejo da adubação de gérberras, cultivadas em ambiente protegido e em vasos com substrato. Os objetivos específicos consistiram em comparar duas soluções de fertirrigação, quanto à eficiência da absorção dos nutrientes pela gérrera e as perdas por lixiviação dos nutrientes adicionados com essas soluções. Outro objetivo foi o de avaliar o teor e a quantidade de nutrientes absorvidos pela gérrera, cultivada nestas condições.

Devido à falta de conhecimento das reais necessidades da planta, durante todo o ciclo da cultura, o produtor da região não conhece a verdadeira necessidade de nutrientes da planta. A execução deste trabalho visa, portanto, ajudar na compreensão dos processos que melhoram a eficiência da adubação de gérberras, reduzindo as perdas de nutrientes que, conseqüentemente, reduzirão os custos de produção e desta forma, contribuirão na otimização de lucros e na preservação do meio ambiente.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Aqui será apresentada a base teórica do presente trabalho, o qual engloba: a cultura da gérbera, sua importância econômica e exigências climáticas e nutricionais da espécie.

### 2.1 A cultura da gérbera

Para apresentar aspectos botânicos da gérbera, é necessário situar seu centro de origem, sua classificação botânica e cruzamentos, para em seguida à descrição morfológica da espécie, ressaltar a importância hortícola do seu sistema reprodutivo.

O gênero *Gerbera*, família Asteraceae ocorre naturalmente na América do Sul, África, Madagascar e na Ásia Tropical. A descoberta da gérbera foi feita pelo botânico R. Jamerson, em 1878, no sul da África, sendo a primeira descrição botânica publicada, em 1889, por Joseph Dalton Hooker, no Curtis Botanical Magazine, onde descreveu a *Gerbera jamesonii*, como uma espécie sul-africana hoje conhecida também por Gérbera-do-Transvaal. A gérbera leva o nome do médico alemão, Trangott Gerber, que colecionou muitas plantas sobre toda a península da Jutlândia (HANSEN, 1985; PEARS et al., 2008).

A reprodução de gérbera começou no final do século 19, em Cambridge, Inglaterra, quando duas espécies sul-africanas foram cruzadas, *Gerbera jamesonii* e *Gerbera viridifolia*, gerando a base genética de muitas das variedades que se conhece atualmente. Híbridos naturais das duas espécies não foram encontrados (PEARS et al., 2008; HANSEN, 1985). É também possível que outras espécies selvagens de gérbera tenham sido utilizadas na reprodução, mas não

há praticamente nenhuma informação e já na virada do século, as gérberas eram cultivadas na Inglaterra, Bélgica, Alemanha e Itália (PENNINGSFELD e FORCHTHAMMER, 1980).

A gérbera é uma planta herbácea, cujo sistema radicular é originalmente pivotante, convertendo para fasciculado a medida que se desenvolve, e é composto por grossas raízes de onde partem numerosas radículas (INFOAGRO, 2006).

O pedúnculo floral é levemente piloso e o seu comprimento varia de acordo com a cultivar, a idade da planta e as condições de cultivo. Existe cultivares com pedúnculos longos, próprios para flor-de-corte e outras mais compactas, utilizadas no cultivo em vaso (BELLÉ, 1998).

O capítulo é formado desde o interior até o exterior, por filas concêntricas de flores femininas liguladas, normalmente uma fila de flores hermafroditas não funcionais e, colocando-se no centro as flores masculinas. Cardoso (2007) analisando os capítulos de diferentes acessos de gérbera de corte constatou que, independente de serem de capítulos simples, semidobrado ou dobrados, em todos ocorre três tipos de flores (do raio, *trans* e do disco). O diâmetro dessas flores varia de 6,0 a 10,5 cm e as hastes de 30,5 a 46,0 cm (INFOAGRO, 2006).

As folhas das gérberas têm forma de roseta, podendo variar em tamanho e forma, de acordo com o cultivar, podendo ter comprimento de 20 a 25,5 cm (INFOAGRO, 2006).

A propagação pode ser assexuada por divisão de touceiras ou cultura de tecido (MASCARINI, 1998). Existem flores centrais, semi-duplas ou duplas, com um centro verde, marrom, ou negro, pétalas

bicólores e com cores distintas na mesma inflorescência (BALL, 2003). O fruto é um aquênio, que contém apenas uma semente (INFOAGRO, 2006).

A gérbera é uma planta vivaz, de aproximadamente 45 cm de altura. No habitat natural é hemicriptófito, quando na primavera as gemas, dispostas ao nível do solo, emitem brotos. Este repouso é ocasionado por um estresse hídrico a que as plantas são submetidas em seu habitat natural no inverno seco. O cultivo de gérbera pode durar vários anos, mas comercialmente isso não é interessante, pois diminui a produção de flores. Em decorrência disso, as plantas são cultivadas comercialmente apenas por dois ou três anos (PENNINGSFELD e FORCHTHAMMER, 1980).

As gérberas da espécie *Gerbera jamesonii* possuem flores compostas, que na natureza são encontradas na coloração que varia do amarelo ao laranja-escuro, mas, com o desenvolvimento de plantas híbridas, surgiram no mercado genótipos com grande variedade de cores.

Hoje, a gérbera é conhecida como um importante artigo de comércio e faz parte das mais importantes espécies de plantas ornamentais no mundo, juntamente com rosa, crisântemo, cravo e tulipa, por apresentar esta diversidade de cores e formas, fatores fundamentais de atrativo ao público, podendo ser cultivadas em diferentes climas e regiões de todos os continentes.

## **2.2 Importância econômica da gérbera na floricultura**

A floricultura no Brasil manteve-se, por muitas décadas, pouco desenvolvida e fracamente tecnicizada. Atualmente, é uma atividade

econômica em expansão em vários estados brasileiros. O Brasil possui notórias vantagens comparativas para aumentar a produção de flores, bastando observar os microclimas privilegiados e a disponibilidade de terra, água, mão-de-obra e tecnologias agronômicas.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, a exportação de flores e plantas ornamentais, no Brasil, vem aumentando a cada ano, passando de US\$ 15 milhões, no período de janeiro a julho de 2006, para US\$ 35 milhões em 2007. As exportações consistiram de flores de corte, com destaque para rosas, crisântemos, gipsofilas, cravos, gérberas, solidago, lírios e helicônias; dentre elas, as gérberas têm grande potencial, por seu alto valor de mercado, possibilidade de serem exploradas por mão-de-obra familiar, gerando emprego e renda em pequenas áreas e em periferias de cidades, podendo, ainda, ser irrigadas com águas residuárias, em razão de não se constituírem em cultura alimentar (JUNQUEIRA e PEETZ, 2008).

Por outro lado, as importações, no mesmo semestre de 2006, representaram 34,89 % do total exportado, pois para produzir e exportar flores o Brasil necessita importar insumos básicos para a atividade, especialmente bulbos, mudas, matrizes e sementes de plantas geneticamente melhoradas, de países como Holanda, Alemanha, Japão, EUA e outros (JUNQUEIRA e PEETZ, 2006).

No Plano Plurianual de 2003-2007, do Ministério da Agricultura, foi inserido como um programa finalístico, o Programa de Desenvolvimento de Flores e Plantas Ornamentais (Proflores), devido à importância estratégica dessa cadeia produtiva no agronegócio, pois gera renda, empregos, divisas líquidas e contribui para a melhoria das condições de vida. Embora a participação

nacional é de apenas 0,22 % no fluxo internacional, o potencial do país permite crescer 1,5 % nos próximos anos (GONDIM et al., 2005).

O Rio Grande do Sul destaca-se no cenário das exportações, sendo o segundo estado do país que mais atua no segmento de mudas de plantas ornamentais, com um volume exportado de 14,01 % do produzido. Desse total, os países que mais importam são a Itália com 84,63 % e a Espanha com 15,5 % (JUNQUEIRA e PEETZ, 2006).

Para Padula et al. (2003), os maiores gargalos para a alavancagem da floricultura no estado se devem à falta de informações técnicas sobre os cultivos, à falta de profissionais especializados no setor, a falta de pesquisa, a desorganização da cadeia produtiva de flores que possibilita a entrada e o abastecimento por outros centros produtores mais organizados.

Nos últimos anos, a gérbera alcançou um lugar de destaque entre os cinco tipos de flores mais cultivadas na Holanda. Sua popularidade também aumentou no mundo inteiro e está logo atrás de outras flores preferidas, tais como a rosa e o cravo. A gérbera pode ser cultivada em vários tipos de clima e em qualquer região do mundo. As principais áreas de produção encontram-se na Holanda, Itália, Alemanha, França e Califórnia. No Brasil, a cultura vem ocupando espaço considerável face ao aumento substancial de áreas de produção (TERRA NIGRA, 2008).

Enquanto que nos países da comunidade econômica européia o cultivo de gérbera está consolidado há algumas décadas, no Brasil, essa espécie de flor destacou-se no mercado somente a partir de 2000. No Rio Grande do Sul, devido à falta de tecnologia e de informações sobre a nutrição e adubação destas plantas, além de outros aspectos que possibilitam a competitividade desse tipo de cultivo, somente

dezesseis produtores cultivam gérberas em escala comercial. Isso contribui para que 65 % do abastecimento do mercado de flores, em geral do Estado, seja feito com produções geradas em outros estados, principalmente, em São Paulo e Santa Catarina (JUNQUEIRA e PEETZ, 2004).

A rápida evolução no mercado de flores vem acompanhada de investimentos para lançamento de novas cultivares. O melhoramento genético teve grande importância na busca de variedades de sementes, desde a introdução do *Happipot*; visando uniformidade, hábito, coloração e forma de flores. Introduziu-se cultivares com características diferenciadas de hábitos, de coloração, formas de flores, precocidade e uniformidade (BALL, 2003).

No cultivo de flor de corte, a gérbera é importante, pois se trata de uma flor ideal para bouquets, arranjos, enfeites e decorações por sua variedade de cores e tamanhos. O cultivo de gérberas em vaso, também demonstrou crescimento, baseado no tipo de inflorescência, sendo que, conforme Junqueira e Peetz (2006), o consumidor prefere 20 - 40 % para as flores dobradas, 20 - 40% para semi-dobradas e dos 30-60% flores simples. Com respeito à cor da parte central da inflorescência ('coração'), a demanda é de 20 a 30 % para as flores de 'coração' preto e de 70 a 80 % para o 'coração' verde.

No cultivo de gérbera, os fatores microclima privilegiado e disponibilidade de área, água, mão-de-obra e tecnologia são determinantes diretos da qualidade do produto, ao mesmo tempo em que permite sensíveis ganhos competitivos via preço no mercado externo. Por outro lado, ainda existe um longo caminho a trilhar no que tange aos procedimentos de comercialização, desenvolvimento de novos nichos de mercado e criação de programas de estímulo à

demanda doméstica. Em suma, apesar de o país ser detentor de importantes vantagens comparativas a muitos países, em relação à disponibilidade de mão de obra, área disponível e diversidade climática, o setor de produção comercial de gérberas demonstra crescente necessidade de ações articuladas, capazes de proporcionar condições para uma produção mais competitiva, quantitativa e qualitativamente.

Para um efetivo crescimento do cultivo desta espécie, ainda há muito por fazer. A área ocupada atualmente é ainda pequena, com amplas possibilidades de expansão, principalmente em regiões não tradicionais. O que garante a ascensão da gérbera no mercado da floricultura é a durabilidade das flores, seu perfil exótico e atraente ao consumidor e a natural adequação desse cultivo às condições edafoclimáticas brasileiras.

### **2.3 Exigências microclimáticas das gérberas**

Para Mercurio (2004), a gérbera é um gênero de florescimento contínuo, quando cultivada em estufa, sendo que sua produção depende da quantidade de luz solar e da temperatura. A temperatura exerce efeito direto na absorção de íons pelas raízes, sendo que valores baixos causam redução na atividade metabólica e conseqüente redução na assimilação de nutrientes. Por outro lado, temperaturas mais elevadas favorecem a assimilação dos nutrientes pelas plantas pelo aumento da intensidade respiratória.

O ambiente exerce grande influência sobre as gérberas, e a temperatura do ar influencia na emissão e no crescimento das folhas e na precocidade da floração. A temperatura do solo exerce efeito sobre

o diâmetro do capítulo e o comprimento da haste floral. As altas temperaturas, no momento do plantio e da irrigação, podem proporcionar desequilíbrio entre a parte aérea e as raízes da planta, sobretudo em solos pesados, onde o florescimento pode ser mais lento.

As baixas temperaturas no inverno podem provocar anomalias e abortos florais, devido às deficiências fotossintéticas e à baixa absorção de nutrientes pelas raízes (INFOAGRO, 2006). A temperatura ideal para a produção da gérbera está entre 20 a 22 °C ao nível de solo e 22 a 25 °C na estufa durante o dia, e de 20 a 22 °C durante a noite. Temperatura superior a 30 °C paralisa a formação de botões e a 0 °C ocorre a morte das plantas (LEFFRING, 1975 *apud* HEINS e CARSON, 1991).

A umidade relativa do ar ideal para o cultivo das gérberas oscila entre 60 a 80 % e sendo próxima a 90 % favorece a proliferação de fungos. Os mais comuns são *Botrytis cinerea* (podridão das pétalas das flores), oídio (que ataca as partes tenras da folha) e *Pythium* (que atinge raízes), nocivos ao desenvolvimento das plantas (TOMBOLATO et al., 1995). O nível de umidade e ventilação pode ser controlado pelo aquecimento da estufa. O baixo nível de umidade e a alta evaporação dificultam a absorção de água provocando queimadura nas plantas. Todos estes fatores acabam por afetar a resposta da planta quanto a absorção de nutrientes.

A gérbera é considerada planta de dia curto, com crescimento influenciado pela intensidade de iluminação, associada à temperatura. A intensidade elevada de luz provoca sintomas de queimaduras e a flor murcha. A intensidade luminosa deve estar na faixa de 50.000 a 60.000 Lux podendo ser controlada com o uso de redes específicas de

25 a 70 % de sombreamento, dependendo do ambiente de cultivo (MERCURIO, 2004).

#### **2.4 Exigências nutricionais das gérberras**

A aplicação de fertilizantes, utilizando fertirrigação, tem crescido, substancialmente, em áreas agrícolas irrigadas, devido, principalmente, às vantagens dessa técnica e ao incremento no uso de equipamentos de irrigação localizada. Dentre as vantagens da fertirrigação, destacam-se: possibilidade de parcelamento mais adequado das doses de nutrientes, que resulta em maior sintonia da aplicação de fertilizantes com a marcha de absorção de nutrientes das culturas; maior aproveitamento dos nutrientes pelas plantas e a obtenção de plantas nutridas de maneira mais adequada; economia de mão-de-obra e redução do tráfego de pessoas e máquinas (PINTO, 2001).

Por sua vez, a irrigação localizada possibilita, de modo geral, a aplicação de água e fertilizantes com maior eficiência. Segundo Pinto (2001), no manejo de fertilizantes em culturas irrigadas, o conhecimento das demandas de nutrientes durante o ciclo das culturas, contribui para uma maior eficiência na adubação. Porém, muitos produtores tem efetuado o excessivo parcelamento das adubações, principalmente, da potássica e da nitrogenada, sem levar em consideração as exigências da cultura, em relação a curva de absorção e o potencial de perdas dos nutrientes, em função da sua mobilidade no solo. Por outro lado, sabe-se que toda a aplicação de fertilizantes, seja de macronutrientes ou micronutrientes, deve considerar os

princípios de solubilidade, de compatibilidade e a mobilidade desses no solo, além do ciclo de absorção da cultura (PINTO, 2001).

Diversos fatores externos e internos do solo modificam a velocidade de absorção dos nutrientes pelas plantas, diminuindo-a ou aumentando-a. Entre os fatores internos, pode-se citar a temperatura, a umidade, a aeração, a presença de matéria orgânica, o pH, os nutrientes e o contato com outros íons. Este último fator pode se manifestar na forma antagônica, quando a presença de um nutriente diminui a absorção de outro; ou nas formas sinérgicas ou de inibição, chamados efeitos interiônicos (MALAVOLTA, 2006).

O pH do solo influencia a solubilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, a disponibilidade dos mesmos para as gérbas. Em valor de pH igual a 7,0, todos os macronutrientes estão disponíveis para as plantas, sendo que o zinco, o cobre, o manganês e o ferro são insolúveis em pH alto (SAVVA et al., 2003; PERES, 2007). Especificamente para o cultivo de gérbas, o valor de pH adequado para o desenvolvimento está entre 5,5 e 6,0. Valores de pH elevados causam problemas com a absorção de alguns elementos, como o manganês e o ferro, o que resultará em sintomas de deficiência, como, por exemplo, o amarelamento das folhas, mesmo que haja uma quantidade suficiente destes elementos disponíveis no substrato (SAVVA et al., 2003; MERCURIO, 2004; MALAVOLTA, 2006).

Em relação às características químicas do substrato o valor de pH é muito importante, sendo que baixos valores podem indisponibilizar alguns nutrientes e causar fitotoxicidade para as plantas (BAILEY, 2007). Para substratos orgânicos, os valores de pH variam de 5,2 a 5,5, sendo ideal a faixa de 5,5 a 6,5 para plantas

ornamentais (KÄMPF, 2000), com pequenas variações para cada tipo de planta (BAILEY, 2007). Segundo Kämpf (2000), o pH pode influenciar tanto na disponibilidade de nutrientes quanto na biologia dos microrganismos do substrato.

Segundo Ball (2003), os teores médios de nutrientes nas folhas de gérberas podem variar de acordo com as diferentes práticas culturais, climas e cultivares. Na análise foliar de plantas de gérberas, os seguintes teores podem ser adotados como referência, em porcentagem (%): N de 2,7 a 4,1; P de 0,3 a 0,7; K de 3,1 a 3,9; Ca de 0,4 a 4,2 e Mg de 0,3 a 2,8. Para os micronutrientes, em  $\text{mg kg}^{-1}$ : Fe de 60 a 130; Mn de 30 a 260; Zn de 19 a 80; Cu de 2 a 10 e B de 19 a 50.

O N é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento; fazendo parte de proteínas, ácidos nucléicos e muito outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e hormônio vegetais. Esse nutriente participa de proteínas, ácidos nucléicos e clorofilas; estando, ainda, associado a formação de folhas (MALAVOLTA, 2006).

Os valores propostos por Mercúrio (2004), para o teor de N em folhas de gérberas, são de 27 a 31  $\text{g kg}^{-1}$ . Valores de 18 a 26,3  $\text{g kg}^{-1}$  e de 21  $\text{g kg}^{-1}$  foram registrados por Bellé (1998) e por Savvas e Gizas (2002), respectivamente, em folhas novas, completamente expandidas.

Ludwig et al. (2008), em experimento com gérberas de vaso, observaram que durante o ciclo de cultivo, até os 41 dias após a aclimação, metade da quantidade de N foi incorporada à planta, e que, em prazo de 21 dias, houve duplicação desta. Isto indica que a adubação nitrogenada, é, principalmente, importante, na fase

reprodutiva dessa cultura, especialmente, pela maior quantidade acumulada no final do ciclo.

Os efeitos do N se fazem sentir sobre o crescimento das folhas. Os sintomas de deficiência incluem um amarelamento generalizado e uma diminuição no crescimento da folhagem. Por outro lado, N em excesso causa uma diminuição na produção de flores e um aumento desproporcional da folhagem. De fato, trabalhos com diversas espécies de plantas demonstraram a acentuada e positiva relação entre o teor de N na folha e a capacidade fotossintética (MALAVOLTA, 2006).

O fosfato é necessário para a síntese de trifosfato de adenosina (ATP) e de numerosos outros compostos fosforilados para a planta. Sua carência, por conseguinte causa transtornos imediatos e severos no metabolismo e no desenvolvimento. O papel central que o fosfato desempenha na energia do metabolismo e nas reações biossintéticas sugere que sua deficiência dificilmente seria menos desastrosa do que a do N, o que de fato acontece (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Mercurio (2004) propõe teores de P no tecido foliar adequados para o desenvolvimento de plantas de gérbera, de 1,9 a 3,5 g kg<sup>-1</sup>. Teores de P nas folhas de gérberas entre 2,3 e 3,6 g kg<sup>-1</sup> foram registrados por Bellé (1998), e entre 2,3 a 2,7 g kg<sup>-1</sup>, por Savvas e Gizas (2002), ambos ao final do período produtivo da cultura da gérbera.

Plantas deficientes em P caracterizam-se por possuir crescimento lento e, freqüentemente, coloração avermelhada, devido a maior formação de antocianinas, folhas com uma coloração mais escura, quando comparadas com folhas de plantas com nutrição completa, e redução de muitos processos metabólicos, incluindo

divisão e expansão celular, respiração e fotossíntese (MARSCHNER, 1995).

O potássio nas plantas é altamente móvel no floema. Este elemento é importante para o comprimento da haste. A descoloração da folhagem, começando pela ponta, bem como a caída prematura das folhas indica uma deficiência deste elemento. Tanto as folhas, quanto as flores diminuem em tamanho e perdem o viço. Sua utilização é por isso eficiente no sentido de ser prontamente redistribuído das folhas mais velhas para os órgãos mais novos em crescimento. Como consequência, os sinais de deficiência aparecem em primeiro lugar nas folhas mais velhas, que ficam com coloração nas bordas que progride em direção ao centro das folhas (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O potássio é importante tanto para o período vegetativo, quanto para o reprodutivo (LUDWIG et al., 2008). Para Mercurio (2004), os valores de potássio em folhas adequados ao desenvolvimento das gérberas devem ser de 30,6 a 36,4 g kg<sup>-1</sup>. Bellé (1998) encontrou em folhas de plantas de gérberas cultivadas com gotejamento, teores de K na faixa de 38 a 39,3 g kg<sup>-1</sup>.

A diminuição na proporção de ramos e caule, quando na omissão de potássio é dada pela menor migração de fotoassimilados, através de vasos condutores, relacionados com o processo de fotofosforilação, pois quando o teor de potássio é grande, ocorre estímulo na produção de ATP (MALAVOLTA e CROCOMO, 1982). Em plantas carentes de potássio, ocorrem danos nas atividades estomáticas, pois esse íon, quando em teor adequado reduz a taxa de transpiração, regulando o potencial osmótico do mesofilo celular (MENGEL e KIRKBY, 1982; MALAVOLTA, 2006).

A competição entre magnésio e potássio ocorre durante o processo de absorção radicular, uma vez que utilizam os mesmos sítios de absorção. O efeito negativo do desbalanço desses nutrientes somente é detectado a partir do incremento na produção de matéria seca, florescimento ou frutificação da planta, através da determinação do acúmulo de nutrientes. Os efeitos interiônicos entre potássio, cálcio e magnésio ocorrem na forma de inibição competitiva, normalmente ao nível de membrana celular (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Segundo Malavolta (2006), esse processo ocorre quando dois elementos competem pelo mesmo sítio ativo do carregador. Marschner (1995) também relata que cátions como o potássio, podem atravessar a membrana plasmática com maior velocidade, deprimindo a absorção de cátions mais lentos, como o cálcio e o magnésio. A absorção preferencial do íon potássio ocorre por esse ser monovalente e de menor grau de hidratação, quando comparado aos divalentes (MEURER, 2006).

Conforme Epstein e Bloom (2006), o magnésio é um componente da clorofila e ativador de numerosas enzimas, que afetam a transferência do fosfato, um elemento cuja deficiência afeta fortemente o metabolismo. A deficiência de magnésio pode ter efeitos diferentes, tais como um amarelecimento das extremidades das folhas, enquanto os veios permanecem verdes, e folhas velhas, grossas e quebradiças, enquanto as folhas mais jovens mostram sinais de pontos necróticos. Os caminhos biossintéticos são desarranjados, como consequência da inibição em transfosforilações enzimáticas essenciais. Epstein e Bloom (2006) evidenciaram inibição competitiva do cálcio e do potássio na absorção do magnésio.

O manganês é um nutriente muito similar ao ferro, tanto em comportamento químico como em ocorrência geológica. E apresenta maior mobilidade, o que se deve à sua natureza mais eletropositiva e à maior solubilidade de seus compostos. Este fato contribui para que ocorra maior lixiviação do manganês, em relação ao ferro e em pH baixo pode ocorrer lixiviação do manganês ao longo do tempo (CHAVES e CORRÊA, 2003).

O cálcio, sendo um elemento imóvel no floema, os desarranjos devido à sua deficiência pode ser muito localizado e a raiz é o órgão afetado mais severamente (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Segundo Mercurio (2004), as concentrações de cálcio na planta de gérbera ficam entre 10 a 35 g kg<sup>-1</sup>. Trabalho realizado por Bellé (1998) encontrou teores de 11,7 a 12,7 g Kg<sup>-1</sup> no tecido foliar da gérbera, enquanto Savvas e Gizas (2002) observaram uma média de 7 g kg<sup>-1</sup>.

Apesar de o boro ser o nutriente cuja participação no metabolismo vegetal é menos compreendida, este elemento permite que hipóteses sejam aventadas para explicar as mudanças fisiológicas, anatômicas ou morfológicas que ocorrem quando há sua deficiência no substrato para suprir as necessidades do metabolismo da planta. A redução de altura na carência de boro e cálcio deve-se ao fato desses nutrientes atuarem no crescimento meristemático das plantas (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997).

O ferro é particularmente importante na síntese de clorofila e estabilização de tilacóides. A conversão de energia da fotossíntese é largamente afetada através de cloroses de ferro e pode ser avaliada através de parâmetros de fluorescência (DECHEN et al., 1991). Os pesquisadores Malavolta (2006), Mengel e Kirkby (1982) e Ingestad

(1982) descrevem de maneira similar as deficiências de ferro, sempre com início nas folhas novas, cloroses internervais e pontos avermelhados na folha. A explicação está na falta da ferredoxina, que atua em processos metabólicos ligados ao  $\text{NADP}^+$ , ou seja, diretamente na taxa fotossintética. Uma deficiência de ferro faz com que as folhas mais jovens tornem-se amareladas, enquanto as nervuras permanecem verdes. Em casos graves, a região entre os veios fica com uma coloração branca/amarelada. A falta de absorção de ferro pela planta, freqüentemente, coincide com altos valores de pH ao redor das raízes.

O cobre é o micronutriente exigido em menor quantidade depois do Mo pela planta, de acordo com Haag et al. (1991). Esses autores trabalharam com solução nutritiva, cujo valor crítico pode variar com os níveis de outros nutrientes, particularmente, nitrogênio e fósforo.

O excesso de nutrientes na adubação das culturas comerciais ocasiona salinização do solo ou substrato, que representa um dos graves problemas no cultivo de gérbas. Isto pode ocorrer por várias causas: condições de evapotranspiração superiores à de infiltração; drenagem deficiente no solo; e pelo processo de ascensão capilar, quando a água atinge a superfície do solo, evapora e ocorre o acúmulo dos sais dissolvidos, próximo à zona radicular da cultura (QUEIROZ et al., 2002).

Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas constituem um dos fatores limitantes da produção, devido, principalmente, ao aumento da pressão osmótica do solo e à toxidez resultante da concentração salina e dos íons específicos. Em solos sódicos, o problema maior são os impactos sobre as características físicas do

solo, devido à dispersão da argila, criando problemas físicos, diminuindo, conseqüentemente, a aeração e dificultando o movimento de água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio. A salinidade do substrato deve ser suficientemente baixa, sendo que isso pode ser obtido com a lavagem do substrato, com água limpa, antes de iniciar o plantio. Recomenda-se a realização da avaliação do teor de sais do substrato, após esta lavagem (CORDEIRO, 2008).

Os substratos devem apresentar propriedades físicas de acordo com as espécies a serem cultivadas e suas características fisiológicas. Estas propriedades variam em função da constituição, da granulometria e da compactação do substrato (KÄMPF, 2001). Por sua vez, apenas por meio da avaliação do desenvolvimento das plantas nos diferentes substratos é possível inferir se as propriedades físicas desses substratos estão adequadas ou não. Nesse aspecto, deve-se considerar que é difícil obter um substrato que atenda todas as características físicas ideais para determinada cultura, devendo-se selecionar as características mais importantes do substrato para o crescimento da gérbera.

Existem várias soluções nutritivas recomendadas para o cultivo de gérberas que variam de acordo com as características de cada cultivar e o ambiente de cultivo. Ludwig et al. (2008) referem a seguinte composição da solução de fertirrigação de gérberas, para a fase de crescimento vegetativo, a qual é recomendada pela empresa Steltenpool, em  $\text{mg dm}^{-3}$ : 142,0  $\text{NO}_3^-$ , 101,5  $\text{NH}_4^+$ ; 105,0 K; 25,2 P; 51,3 Ca; 6,3 Mg; 28,0 S; 0,2 B; 0,3 Cu; 3,9 Fe; 1,4 Mn; 0,1 Mo; 0,3 Zn e para a fase de floração: 140,3  $\text{NH}_3^-$ , 66,8  $\text{NH}_4^+$ ; 285,0 K; 56,6 P; 26,3 Ca; 17,18 Mg; 76 S; 0,4 B; 0,4 Cu; 4,4 Fe; 1,7 Mn; 0,1 Mo; 0,5

Zn.; com CE de 1,76 mS cm<sup>-1</sup> a 25 °C na fase de crescimento e 2,04 mS cm<sup>-1</sup> a 25 °C na de floração.

Para Mercurio (2004), a solução de fertirrigação ideal possui a seguinte composição, para os macronutrientes na fase de crescimento vegetativo que corresponde de 6 a 8 semanas, em mmol L<sup>-1</sup>: 11,25 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 1,25 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 1,00 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 1,25 SO<sub>4</sub>; 4,50 K; 3,50 Ca; 1,25 Mg e para os micronutrientes em μmol L<sup>-1</sup>: 40 B; 0,75 Cu; 50 Fe; 5 Mn; 0,60 Mo; 4 Zn; na fase de floração, recomenda: 11,40 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 1,5 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0,90 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 1,80 SO<sub>4</sub>; 5,20 K; 4,00 Ca; 1,20 Mg e para os micronutrientes em μmol L<sup>-1</sup>: 40 B; 0,75 Cu; 50 Fe; 5 Mn; 0,60 Mo; 4 Zn.

Na grande parte das empresas produtoras de gérberras de vasos, facilmente, são observados sintomas de desequilíbrio nutricional nas folhas. Em experimento realizado com gérberras, em substrato, no Canadá, Zheng et al. (2004) concluíram que a concentração nutritiva tipicamente utilizada para produção comercial no estágio final, pode ser reduzida, sem prejuízo a produção, pelo menos em 50 %. Isto indica que o restante não está sendo necessário e uma parte pode estar sendo lixiviada.

Os métodos de análises laboratoriais de substrato apresentam vantagens e limitações. Uma das vantagens do método da pasta saturada está em determinar os nutrientes que estão prontamente disponíveis às plantas (BUNT, 1986). No Brasil, a maioria dos componentes utilizados nos substratos para cultivos comerciais é de origem orgânica, com elevada capacidade de troca de cátions, retendo nutrientes nas suas partículas. Assim, os métodos de extração em água, como o da pasta saturada, são pouco eficientes em fornecer

informações sobre os nutrientes que poderiam ser liberados pelo substrato, ao longo do tempo.

Nos Estados Unidos, utiliza-se, preferencialmente, o extrato de saturação e na Europa utilizam mais extratores em água na proporção 1:1,5; 1:5 e 1:10 (ABREU et al., 2002). Na Holanda, para a análise do substrato tem-se adotado baixas diluições (proporção substrato: extrato de 1:1,5) (SONNEVELD, 1988). A indústria brasileira de substrato adota a relação 1:2 para medir o pH e a CE (ABREU et al., 2002). Há ainda metodologias que utilizam a proporção de 1:5, sendo a principal vantagem deste método a possibilidade de se analisar vários tipos de substratos e componentes, tanto inertes como orgânicos, método este proposto pelo Comitê Europeu de Normalisation (CEN, 2003).

No Brasil, ainda não há indicação do método mais adequado para análise de macro e micronutrientes em substratos. Por outro lado, a Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007, aprovou os métodos analíticos oficiais, para análises de substrato e condicionadores de solo, porém, somente para a determinação de CE, pH, umidade atual, capacidade de retenção de água e capacidade de troca de cátions. Assim, ainda falta uma definição do melhor procedimento e a padronização, por meio de protocolos analíticos passíveis de uso nos laboratórios do país.

A recomendação das quantidades de nutrientes que devem ser aplicados no substrato, com base na análise do método da pasta saturada, vem sendo utilizado pela empresa Dessa Lab (2007), que presta serviços de análises aos produtores de flores, localizado em Holambra (SP). Esta empresa adota os seguintes valores para os

macronutrientes analisados na pasta saturada, tendo em vista a produção de gérbera, em mmol L<sup>-1</sup>: NO<sub>3</sub>, 3,0; Na, 2,5; K, 2,2; Mg, 0,7; SO<sub>4</sub>, 1,4, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5; NH<sub>4</sub>, 0,1; Ca, 1,4 e Cl, 2,5. Já, os valores máximos recomendados para os micronutrientes, correspondem, em μmol L<sup>-1</sup> a: Fe, 8,0; Mg, 2,0; Zn, 2,0; B,15; Cu, 0,7 e Mo, 0,5. Ainda, conforme a recomendação desta empresa, a soma dos cátions K, Ca e Mg deve ficar em 6,3 meq.

Em função do exposto, observa-se a importância de também relacionar os resultados obtidos por diferentes métodos de extração de nutrientes, a fim de indicar fertilização mais adequada ao tipo de substrato, quando conhecido o método utilizado na quantificação de seus nutrientes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Neste trabalho, foram conduzidos dois experimentos, para avaliar duas soluções de fertirrigação, utilizadas para adubar plantas de gérbera ('Salmon rose'), cultivadas em substrato. Foram avaliadas as perdas de nutrientes, em diferentes épocas de crescimento das plantas, além do teor desses no substrato e nas plantas.

O primeiro experimento foi um Pré-teste, realizado no Laboratório de Química do Solo e Resíduos Sólidos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo, RS. O Experimento Principal foi realizado em estufa para produção de gérbera, em vasos, de uma empresa situada em Erechim (783 metros de altitude, aos 27° 38'03"S de latitude e 52° 16'26"W longitude), região norte do RS. As análises laboratoriais das plantas, das soluções de fertirrigação, das soluções lixiviadas, do substrato; foram realizados no mesmo local do Pré-experimento.

#### **3.1 Pré-Experimento**

Inicialmente, foi conduzido um Pré-Experimento, para avaliar o potencial de perda de N, P e K por lixiviação, quando estes nutrientes são aplicados na fertirrigação de gérberas cultivadas em substrato. O objetivo principal deste primeiro experimento foi o de verificar a importância de um experimento maior que avaliasse estas perdas. Além disso, esse experimento possibilitou ajustar as condições experimentais do experimento seguinte, principalmente, o sistema de

coleta do lixiviado e o volume de solução nutritiva a ser adicionada na fertirrigação.

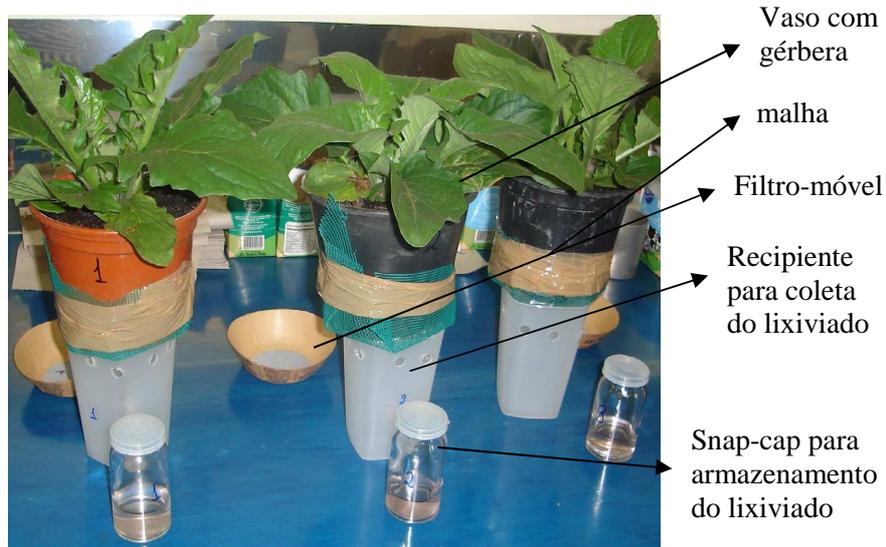
O Pré-Experimento consistiu na coleta e na análise química da solução lixiviada, coletada em sistema adaptado para este propósito, no fundo dos vasos de cultivos. As unidades experimentais foram vasos de plástico preto, com capacidade para 900 mL, contendo uma planta de gérbera, cultivada em substrato comercial próprio para esta espécie, sendo utilizado três repetições. O substrato utilizado era composto de casca de pinus compostada (70 %), tamizada em peneira com abertura de tela de 6 mm, vermiculita tipo fina (20 %); resíduo de carvão vegetal (5 %), areia grossa (5 %), adicionados  $1,5 \text{ kg m}^{-3}$  de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Zn, Cu, B, Fe, Mn, Ni, Mo), até que a condutividade elétrica variasse de 0,8 a  $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$ , e o pH ficasse em 5,8; contendo ainda ácido naftalenoacético (ANA) e ácido indolbutírico (IBA), variando de  $0,5$  a  $1,5 \text{ kg m}^{-3}$ .

As mudas foram obtidas em *plugs* de uma empresa, especializada em floricultura de São Paulo – SP e cultivadas em Erechim - RS.

As gérberas foram cultivadas nesta empresa durante 78 dias, incluindo 14 dias para enraizamento e 64 de crescimento. Este cultivo realizou-se em estufa plástica, com estrutura galvanizada, própria para produção comercial de flores em vaso.

A solução nutritiva utilizada na fertirrigação, nos 64 dias de cultivo, foi a empregada pela empresa que forneceu as mudas utilizadas no Pré-Experimento. As composições químicas destas soluções de fertirrigação foram as mesmas do Experimento principal (Item 3.2; Tabela 2 e 3).

Para a coleta da solução lixiviada, foi adaptado um recipiente de plástico PEAD (Polietileno de alta densidade) sob os vasos, contendo um filtro de plástico PVC (Policloreto de vinila) com malha de 6,6 micras, o qual foi inserido na parte superior deste recipiente (Figura 1). O volume lixiviado foi medido, logo após efetuar a fertirrigação. O critério para definir a frequência de rega foi baseada na manutenção da capacidade de retenção de água no substrato (capacidade de vaso), considerando-se as condições climáticas e o tamanho das plantas, variando de 60 a 180 mL dia<sup>-1</sup>.



**Figura 1:** Detalhes da unidade experimental: vasos, malha para conter partículas e recipientes utilizados para a coleta do lixiviado.

A coleta do lixiviado foi realizada diariamente, durante uma semana. O lixiviado coletado foi armazenado em refrigerador, em frascos *snap-cap*, até o momento da análise dos teores de N, P e K da solução lixiviada. A análise química desses nutrientes foi efetuada de acordo com a metodologia utilizada para a determinação de nutrientes

em solução de solo, descrita em Tedesco et al. (1995). Utilizou-se os teores obtidos de N, P e K, para verificar se ocorrem perdas de solução de fertirrigação e para ajustar as condições experimentais, tendo prevista avaliar estas perdas no Experimento Principal.

### **3.2 Experimento Principal**

Após a realização do Pré-Experimento, deu-se início ao Experimento Principal. Este foi efetuado na estufa plástica (plástico antigotejo e difuso) da empresa especializada em produção comercial de gébera de vasos, de onde foram obtidas as mudas utilizadas no pré-experimento. As dimensões da estufa são 47 m de comprimento x 24 m de largura, com piso coberto por pedriscos e dispendo de tela termo-refletores para controlar a incidência de radiação solar (Figura 2).

De um lote de 640 mudas recebido em 10 de agosto de 2007, foram selecionadas 44 plantas para o experimento. Plantaram-se as mudas em vasos, contendo o mesmo tipo de substrato descrito no Pré-Experimento. Devido as baixas temperaturas do período, foram necessários 21 dias de espera do enraizamento ao início do experimento.



**Figura 2:** Estufa plástica onde foi realizado o Experimento Principal.

O Experimento Principal foi realizado de 01 de setembro de agosto a 03 de novembro de 2007. As gérberas foram cultivadas nesta empresa até os 85 dias, contando 21 dias para enraizamento e 64 dias de crescimento, em estufa, de produção comercial de flores em vaso.

Para o bom desenvolvimento da cultura, foi necessária a adoção de tratamentos culturais adequados: retirada de plantas invasoras e tratamentos fitossanitários.

Do lote inicial, foram retiradas doze mudas, para a caracterização química dos teores de macro e micronutrientes na planta e no substrato, antes da aplicação das soluções de fertirrigação. Nas duas primeiras quinzenas, foram analisadas cinco mudas; nas demais quinzenas, foram avaliadas três mudas de cada solução de fertirrigação, totalizando quatro amostragens de cada solução testada.

A caracterização química e física do substrato foi realizada antes da implantação do experimento. A análise física teve o objetivo

de verificar a estabilidade da drenagem e a capacidade de retenção de água, ao longo do cultivo. Ela foi efetuada no Laboratório de Física do Solo da Universidade de Passo Fundo, conforme descrito em Klein (2005). A análise química foi realizada de acordo com a metodologia oficial utilizada para a análise de fertilizantes orgânicos, adotada pelo Ministério de Agricultura do Brasil, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária (BRASIL, 1983).

O substrato foi analisado química e fisicamente, em triplicata, no início do experimento, quanto ao teor total de nutrientes (macronutrientes e micronutrientes), densidade, metais tóxicos, capacidade de retenção de água, porosidade total e densidade. A extração dos metais foi pelo método 3050B, e a determinação por espectroscopia de emissão, em fonte de plasma indutivamente acoplado - ICP (*Inductively Coupled Plasma*).

Durante o experimento, o teor de nutrientes do substrato foi analisado pelo método de extração ácida, efetuando digestão com solução nitro-perclórica (micronutrientes e enxofre) e com ácido sulfúrico (macronutrientes), conforme descrito em Tedesco et al. (1995). Além deste tipo de extração, os nutrientes do substrato foram analisados com o método da pasta saturada, conforme utilizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (ABREU et al., 2000).

As extrações dos macronutrientes do substrato foram feitas utilizando os procedimentos descritos para a análise de plantas, com a diferença que foi usada 0,5 g de amostra de substrato em vez de 0,2 g.

O método da extração ácida foi utilizado porque o substrato possui 70 % de casca de pinus compostada e este método extrai os nutrientes em compostos orgânicos, representando uma possível fonte

de reposição, ao longo do ciclo da gérbera. Já o método da Pasta Saturada foi utilizado, pois indica os nutrientes que estão prontamente disponíveis às plantas e por ser um método de baixa capacidade de extração. Além disso, esse método é rotineiramente utilizado por laboratórios da Holanda, para determinação do pH, condutividade elétrica e macro e micronutrientes em substratos (SONNEVELD, 1988; SONNEVELD e ELDEREN, 1994).

Para extrair os nutrientes com a pasta saturada, utilizaram-se 50 g de amostras, homogeneizadas, em recipiente contendo água deionizada, adicionada até o ponto de saturação. Os volumes de água variam de uma amostra para outra, sendo registrados. Após o ponto de saturação das amostras, foi acrescentado 150 mL de água deionizada sendo esta mistura agitada, por 30 minutos, a 175 rpm. Em seguida, a solução foi filtrada a vácuo (1 atm). O filtrado foi acondicionado e mantido sob refrigeração, para posterior determinação dos teores de macro e micronutrientes, conforme Tedesco et al. (1995). Todas as extrações e determinações foram feitas em triplicata.

As mudas receberam água, por três semanas, permanecendo próximas, sob tela de sombreamento de 50 %. Quando as raízes alcançaram o fundo do vaso, estes foram posicionados, ajustando-se o número de vasos em 12 m<sup>2</sup> (usualmente indicado em produção comercial). A partir desse momento, aplicaram-se as soluções de fertirrigação testadas nesse trabalho (Figura 3).

O sistema de fertirrigação utilizado na estufa onde foi instalado o experimento é do tipo microtubos gotejadores, conhecidos por “espaguete”, com vazão de 2 litros por hora. A frequência e o tempo de duração da irrigação foram estabelecidos de acordo com o obtido

no Pré-Experimento, tendo como critério manter a umidade do substrato no teor de água equivalente ao da capacidade de vaso de 88 L m<sup>-3</sup>.



**Figura 3:** Canteiros do Experimento Principal, com espaçamento de 0,25 x 0,25 cm, recomendado para a cultura da gérbera em pote 14.

As unidades experimentais utilizadas neste experimento foram constituídas da mesma forma e com os mesmos materiais descritos no Pré-Experimento. Os seguintes ajustes foram efetuados: retirou-se a malha que estava fixada na base dos vasos, permanecendo apenas o filtro móvel. Além dos teores de N, P e K perdidos por lixiviação, foram avaliados os teores de S, Ca, Mg e dos micronutrientes Fe, Cu, Zn e Mn, na solução lixiviada. Analisaram-se os teores de nutrientes

nas soluções aplicadas com a fertirrigação, além das soluções lixiviadas, durante o ciclo de cultivo, bem como os teores destes no tecido vegetal (parte aérea e raiz) e no substrato.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com três repetições. Para comparar as 3 repetições dos tratamentos 1, 2, 5 e 6 foram necessárias, cinco plantas por tratamento aos 15 e 30 dias após transplante. Isso foi necessário devido ao menor tamanho das plantas nestas épocas e a necessidade de um grande volume de amostras, para efetuar as análises químicas dos tecidos vegetais. Foram testadas duas soluções de fertirrigação e avaliadas as perdas de nutrientes, em quatro épocas de desenvolvimento das plantas, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Tratamentos testados no Experimento Principal.

Tratamento	Solução	Época de avaliação (Dias após o enraizamento)
1	S1	15
2	S1	30
3	S1	45
4	S1	60
5	S2	15
6	S2	30
7	S2	45
8	S2	60

S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

Para a análise das perdas dos nutrientes no lixiviado e acúmulo no substrato, o arranjo dos tratamentos foi em esquema bi-fatorial (tipo de solução e época de avaliação). Para as avaliações dos nutrientes acumulados nas plantas, compararam-se as soluções de

fertirrigação dentro de cada época de avaliação, em arranjo unifatorial dos tratamentos.

As soluções de fertirrigação testadas no experimento foram denominadas como S1 e S2. Estas soluções foram compostas com as concentrações de nutrientes apresentadas nas Tabelas 2 e 3. A solução de fertirrigação S2 foi à utilizada pela empresa onde foi implantado o experimento, enquanto que a S1 correspondeu à composição da solução de fertirrigação para gérbera, recomendada por Mercurio (2004).

**Tabela 2** - Concentração de macronutrientes e de sódio das soluções de fertirrigação testadas no experimento.

Solução	N <sub>M</sub>	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	S	Na <sup>+</sup>
..... mmol L <sup>-1</sup> .....							
<b>S1c</b>	2,5	0,4	5,6	4,4	1,2	0,4	7,5
<b>S1f</b>	2,6	0,5	5,9	4,7	1,2	0,6	7,5
<b>S2</b>	1,2	0,7	3,5	4,5	0,8	2,1	4,6

N<sub>M</sub>: nitrogênio mineral. S1c: solução de fertirrigação de crescimento. S1f: solução de fertirrigação de floração.

**Tabela 3** - Concentração de micronutrientes das soluções de fertirrigação testadas no experimento.

Solução	Fe <sup>+2</sup>	Mn <sup>+2</sup>	Zn <sup>+2</sup>	Cu <sup>+2</sup>	B
..... μmol L <sup>-1</sup> .....					
<b>S1c</b>	53,3	4,9	4,7	0,9	40,0
<b>S1f</b>	53,3	4,9	4,7	0,9	40,0
<b>S2</b>	9,9	8,3	8,2	2,6	29,5

S1c: solução de fertirrigação de crescimento. S1f: solução de fertirrigação de floração.

Os valores de pH de ambas as soluções de fertirrigação variaram de 5,8 a 6,6, durante o ciclo da cultura; e a condutividade elétrica variou entre 1,2 a 1,5 mS cm<sup>-1</sup>.

Ao longo do experimento, avaliou-se a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas e a perda no lixiviado, efetuando-se análises da solução lixiviada, do tecido da parte aérea e da raiz das plantas e do substrato. Essas últimas avaliações foram efetuadas quando da coleta das plantas.

Para a análise da planta (parte aérea e raiz), após o registro do peso fresco, as amostras foram secas e novamente pesadas (matéria seca), moídas, peneiradas e digeridas em meio ácido, em bloco com aquecimento, conforme descrito em Tedesco et al. (1995). As medições foram realizadas a cada 15 dias, a partir do transplântio até o final do ciclo. Nestas análises, avaliaram-se as seguintes variáveis:

- total de número de folhas por vaso;
- altura da maior e da menor folha medida com régua graduada em milímetro, a partir da base até a extremidade superior;
- número de botões florais, incluindo os botões e as inflorescências;
- peso fresco da parte aérea e da raiz. As raízes, inicialmente, foram lavadas em solução contendo detergente extran 1 %, para retirada do substrato remanescente. Após a lavagem das raízes, as amostras foram pesadas.

Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica, para estimativa da massa seca acumulada na parte aérea e na raiz. Em seguida, as amostras, foram moídas, utilizando um micromoinho. Posteriormente, as amostras foram embaladas e identificadas, para verificação do acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S),

micronutrientes (B, Cu, Mn, Fe e Zn) e Na, segundo Tedesco et al. (1995). As análises foram realizadas em triplicatas.

As determinações de Ca e de Mg foram efetuadas por espectrofotometria de absorção atômica, no Laboratório de Solos, enquanto que as análises de N e P foram feitas no Laboratório de Química do Solo e Resíduos Sólidos, ambos da FAMV/UPF.

Para determinação do nitrogênio total da parte aérea e raiz, após a digestão, procedeu-se a destilação em destilador de arraste de vapores (semi-micro Kjeldhal), utilizando 20 mL de amostras. Foram adicionadas 10 mL de hidróxido de sódio ( $10 \text{ mol L}^{-1}$ ), sendo o destilado coletado em solução contendo indicador de ácido bórico. Em seguida, foi realizada a titulação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a  $0,0025 \text{ mol L}^{-1}$ . O fósforo foi determinado por espectrocolorimetria de molibdatovanadato (TEDESCO et al., 1995).

A obtenção dos extratos para análise de Zn, Cu, Fe, S, Na e Mn, seguiu a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), que consiste na digestão nitro-perclórica. Devido a pouca quantidade de amostra, a massa de raiz utilizada foi de 0,5 g e não de 1,0 g, como sugerido por estes autores. Após a digestão, os extratos foram encaminhados ao Laboratório de Solos da Universidade de Passo Fundo, para as leituras dos teores de nutrientes.

A determinação do boro foi realizada por colorimetria de azometina-H, sendo as amostras queimadas em mufla, a  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  (TEDESCO et al., 1995).

A análise química da solução aplicada e lixiviada foi realizada de acordo com o descrito no Pré-Experimento.

A água utilizada para preparo das soluções de fertirrigação foi analisada, utilizando o método de Tedesco et al (1995), sendo detectada a presença, em  $\text{mg L}^{-1}$ , de Mg com 0,05, Mn 0,1, Na 1,3, S 0,15, e para os demais nutrientes não foi possível a identificação.

Nas soluções de fertirrigação, foram determinadas as concentrações dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Cu e Zn, bem como o pH e a condutividade elétrica. As análises foram feitas diretamente na amostra, não sendo digeridas. A amostra analisada consistiu em um volume de 1000 mL da solução diluída, até obtenção de condutividade elétrica de  $1,5 \text{ mS cm}^{-1}$ , sendo preparadas em um volume de 5 L e uma amostra de igual volume da solução circulante, no início de cada ciclo.

O P das soluções de fertirrigação foi determinado pelo método de colorimetria de molibdato-vanadato; o K por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica, o S por colorimetria. A determinação do nitrogênio mineral foi realizada com a destilação de uma alíquota de 20 mL da solução, em destilador de arraste de vapores do tipo semimicro Kjeldhal (TEDESCO et al., 1995). As análises foram feitas em triplicatas.

A solução lixiviada foi coletada diariamente e armazenada em condições de temperatura inferior a  $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Antes da armazenagem, foi verificado o pH e a condutividade elétrica do lixiviado *in situ*. As análises dos macros e micronutrientes no lixiviado foram feitas por digestão da amostra em ácido nitro-perclórica e em ácido sulfúrico, de acordo com o descrito em Tedesco et al. (1995). Essa metodologia foi comparada com a análise do lixiviado diretamente no lixiviado coletado, isto é, sem extração química. A metodologia de

determinação dos nutrientes foi a mesma utilizada nas amostras com digestão e sem digestão.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 %, de probabilidade. Para a análise dos nutrientes na planta, foram ainda comparadas as médias pelo teste T. As análises foram realizadas com o pacote estatístico SAS.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 O cultivo da gérbera**

Neste item serão apresentadas as condições em que foram cultivadas as plantas de gérberas, incluindo uma breve descrição das características do substrato, da temperatura e da umidade relativa do ar na estufa e a quantificação e controle da qualidade da gérbera.

#### **4.1.1 Características físicas do substrato**

Os resultados das análises físicas do substrato indicaram que a densidade desse material é de  $0,41 \text{ g cm}^{-3}$  (Tabela 4). Este valor está condizente com a porosidade desse material e o baixo valor de densidade das partículas, conforme De Boodt e Verdonck (1972). Esse baixo valor de densidade observado para o substrato, possivelmente, não causa restrição mecânica ao crescimento radicular das plantas. Assim, para o cultivo da gérbera, o substrato foi escolhido em função da necessidade de aeração ou de água para esta espécie e do manejo de irrigação que foi adotado.

Para melhor aeração, infiltração de água e drenagem a porosidade total de um substrato deve ser de  $0,75$  a  $0,90 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (LEMAIRE, 1995; KÄMPF, 2001). No entanto, os valores de porosidade obtidos no substrato deste experimento foram inferiores aos recomendados por estes autores (Tabela 4). Isto se deve a maior uniformidade na distribuição de tamanho das partículas, o que pode

levar a uma menor compactação, com a pequena compressão exercida durante o enchimento dos cilindros.

Em relação à água disponível, De Boodt e Verdonck (1972) afirmam que os valores ideais variam de 0,24 a 0,40  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  e Ballester-Olmos (1992) mencionam que esse valor varia de 0,20 a 0,30  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . O substrato utilizado neste estudo tem valores de água facilmente disponível em torno de 0,23  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , sendo esse valor correspondente aos sugeridos pelos últimos autores (Tabela 4). Embora a disponibilidade de água do substrato seja uma característica positiva do ponto de vista do armazenamento de água, é necessário ainda considerar ainda que o mais importante é a liberação de volumes de água suficientes às necessidades das plantas em cultivo, que variam de acordo com as condições climáticas de temperatura e umidade, sendo consequência da maior ou menor transpiração ou da alteração da atividade metabólica da planta.

**Tabela 4** - Características físicas do substrato utilizado no experimento.

<b>Densidade</b>	<b>Densidade dos sólidos</b>	<b>Porosidade total</b>
..... g cm <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....
0,411	0,985	0,582
<b>Umidade a base de massa, em distintas tensões</b>		
<b>10 cm</b>	<b>50 cm</b>	<b>100 cm</b>
..... g g <sup>-1</sup> .....	..... g g <sup>-1</sup> .....	..... g g <sup>-1</sup> .....
1,433	0,870	0,830
<b>Umidade a base de volume, em distintas tensões</b>		
<b>10 cm</b>	<b>50 cm</b>	<b>100 cm</b>
..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....
0,587	0,355	0,339
<b>Porosidade de aeração, em distintas tensões</b>		
<b>10 cm</b>	<b>50 cm</b>	<b>100 cm</b>
..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....
-0,004	0,227	0,244
<b>Água facilmente disponível às plantas e água tamponante</b>		
<b>10 e 50 cm de tensão</b>	<b>50 e 100 cm de tensão</b>	
..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	..... m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> .....	
0,231	0,016	

O substrato foi analisado pelo método 3050B (EPA 3050), para avaliar o teor de metais (Tabela 5). Como mostram os resultados dessa Tabela, constatou-se que os valores obtidos são baixos, não representando risco ao meio ambiente e interferência na absorção dos nutrientes pelas plantas.

**Tabela 5** – Teores de metais e de semi-metais do substrato utilizado no cultivo de gérbera, antes do experimento.

<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Se</b>	<b>As</b>
..... mg kg <sup>-1</sup> .....									
ND	ND	5,6	79	0,2	118	64,2	4,5	ND	1,5

ND: não detectado

Para identificar os nutrientes contidos no substrato, foram feitas análises químicas utilizando os métodos de análise de fertilizante orgânico, o da digestão ácida e o da pasta saturada. Como mostram os resultados da Tabela 6, pode-se observar que os teores médios de nutrientes no substrato foram menores quando analisados pelo método de pasta saturada. Isso se deve aos baixos teores de nutrientes no substrato e ou a baixa capacidade extrativa do método. A baixa capacidade de extração pode ser justificada pelo fato desse método usar a água como extrator, não sendo esta capaz de extrair todas as formas dos nutrientes. Já o método de digestão ácida extrai mais formas de nutrientes do substrato, mesmo que parte destas formas não esteja disponível às plantas.

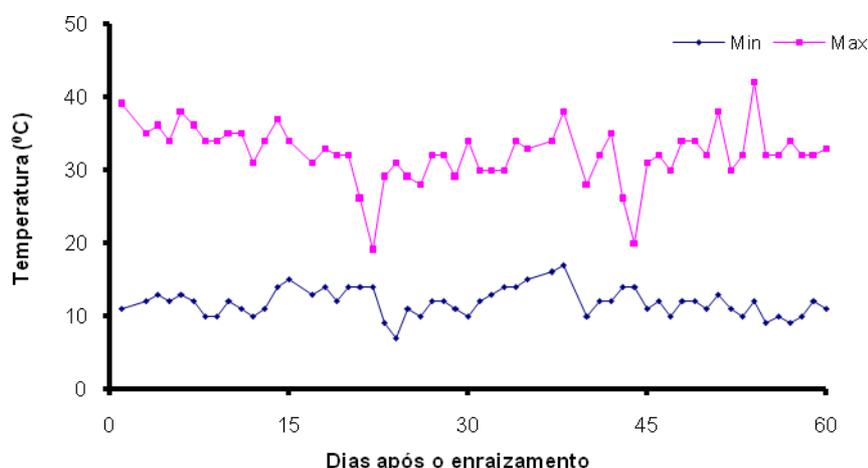
**Tabela 6** – Teores de macro e micronutriente, extraídos com os métodos de análise de fertilizante orgânico, da digestão ácida e da pasta saturada do substrato utilizado no cultivo de gérbera, antes do experimento.

	<b>Método</b>		
	<b>Fertilizante orgânico</b>	<b>Digestão ácida</b>	<b>Pasta saturada</b>
N (%)	0,11	0,43	0,04
P (%)	1,04	0,00	0,00
K (%)	0,00	0,03	0,00
Ca (%)	0,46	0,23	0,02
Mg (%)	0,54	0,22	0,00
S (mg kg <sup>-1</sup> )	3500	402,30	1,06
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	5500	521,73	0,03
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	100	48,84	0,16
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0,00	3,33	0,01

O pH do substrato utilizado no experimento foi de 5,8; e a CE foi de 0,22 dS cm<sup>-1</sup>, valores estes indicados para o cultivo de gérbera em vaso.

#### 4.1.2 Condições climáticas

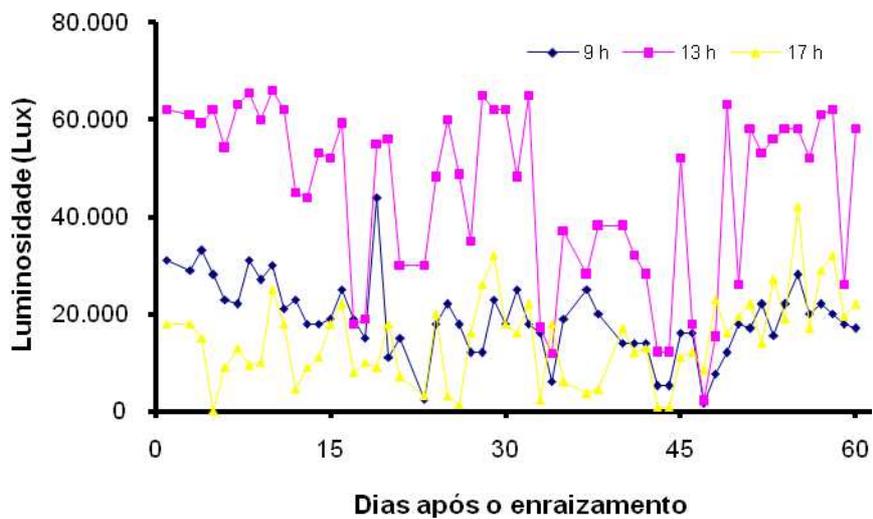
Durante a condução do experimento, as médias das temperaturas mínimas e máximas, observadas dentro da estufa, foram de 11,7 °C e 31,7 °C, respectivamente (Figura 4). Estes valores situam-se dentro do proposto por Mercurio (2004), que sugere valores ótimos de temperatura diurna entre 26 e 30 °C (máxima) e de temperatura noturna entre 15 e 16 °C (mínima), sendo que esta média de variação não afetou o crescimento das plantas.



**Figura 4:** Temperaturas máximas e mínimas diárias registradas na estufa plástica onde foi realizado o experimento, em função do tempo de desenvolvimento da gérbera (Erechim-RS, 2007).

O acompanhamento da variação da temperatura, juntamente com a intensidade luminosa, durante o período do experimento, permitiu observar que as variações não foram expressivas a ponto de prejudicar o crescimento da cultura estudada.

As médias da intensidade luminosa, registradas às 9:00 h, 13:00 h e as 17:00 h foram de 18.900; 45.800 e 15.100 Lux, respectivamente (Figura 5). Segundo Mercúrio (2004), a gérbera, apesar de ser uma planta que necessita de sol, não tolera a radiação solar direta (ideal entre 50.000 a 60.000 Lux) e temperaturas elevadas. Em função disso, no verão, é necessário sombrear a estufa, reduzindo o nível de radiação solar direta, com o uso de redes específicas que proporcionem redução de 25 a 50 % da intensidade luminosa. Neste experimento, foram utilizadas redes de 50 % de redução da intensidade luminosa.



**Figura 5:** Valores de intensidade luminosa, obtidas nas leituras efetuadas às 9, 13 e 17 horas, durante o ciclo de desenvolvimento da gérbera (Erechim-RS, 2007).

#### 4.1.3 Qualidade produtiva da gérbera

Avaliando as plantas de gérberas em relação as quantidades de folhas e de botões, comprimento da maior e da menor folha (Tabela 7), comparando as duas soluções S1 e S2, nas diferentes épocas analisadas, constatou-se que não houve diferença entre as duas soluções.

**Tabela 7** – Número de folhas (NF) e de botões (NB), comprimento da folha maior (C>) e da folha menor (C<) em gérberas adubadas com duas soluções nutritivas e cultivadas em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (Erechim, RS e UPF, Passo Fundo, RS 2007).

Época	NF		NB		C>		C<	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
	..... cm .....							
<b>Ìnicio</b>	9,7 <sup>ns</sup>	9,7	0,0 <sup>ns</sup>	0,0	5,4 <sup>ns</sup>	5,4	0,8 <sup>ns</sup>	0,8
<b>C.V. (%)</b>	5,9		-		15,3		11,9	
<b>15 DAE</b>	14,0 <sup>ns</sup>	15,4	0,0 <sup>ns</sup>	0,0	11,8 <sup>ns</sup>	11,7	0,8 <sup>ns</sup>	0,7
<b>C.V. (%)</b>	11,1		-		9,7		18,7	
<b>30 DAE</b>	22,4 <sup>ns</sup>	20,4	1,4 <sup>ns</sup>	1,8	15,1 <sup>ns</sup>	14,0	1,3 <sup>ns</sup>	0,9
<b>C.V. (%)</b>	20,9		18,5		6,5		24,9	
<b>45 DAE</b>	21,3 <sup>ns</sup>	25,0	0,8 <sup>ns</sup>	1,0	16,3 <sup>ns</sup>	16,2	1,4 <sup>ns</sup>	1,1
<b>C.V. (%)</b>	34,7		21,4		11,1		24,2	
<b>60 DAE</b>	13,3 <sup>ns</sup>	15,0	2,7 <sup>ns</sup>	3,7	16,9 <sup>ns</sup>	16,2	2,6 <sup>ns</sup>	1,6
<b>C.V. (%)</b>	37,8		23,1		14,9		26,1	

Ìnicio: momento em que foi implantado o delineamento experimental. DAE: dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

#### 4.2 Macro e micronutrientes na planta

Neste item, inicialmente, serão discutidos os resultados obtidos dos teores de macro e micronutrientes obtidos na planta. Em seqüência, serão discutidos os resultados das quantidades absorvidas pela planta. Os resultados dos teores e das quantidades de nutrientes absorvidos pelas plantas serão apresentados considerando o obtido na planta inteira, isto é, na soma dos resultados das análises das raízes e da parte aérea; e o obtido na parte aérea. A seguir, estas quantidades serão relacionadas com as quantidades aplicadas nas soluções de fertirrigação e aquelas obtidas nas análises do substrato.

#### 4.2.1 Teor de macro e micronutrientes

Na média das épocas, o teor de K, S e Mn foi maior ( $p = 0,05$ ) nas plantas adubadas com a solução S2, enquanto que o de Ca e o de B nas plantas adubadas com a S1 (Tabela 8). Os resultados mostram que a produção de MS foi maior nas plantas adubadas com a solução S1 e que o teor de Ca obtido com esta solução, embora tenha sido maior, foi pouco maior (2,1 %) que o obtido com a S2 (2,0 %), sendo mais expressiva a diferença entre os teores de B (83 e 66,1 mg kg<sup>-1</sup>, com a S1 e a S2, respectivamente).

O menor teor de Ca obtido nas plantas cultivadas no substrato adubado com a S2 pode estar relacionado com a maior concentração de Cu nesta solução, uma vez que estes dois nutrientes são antagônicos na absorção pela planta. Conforme os resultados ilustrados na Tabela 8, aos 60 dias após o enraizamento, na fase de plena floração das plantas, o teor médio de Ca ao final do ciclo foi 1,9 %, sendo maior que o obtido nas plantas adubadas com a S1 e superior aos encontrados por Bellé (1998) (1,1 a 1,3 %) e por Ludwig et al. (2008) (0,7 a 1,0 %), porém dentro da faixa encontrada por Mercurio (2004) (0,1 a 3,5 %).

A formulação da solução nutritiva S2 mantendo os teores de Ca e de B constantes ao longo do ciclo da planta propiciaram maior aumento da MS nas plantas aos 45 e 60 DAE, quando comparadas com a solução S1, que teve maior concentração de Ca na fase final do desenvolvimento da gérbera. O Ca é constituinte da parede das células, mantendo sua rigidez, sendo importante para a diferenciação das células radiculares, além de outras funções. Por outro lado, o B é

essencial para a formação do tubo polínico, contribuindo para melhoria na qualidade, conformação e formação das flores e juntamente com o Ca, que faz parte da constituição das células; aumentando a quantidade de MS submetidas a essas soluções com maiores teores de Ca e B (MALAVOLTA, 2006).

Comparando-se as soluções em cada época, observa-se que aos 15 DAE, o K, N e S concentraram-se mais nas plantas que receberam a S2 e aos 30 DAE apenas o N se manteve com maior concentração, sendo que o restante não diferiu entre as soluções. Já, o teor de Ca, a partir dos 45 DAE, e de S, aos 60 DAE, foi menor nas plantas adubadas com a S2 (Tabela 8).

Independente da solução testada, os teores de macronutrientes na MS total (parte aérea + raiz) da gérbera decresceram na ordem:  $K > N > Ca > P > Mg > S$  (Tabela 8), concordando com os resultados obtidos por Ludwig et al. (2008). Por outro lado, os teores de micronutrientes decresceram na ordem:  $Fe > B > Mn > Zn > Cu$  (Tabela 8).

**Tabela 8** – Produção de matéria seca (MS), teor de macro e micronutrientes e sódio em planta de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

<b>Solução</b>	<b>MS</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	g planta <sup>-1</sup>	%						mg kg <sup>-1</sup>					
<b>15 DAE</b>													
<b>S1</b>	1,9**	2,0**	1,3 <sup>ns</sup>	6,6**	2,2 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,8*	308,6**	952,3*	64,8**	6,0 <sup>ns</sup>	140,8 <sup>ns</sup>	100,9**
<b>S2</b>	1,7	2,9	1,2	8,4	2,3	0,7	1,1	563,7	1161,1	73,3	3,5	144,7	73,5
<b>X</b>	1,8	2,4	1,2	7,5	2,2	0,6	0,9	436,1	1057,0	69,1	4,4	142,7	87,2
<b>C.V.(%)</b>	10,6	7,2	2,7	3,1	1,9	19,2	10,9	28,1	7,5	0,4	48,3	12,6	1,7
<b>30 DAE</b>													
<b>S1</b>	4,2**	2,6**	0,7 <sup>ns</sup>	5,4 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	468,7**	750,1 <sup>ns</sup>	37,7**	10,3 <sup>ns</sup>	67,5 <sup>ns</sup>	69,0**
<b>S2</b>	3,9	3,5	0,6	5,7	2,1	0,5	0,4	655,8	785,6	47,2	11,5	78,9	51,0
<b>X</b>	4,0	0,6	5,5	2,2	3,1	0,5	0,4	562,2	768,5	42,4	10,9	73,2	63,0
<b>C.V.(%)</b>	4,9	9,6	4,0	1,6	5,3	10,2	12,0	39,0	14,3	1,7	8,4	20,0	2,6
<b>45 DAE</b>													
<b>S1</b>	4,2**	3,4 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	4,1 <sup>ns</sup>	2,1*	0,6 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	1023,8 <sup>ns</sup>	714,6 <sup>ns</sup>	39,9**	13,1 <sup>ns</sup>	73,1 <sup>ns</sup>	73,5*
<b>S2</b>	4,7	3,6	0,6	4,6	1,9	0,4	0,3	2042,6	659,6	42,1	14,8	83,7	69,8
<b>X</b>	4,4	3,5	0,6	4,4	2,0	0,5	0,3	1533,2	687,1	41,0	13,9	78,4	71,6
<b>C.V.(%)</b>	3,5	5,5	6,8	7,0	1,9	13,7	8,9	19,3	7,2	0,4	16,6	7,6	2,0

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento.  
S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 8** – Produção de matéria seca (MS), teor de macro e micronutrientes e sódio em planta de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007). (Continuação)

<b>Solução</b>	<b>MS</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
		..... % .....						..... mg kg <sup>-1</sup> .....					
	<b>g planta<sup>-1</sup></b>	<b>60 DAE</b>											
<b>S1</b>	5,3**	3,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	5,7 <sup>ns</sup>	2,0*	0,5 <sup>ns</sup>	0,3*	3192,3 <sup>ns</sup>	890,1 <sup>ns</sup>	41,4**	5,2*	38,4*	88,6**
<b>S2</b>	7,0	2,9	0,5	4,9	1,8	0,4	0,2	3163,1	746,7	44,0	7,0	45,4	70,0
<b>X</b>	6,1	3,1	0,5	5,3	1,9	0,4	0,2	3177,1	819,3	42,7	6,1	41,9	79,3
<b>C.V.(%)</b>	5,9	8,8	6,9	11,7	3,3	16,5	8,6	5,0	18,0	0,9	9,6	5,0	2,0
		<b>Médias das épocas</b>											
<b>S1</b>	4,1**	2,8 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	5,5*	2,1*	0,5 <sup>ns</sup>	0,4*	1248,3 <sup>ns</sup>	826,8 <sup>ns</sup>	45,9**	8,6 <sup>ns</sup>	80,0 <sup>ns</sup>	83,0**
<b>S2</b>	3,6	3,2	0,7	5,9	2,0	0,5	0,5	1606,3	838,5	51,6	9,1	88,2	66,1
<b>X</b>	3,8	3,0	0,7	5,7	2,0	0,5	0,4	2605,2	832,6	48,7	8,8	84,1	74,5
<b>C.V.(%)</b>	12,0	6,4	2,3	2,4	0,6	4,6	7,9	10,9	7,7	1,1	7,0	7,4	1,2

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

O K e o N foram os nutrientes que mais concentraram na parte aérea da planta, ao longo de todo o ciclo (Tabela 9). O teor de K, aos 60 DAE, foi de 3,8 %, na S1; e de 3,6 %, na S2. Estes valores estão de acordo com o proposto por Mercurio (2004) para a parte aérea da gérbera, sendo entre 3,1 a 3,6 %. O teor de N foi de 2,8 %, na S1; e de 3,3 %, na S2, aos 60 DAE, estando de acordo com os recomendados por Mercurio (2004), de 2,7 a 3,1 %, e por Ludwig et al. (2008), de 2,8 %. Neste trabalho, os maiores teores de N e K obtidos na parte aérea (Tabela 9) estão de acordo com os resultados relatados por Bellé (1998), Savvas e Gigas (2002) e Ludwig et al. (2008).

Os teores obtidos na parte aérea da gérbera (Tabela 9) foram semelhantes aos relatados por Ball (2003). Os teores relatados por este autor variaram como segue: P (0,3 a 0,7 %), K (3,1 a 3,9 %), Ca (0,4 a 4,2 %), Mg (0,3 a 2,8 %) e N (2,7 a 4,1 %). Comparando os resultados obtidos na análise da parte aérea das plantas avaliadas neste trabalho com os teores recomendados por Mercurio (2004): P (0,2 a 0,4 %), K (3,1 a 3,6 %), Ca (1,7 a 2,2 %), Mg (0,3 a 0,5 %) e N (2,7 a 3,1 %), constata-se que os resultados obtidos, aos 60 DAE, concordam com o esperado para a cultura. Os resultados obtidos comparando com os relatados por Bellé (1998), ao final do ciclo, N (1,8 a 2,7 %) e com Ludwig et al (2008), de 2,8 %, pode-se observar que estão muito próximos aos encontrados no experimento, constatando-se que a absorção do N aumenta conforme o tempo de cultivo. Em relação aos teores de S (0,1 %), P (0,3 a 0,2 %) e K (3,8 a 3,6 %), obtidos neste trabalho, observou-se que estes concordam com os relatados por Bellé (1998), que avaliou a cultura de gérbera cultivada com fertirrigação, por gotejamento.

Ball (2003) recomenda os seguintes teores de micronutrientes, para a gérbera, em  $\text{mg kg}^{-1}$ : Fe, de 60 a 130; Mn, de 30 a 260; Zn, de 19 a 80; Cu, de 2 a 10; e B, de 19 a 50. Enquanto que Mercurio (2004) recomenda, em  $\text{mg kg}^{-1}$ : Fe, de 450 a 500; Mn, de 40 a 50; Zn, de 6 a 8; e Cu, de 8 a 12. Analisando os resultados obtidos na parte aérea da gérbera, aos 60 DAE (Tabela 9), observou-se que os teores de Mn, Cu e B concordam com os relatados por Ball (2003). Além disso, o teor de Mn foi próximo ao referidos por Mercurio (2004) e o teor de Fe está de acordo com o relatado por este autor e por Bellé (1998).

#### **4.2.2 Quantidades extraídas de macro e micronutrientes**

O efeito das soluções de fertirrigação testadas sobre as quantidades de macro e micronutrientes, obtidos na média das épocas de avaliação, extraídos pela planta (parte aérea e raiz) variou com o nutriente analisado (Tabela 10). Os resultados mostram que, entre os macronutrientes, houve maior quantidade absorvida de N e S, nas plantas adubadas com a solução S2; enquanto que, entre os micronutrientes, houve maior absorção de Mn, Cu e Zn nestas plantas. Já o B foi mais absorvido nas plantas adubadas com a S1.

A maior absorção de N nas plantas adubadas com a S2 não era esperada, pois essa solução contém menor concentração desse nutriente ( $1,2 \text{ mmol L}^{-1}$ ) que a S1 ( $2,6 \text{ mmol L}^{-1}$ ) (Tabela 2). Por outro lado, as maiores quantidades absorvidas de N pelas plantas adubadas com a S2 estão de acordo com as maiores concentrações deste nutriente na MS da parte aérea (Tabela 9).

A maior absorção de N, observada nas plantas adubadas com a solução S2, pode estar relacionada com a maior disponibilidade de S nesta solução. O teor desse nutriente na S2 foi de 2,1 mmol L<sup>-1</sup>, enquanto que na S1 aos 15 e 30 DAE foi de 0,4 mmol L<sup>-1</sup> e aos 45 e 60 DAE de 0,6 mmol L<sup>-1</sup> (Tabela 2). Segundo Koprivova et al. (2000) *apud* Epstein e Bloom (2006), as assimilações de N e S não ocorre apenas em nível de proteína, dado a exigência de N e S nos aminoácidos, mas também na transcrição dos mRNAs, codificando para as enzimas envolvidas na assimilação de N e S.

**Tabela 9** – Produção de matéria seca (MS) e teor de macro e micronutrientes e sódio na parte aérea de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

<b>Solução</b>	<b>MS</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	g planta <sup>-1</sup>	.....%						..... mg kg <sup>-1</sup> .....					
<b>15 DAE</b>													
<b>S1</b>	1,4 <sup>ns</sup>	1,5*	0,5 <sup>ns</sup>	3,5**	1,9**	0,4 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	369,3*	401,6*	44,6*	7,3*	54,3 <sup>ns</sup>	43,1 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	1,2	1,8	0,5	4,7	1,0	0,4	0,4	792,7	540,2	48,9	4,3	54,2	36,7
<b>X</b>	1,3	1,6	0,5	4,1	1,4	0,4	0,4	581,0	470,9	40,0	5,8	54,3	39,9
<b>C.V.(%)</b>	8,6	6,1	6,7	4,3	1,5	27,9	17,7	20,7	11,7	7,4	15,2	15,0	8,3
<b>30 DAE</b>													
<b>S1</b>	3,3 <sup>ns</sup>	1,9**	0,3 <sup>ns</sup>	3,6**	0,7 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	444,7*	325,9 <sup>ns</sup>	30,5**	6,4**	35,1 <sup>ns</sup>	31,7 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	3,1	2,8	0,3	4,0	0,7	0,3	0,2	636,3	331,4	35,9	4,6	44,6	32,6
<b>X</b>	3,2	2,3	0,4	3,8	0,7	0,3	0,2	540,5	328,5	39,7	5,5	39,9	32,1
<b>C.V.(%)</b>	4,5	6,0	28,4	1,9	2,5	12,7	6,4	35,5	10,4	8,7	5,9	21,7	2,2
<b>45 DAE</b>													
<b>S1</b>	3,2**	2,7 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	2,8*	1,8**	0,4	0,1 <sup>ns</sup>	911,4*	499,9*	32,5 <sup>ns</sup>	10,2 <sup>ns</sup>	35,6 <sup>ns</sup>	33,8 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	4,0	2,7	0,3	3,4	1,6	0,3	0,1	1926,1	450,2	32,3	9,1	39,0	29,7
<b>X</b>	3,6	2,7	0,3	3,1	1,7	0,3	0,1	1252,1	475,1	32,4	9,7	37,2	31,7
<b>C.V.(%)</b>	4,8	3,7	19,6	5,3	2,3	16,3	22,4	36,0	3,6	3,0	12,4	7,1	5,9

ns: não significativo \* : significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\* : significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento.S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 9** – Produção de matéria seca (MS) e teor de macro e micronutrientes e sódio na parte aérea de gébera, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007). (Continuação)

<b>Solução</b>	<b>MS</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	g planta <sup>-1</sup>	.....%						..... mg kg <sup>-1</sup> .....					
<b>60 DAE</b>													
<b>S1</b>	4,4**	2,8**	0,3*	3,8 <sup>ns</sup>	1,8*	0,3 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	2069,2**	478,6 <sup>ns</sup>	34,1 <sup>ns</sup>	3,3 <sup>ns</sup>	14,7 <sup>ns</sup>	49,4**
<b>S2</b>	6,0	3,3	0,2	3,6	1,5	0,2	0,1	1722,5	467,6	31,8	3,9	12,3	30,0
<b>X</b>	5,2	3,0	0,2	3,7	1,6	0,3	0,1	1895,9	473,0	32,9	3,6	13,5	39,7
<b>C.V.(%)</b>	4,9	2,3	6,1	3,2	6,4	29,1	23,1	3,1	4,8	5,2	8,3	15,4	1,9
<b>Médias das épocas</b>													
<b>S1</b>	3,1*	2,2**	0,4 <sup>ns</sup>	3,4**	1,5**	0,3 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	948,7**	426,5 <sup>ns</sup>	35,4 <sup>ns</sup>	6,8*	34,9 <sup>ns</sup>	39,5**
<b>S2</b>	3,6	2,6	0,3	3,9	1,2	0,3	0,2	1269,4	447,2	37,2	5,5	37,5	32,2
<b>X</b>	3,3	2,4	0,4	3,7	1,4	0,3	0,2	1009,0	436,9	36,3	6,1	36,2	35,8
<b>C.V.(%)</b>	4,2	2,0	9,8	2,5	1,8	9,6	7,7	3,9	3,4	5,2	6,5	7,7	3,1

ns: não significativo . \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

A extração de macronutrientes, acumulada até os 60 DAE, pelas plantas de gérberras decresceu na ordem:  $K > N > Ca > P > Mg > S$  (320, 191, 115, 33, 27, 15,  $\text{mg planta}^{-1}$ ); enquanto que a de micronutrientes na ordem:  $Fe > B > Mn > Zn > Cu$  (4.952, 480, 264, 261 e  $38 \mu\text{g planta}^{-1}$ ) (Tabela 10).

Observou-se que as quantidades de Mg, Fe e S não variaram entre as soluções, em cada época analisada, enquanto que para Ca, P e Cu ocorreu diferença somente aos 60 DAE. Os valores obtidos de P e S, não variaram muito ao longo do ciclo, enquanto os outros nutrientes acumularam mais ao final do ciclo (Tabela 10).

Assim como observado com Ca, Mg, S, Fe e Cu o maior acúmulo de N ocorreu aos 60 DAE, sendo que este resultado concorda com o relatado por Ludwig et al. (2008). Esta é a fase em que as gérberras estão em plena floração, sendo que estes autores constaram também a importância da aplicação de N nesta fase. Isto indica que a adubação nitrogenada, na fase reprodutiva, é importante para esta cultura, especialmente, pela quantidade total acumulada nesta fase. O efeito do N sobre o crescimento vegetal é mais rápido que os outros macronutrientes, tanto na parte aérea, onde promove intensidade da coloração verde escura das plantas, quanto no sistema radicular, onde melhora a absorção de outros nutrientes (MERCURIO, 2004).

As quantidades extraídas de nutrientes da parte aérea das gérberras decresceram na mesma ordem observada com a concentração destes na MS (Tabela 11). Independente da solução de fertirrigação utilizada, as quantidades extraídas de macronutrientes decresceram na ordem:  $K > N > Ca > Mg > P > S$  (Tabela 11). Isto também ocorreu com a extração de micronutrientes, que decresceram na ordem:  $Fe > B$

> Mn > Zn > Cu (Tabela 11). Assim, o K e o Fe foram o macro e micronutriente, respectivamente, que mais concentraram na MS das plantas de gérberas, sendo que 60 % do K e 50 % do Fe concentraram na parte aérea das plantas. Isto evidencia a importância destes nutrientes para a composição das soluções nutritivas, utilizadas na fertirrigação de gérberas em vaso.

Comparando a faixa de concentração de macronutrientes, obtida na parte aérea da gérbera (Tabela 11), com a média destes na MS em várias plantas (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006), constata-se que a gérbera concentrou mais K do que em geral relatado pela literatura especializada e também apresentou leve aumento nos teores de Ca e P.

**Tabela 10** - Quantidade de macro e micronutrientes extraída por planta de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas, e cultivada em estufas plásticas, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

<b>Solução</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	..... mg planta <sup>-1</sup> .....						..... µg planta <sup>-1</sup> .....					
<b>15 DAE</b>												
<b>S1</b>	37,6 <sup>ns</sup>	24,7 <sup>ns</sup>	125,3 <sup>ns</sup>	41,7 <sup>ns</sup>	11,3 <sup>ns</sup>	15,9 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>**</sup>	1.814,8 <sup>ns</sup>	123,2 <sup>ns</sup>	11,6 <sup>ns</sup>	268,5 <sup>ns</sup>	192,0 <sup>*</sup>
<b>S2</b>	49,0	20,7	142,2	38,9	12,0	19,5	0,9	1.976,6	124,6	6,0	245,2	124,9
<b>X</b>	43,3	22,7	133,8	40,3	11,6	17,7	0,7	1895,7	123,9	8,1	256,8	158,4
<b>C.V.(%)</b>	13,4	11,8	8,6	9,5	21,2	13,5	13,3	14,0	9,8	29,0	16,8	13,0
<b>30 DAE</b>												
<b>S1</b>	109,3 <sup>*</sup>	27,8 <sup>ns</sup>	227,5 <sup>ns</sup>	85,6 <sup>ns</sup>	20,5 <sup>ns</sup>	14,9 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>**</sup>	3.139,7 <sup>ns</sup>	158,4 <sup>*</sup>	43,1 <sup>ns</sup>	282,6 <sup>ns</sup>	289,9 <sup>**</sup>
<b>S2</b>	137,3	23,6	221,1	80,9	19,7	17,5	2,1	3.065,5	184,1	44,8	307,0	198,8
<b>X</b>	123,3	25,7	224,3	83,2	20,1	16,2	1,9	3102,6	171,2	44,0	294,8	244,3
<b>C.V.(%)</b>	7,8	14,1	6,4	6,1	11,2	12,9	17,1	13,4	6,0	7,8	18,6	5,9
<b>45 DAE</b>												
<b>S1</b>	144,5 <sup>*</sup>	26,7 <sup>ns</sup>	173,1 <sup>*</sup>	88,6 <sup>ns</sup>	24,8 <sup>ns</sup>	13,0 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>ns</sup>	2998,6 <sup>ns</sup>	167,6 <sup>**</sup>	54,9 <sup>ns</sup>	307,2 <sup>*</sup>	308,6 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	167,5	29,3	216,9	88,8	20,8	14,2	9,6	3.106,1	198,0	70,0	394,0	328,1
<b>X</b>	156,0	28,0	195,0	88,7	22,8	13,6	6,9	3052,3	182,8	62,4	350,6	318,3
<b>C.V.(%)</b>	5,8	7,5	9,2	3,5	17,5	6,8	19,3	8,9	3,3	19,9	10,5	3,6

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 10** - Quantidade de macro e micronutrientes extraída por planta de gérbera, adubada com duas soluções nutritivas, e cultivada em estufas plásticas, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).  
(Continuação)

<b>Solução</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	..... mg planta <sup>-1</sup> .....						..... µg planta <sup>-1</sup> .....					
<b>60 DAE</b>												
<b>S1</b>	176,9 <sup>ns</sup>	30,0 <sup>*</sup>	300,5 <sup>ns</sup>	105,7 <sup>*</sup>	26,6 <sup>ns</sup>	15,2 <sup>ns</sup>	16,9 <sup>ns</sup>	4690,2 <sup>ns</sup>	219,43 <sup>**</sup>	27,7 <sup>**</sup>	203,4 <sup>**</sup>	469,5 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	206,1	35,8	339,7	125,4	28,2	15,0	22,1	5214,4	308,0	49,0	318,5	490,1
<b>X</b>	191,5	32,9	320,1	115,5	27,4	15,1	19,5	4952,3	263,7	38,3	260,9	479,8
<b>C.V.(%)</b>	14,2	5,6	7,9	6,7	13,4	12,3	6,0	16,11	6,2	12,7	10,1	6,2
<b>Médias das épocas</b>												
<b>S1</b>	117,1 <sup>**</sup>	27,3 <sup>ns</sup>	206,6 <sup>ns</sup>	80,4 <sup>ns</sup>	20,8 <sup>ns</sup>	14,8 <sup>*</sup>	11,4 <sup>ns</sup>	3.160,8 <sup>ns</sup>	167,1 <sup>**</sup>	34,3 <sup>*</sup>	265,4 <sup>*</sup>	315,0 <sup>**</sup>
<b>S2</b>	140,0	27,3	230,0	83,5	20,2	16,6	14,2	3.340,7	203,7	42,1	316,2	285,4
<b>X</b>	128,5	27,3	218,3	82,0	20,5	15,7	12,8	3250,7	185,4	38,2	290,8	300,2
<b>C.V.(%)</b>	3,6	5,3	10,8	2,5	9,2	5,0	10,3	10,6	12,3	8,0	7,1	2,4

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

As porcentagens de nutrientes absorvidos na parte aérea das plantas de gérbas, calculados em relação ao absorvido pela planta inteira, diferiram entre os nutrientes. Observou-se que os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S da parte aérea (Tabela 11), representaram 84, 39, 61, 73, 55 e 37 % respectivamente, da quantidade total absorvida pelas plantas (Tabela 10). Já os micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn e B da parte aérea representaram 50, 65, 50, 26 e 41 %, respectivamente, e o Na, 41 %, do total absorvido pela planta.

O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é facilmente absorvido e translocado pela planta, via fluxo de massa. As fontes de N e S utilizadas na fertirrigação foram de composto a base de  $\text{NO}_3^-$  e de sulfatos, sendo que isto pode explicar a alta absorção de N, pela planta, em relação ao disponibilizado.

A maior absorção de K observada na parte aérea das plantas adubadas com a solução S2 (Tabela 11), pode ser explicada por uma relação de equilíbrio mais eficiente entre os teores de K, Ca e Mg nesta solução. Segundo Mercurio (2004), a relação entre Ca e K na solução de fertirrigação é de importância no manejo da adubação da cultura de gérbas. A relação  $\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$  na solução S2 foi de 1,3, enquanto que na S1, fornecida na fase de crescimento, foi de 2,0 e, fornecida na floração, foi de 1,9, sendo esse valor maior que o indicado por Mercurio (2004), para um eficiente equilíbrio nutricional necessário na fertilização com K. Assim, pode-se inferir que a menor quantidade de Ca ou a maior quantidade de Mg, em relação a quantidade de K, aplicada com a S1 inibiu a absorção de K pela gérbas, ocorrendo o contrário nas plantas adubadas com a solução S2. Na solução S2 os valores foram mais próximos aos indicados por

Mercurio (2004), que recomenda uma faixa de 0,5 a 1,0 para a relação de equilíbrio entre  $K/(Ca+ Mg)$ . Desta forma, isto pode explicar a melhor eficiência na absorção de K das plantas adubadas com a solução S2.

**Tabela 11** – Quantidade de macro e micronutrientes extraída da parte aérea de gérberras, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada, em estufas plásticas, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

<b>Solução</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	..... mg planta <sup>-1</sup> .....						..... µg planta <sup>-1</sup> .....					
<b>15 DAE</b>												
<b>S1</b>	21,0 <sup>ns</sup>	7,5 <sup>ns</sup>	49,0 <sup>**</sup>	26,3 <sup>**</sup>	4,9 <sup>ns</sup>	5,5 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	556,2 <sup>ns</sup>	62,1 <sup>**</sup>	10,3 <sup>*</sup>	75,3 <sup>ns</sup>	60,0 <sup>**</sup>
<b>S2</b>	21,6	6,3	56,1	12,0	4,8	4,5	0,9	649,2	43,1	5,2	65,4	44,0
<b>X</b>	21,3	6,9	52,6	19,1	4,9	5,0	0,7	602,6	52,6	7,7	70,4	52,0
<b>C.V.(%)</b>	9,5	12,7	11,7	8,6	30,7	12,5	10,7	11,2	7,3	18,1	14,8	6,4
<b>30 DAE</b>												
<b>S1</b>	62,6 <sup>**</sup>	14,5 <sup>ns</sup>	119,4 <sup>**</sup>	22,7 <sup>ns</sup>	10,2 <sup>ns</sup>	6,4 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1.071,0 <sup>ns</sup>	100,7 <sup>ns</sup>	21,3 <sup>**</sup>	115,3 <sup>ns</sup>	104,7 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	86,8	8,9	125,0	22,3	10,6	7,2	2,0	1.026,0	151,3	14,2	138,5	101,6
<b>X</b>	74,7	11,7	122,2	22,5	10,4	6,8	1,7	1.048,5	126,0	17,8	126,9	102,7
<b>C.V.(%)</b>	6,9	25,8	5,8	6,5	10,4	7,4	24,7	8,1	7,6	8,9	20,9	3,0
<b>45 DAE</b>												
<b>S1</b>	86,4 <sup>**</sup>	9,3 <sup>ns</sup>	89,0 <sup>**</sup>	58,2 <sup>ns</sup>	11,9 <sup>ns</sup>	3,7 <sup>ns</sup>	2,9 <sup>**</sup>	1.599,6 <sup>ns</sup>	104,0 <sup>**</sup>	32,9 <sup>ns</sup>	114,2 <sup>**</sup>	108,1 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	107,9	11,3	135,0	63,6	11,3	4,3	7,6	1.800,7	129,2	36,5	155,6	118,7
<b>X</b>	97,1	10,3	111,9	60,9	11,6	4,0	5,3	1.700,2	116,6	34,7	134,9	113,4
<b>C.V.(%)</b>	4,1	15,5	5,1	6,8	12,5	26,6	18,4	5,8	3,3	16,0	6,4	7,1

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 11** – Quantidade de macro e micronutrientes extraída da parte aérea de gérbetas, adubada com duas soluções nutritivas e cultivada, em estufas plásticas, em quatro épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007). (Continuação)

Solução	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	..... mg planta <sup>-1</sup> .....						..... µg planta <sup>-1</sup> .....					
<b>60 DAE</b>												
<b>S1</b>	123,3 <sup>**</sup>	12,2 <sup>ns</sup>	169,0 <sup>*</sup>	77,9 <sup>ns</sup>	15,4 <sup>ns</sup>	5,2 <sup>ns</sup>	9,1 <sup>ns</sup>	2.110,1 <sup>*</sup>	149,9 <sup>**</sup>	14,5 <sup>**</sup>	65,0 <sup>ns</sup>	217,5 <sup>*</sup>
<b>S2</b>	197,8	13,4	218,6	90,5	14,6	5,7	10,3	2.803,3	190,5	23,4	74,1	179,7
<b>X</b>	160,6	12,8	193,8	84,2	15,0	5,5	9,7	2.456,7	170,2	19,0	69,6	198,7
<b>C.V.(%)</b>	4,5	9,7	7,0	9,8	23,5	23,8	6,7	7,7	5,4	11,1	19,5	5,8
<b>Médias das épocas</b>												
<b>S1</b>	73,3 <sup>**</sup>	10,9 <sup>ns</sup>	106,6 <sup>**</sup>	46,6 <sup>3ns</sup>	9,7 <sup>ns</sup>	5,4 <sup>ns</sup>	3,5 <sup>**</sup>	1.334,3 <sup>*</sup>	104,3 <sup>*</sup>	18,0 <sup>ns</sup>	92,5 <sup>ns</sup>	122,6 <sup>*</sup>
<b>S2</b>	103,5	10,0	133,7	47,1	9,4	5,3	5,2	1.569,8	128,6	17,9	108,4	110,8
<b>X</b>	88,4	10,4	120,1	46,7	9,5	5,3	4,1	1.432,0	116,4	18,0	100,4	116,8
<b>C.V.(%)</b>	3,6	9,8	5,8	6,1	4,5	8,4	0,3	4,7	3,3	8,6	10,1	4,2

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

### **4.2.3 Percentual de nutrientes na planta em relação as quantidades aplicadas na fertirrigação e as existentes no substrato**

Quando as quantidades de nutrientes extraídas pela planta são comparadas com as quantidades aplicadas na fertirrigação, observa-se que os valores extraídos foram maiores que as quantidades inseridas. Isto indica que o substrato foi a principal fonte de nutriente, sendo isso possível devido à alta concentração de nutrientes neste meio de cultivo.

Assim, os resultados apresentados na Tabela 12, indicam que o substrato utilizado no experimento não serviu apenas como condicionador físico, mas também foi fonte expressiva de nutrientes.

Com o decorrer do ciclo da planta, parte dos nutrientes aplicados com a solução de fertirrigação foi absorvida e outra parte foi lixiviada. A diferença entre as quantidades absorvidas e as aplicadas representa a quantidade acumulada no substrato. Descontando a fração que pode ter lixiviado ou precipitado, o restante ficou disponível para a planta.

Na média das épocas, o percentual de macronutrientes (N, P, K, Ca e S) e de Na, absorvido em função das soluções testadas, foram maiores nas plantas adubadas com a S2, não sendo significativas as diferenças entre as soluções, obtidas para o restante dos nutrientes analisados. Entre os micronutrientes, foram significativas as diferenças entre os percentuais absorvidos em relação ao total de

nutrientes aplicado na fertirrigação, sendo esse percentual maior nas plantas adubadas com a S2, para o Mn, Cu e Zn (Tabela 12).

Independente da solução testada, o percentual de extração de nutrientes pela planta, aos 60 DAE, em relação ao disponibilizado via fertirrigação e o existente no substrato, variou na seguinte ordem decrescente, para os macronutrientes:  $K > P > Ca > N > S > Mg$  (0,71; 0,19; 0,08; 0,06; 0,06; 0,02 %, respectivamente, Tabela 12). Nos micronutrientes, esta variação decresceu na ordem:  $Zn > Cu > Fe > Mn$  (0,26, 0,03, 0,02, 0,01 %, respectivamente, Tabela 12). Nesta ordem de nutrientes, a porcentagem de macronutrientes absorvida pela parte aérea foi de: 62; 39; 87; 83; 34 e 50 %; enquanto que para os micronutrientes foi de: 11,5; 67; 50 e 100 %, na média das duas soluções (Tabela 13). As variações na ordem de absorção de nutrientes pela planta coincidiram com os valores observados pela partição em raiz e parte aérea.

**Tabela 12** – Percentual de macro e micronutrientes absorvido por planta de gérbera, em relação as quantidades aplicadas pelas soluções de fertirrigação e as já existentes no substrato (UPF, Passo Fundo, 2007).

<b>Solução</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
..... % .....											
<b>15 DAE</b>											
<b>S1</b>	0,02 <sup>**</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	0,02	0,11	0,47	0,03	0,01	0,10	0,00	0,01	0,01	0,00	0,24
<b>X</b>	0,02	0,12	0,43	0,03	0,01	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,26
<b>C.V.(%)</b>	7,70	8,12	20,23	12,64	23,20	15,66	15,79	7,74	11,51	24,28	16,83
<b>30 DAE</b>											
<b>S1</b>	0,06 <sup>**</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>**</sup>	0,00 <sup>**</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	0,09	0,15	1,09	0,06	0,02	0,08	0,01	0,01	0,01	0,03	0,31
<b>X</b>	0,07	0,15	0,92	0,06	0,02	0,09	0,00	0,01	0,01	0,02	0,29
<b>C.V.(%)</b>	9,43	12,25	26,58	6,04	10,79	4,93	20,67	10,44	17,51	9,19	18,59
<b>45 DAE</b>											
<b>S1</b>	0,09 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>*</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,02 <sup>**</sup>	0,31 <sup>*</sup>
<b>S2</b>	0,19	0,20	0,90	0,07	0,02	0,08	0,03	0,01	0,01	0,08	0,39
<b>X</b>	0,14	0,17	0,70	0,06	0,02	0,07	0,02	0,01	0,01	0,05	0,35
<b>C.V.(%)</b>	21,18	14,41	9,58	8,47	18,81	29,32	21,07	9,30	2,08	25,91	10,49

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 12** – Percentual de macro e micronutrientes absorvido por planta de gérbera, em relação as quantidades aplicadas pelas soluções de fertirrigação e as já existentes no substrato (UPF, Passo Fundo, 2007). (Continuação)

<b>Solução</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
..... % .....											
<b>60 DAE</b>											
<b>S1</b>	0,05 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>**</sup>	0,50 <sup>**</sup>	0,08 <sup>*</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>*</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,20 <sup>**</sup>
<b>S2</b>	0,07	0,14	0,93	0,09	0,02	0,06	0,03	0,02	0,02	0,05	0,31
<b>X</b>	0,06	0,19	0,71	0,08	0,02	0,06	0,03	0,02	0,01	0,03	0,26
<b>C.V.(%)</b>	16,56	14,68	11,35	9,24	15,19	12,88	5,80	15,6	5,23	15,50	10,05
<b>Médias das épocas</b>											
<b>S1</b>	0,05 <sup>**</sup>	0,14 <sup>*</sup>	0,53 <sup>**</sup>	0,05 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>**</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,02 <sup>**</sup>	0,26 <sup>*</sup>
<b>S2</b>	0,09	0,18	0,85	0,06	0,02	0,09	0,02	0,02	0,01	0,04	0,31
<b>X</b>	0,07	0,16	0,69	0,06	0,02	0,08	0,02	0,01	0,01	0,03	0,29
<b>C.V.(%)</b>	11,92	9,17	11,60	4,75	7,81	8,16	28,68	9,29	4,92	12,49	7,09

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 13** – Percentual de macro e micronutrientes absorvidos pela parte aérea das plantas de gérberas, em relação as quantidades aplicadas pelas soluções de fertirrigação e as já existentes no substrato (UPF, Passo Fundo, 2007)

Solução	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
..... % .....											
<b>15 DAE</b>											
S1	0,01 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>**</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>**</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
S2	0,01	0,03	0,18	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
X	0,01	0,04	0,16	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
C.V.(%)	9,28	12,24	27,60	6,03	32,4	10,97	13,18	10,53	13,46	25,80	28,06
<b>30 DAE</b>											
S1	0,03 <sup>**</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,00 <sup>*</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
S2	0,06	0,06	0,63	0,02	0,01	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,06
X	0,04	0,07	0,51	0,02	0,01	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,05
CV(%)	10,79	22,13	36,72	5,67	15,13	12,39	25,47	8,26	15,16	19,01	18,51
<b>45 DAE</b>											
S1	0,05 <sup>*</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>**</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
S2	0,12	0,08	0,56	0,05	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,04	0,06
X	0,10	0,06	0,41	0,04	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,06
C.V.(%)	26,07	24,01	9,92	10,60	13,44	28,15	25,47	6,24	5,27	18,78	9,82

ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

**Tabela 13** - Percentual de macro e micronutrientes absorvidos pela parte aérea das plantas de gérberas, em relação as quantidades aplicadas pelas soluções de fertirrigação e as já existentes no substrato (UPF, Passo Fundo, 2007). (Continuação)

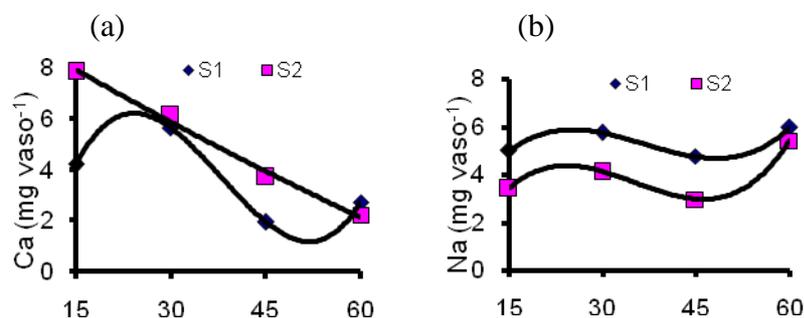
<b>Solução</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
..... % .....											
<b>60 DAE</b>											
<b>S1</b>	0,04 <sup>**</sup>	0,06 <sup>*</sup>	0,28 <sup>**</sup>	0,05 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>**</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	0,07	0,09	0,60	0,07	0,01	0,03	0,08	0,01	0,01	0,02	0,03
<b>X</b>	0,05	0,07	0,44	0,06	0,01	0,02	0,06	0,01	0,01	0,02	0,03
<b>C.V.(%)</b>	16,17	14,35	9,39	10,68	21,18	21,96	5,30	8,05	4,76	6,49	26,63
<b>Médias das épocas</b>											
<b>S1</b>	0,03 <sup>**</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>*</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>*</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,01 <sup>*</sup>	0,11 <sup>**</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
<b>S2</b>	0,07	0,06	0,49	0,03	0,01	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,04
<b>X</b>	0,05	0,06	0,38	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,10	0,04
<b>C.V.(%)</b>	8,04	13,53	16,89	8,89	7,34	12,67	22,71	5,61	3,44	11,07	11,29

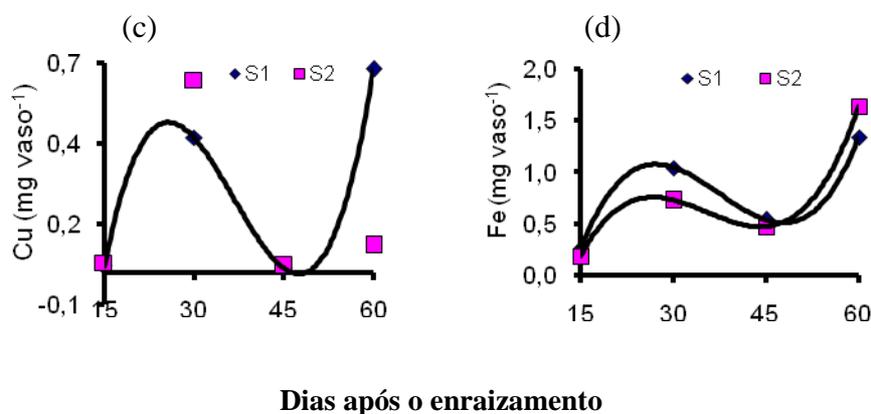
ns: não significativo. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\*: significativo a 1% de probabilidade. DAE: Dias após o enraizamento. S1: solução recomendada por Mercúrio (2004). S2: solução utilizada na empresa.

### 4.3 Lixiviação de nutrientes essenciais e de sódio

Houve efeito do tipo de solução, da época de avaliação e da interação entre estes fatores nas quantidades de Ca, Na, Cu e Fe detectados no lixiviado (Figuras 6a, b, c e d; Apêndice A). Já as quantidades de P, K, N, Mg e Mn variaram somente com as épocas analisadas, sendo que o Zn, além das épocas analisadas, variou também entre as soluções avaliadas.

Os resultados apresentados na Figura 6 mostram que as quantidades de Ca no lixiviado obtidas com as duas soluções de fertirrigação decresceram com o tempo de cultivo. Possivelmente, isto deve estar relacionado com a diminuição da quantidade disponibilizada deste nutriente às plantas por estas soluções (Tabela 14), além da maior retenção no substrato. As análises de Ca do substrato (item 4.4) mostraram que as quantidades desse nutriente aumentaram com o tempo de cultivo o que pode estar relacionado com a retenção deste nutriente no substrato e, conseqüentemente com este, decréscimo no lixiviado (Figura 6a).





**Figura 6:** Quantidades de cálcio (a), sódio (b), cobre (c) e ferro (d) obtidas no lixiviado de vasos cultivados com gérbera, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

Os resultados da Figura 6 ilustram, ainda, que a perda de Ca por lixiviação não diferiu entre as duas soluções de fertirrigação.

A solução S2 proporcionou maior lixiviação de Ca, aos 15 e 45 dias após o enraizamento, sendo que as equações ajustadas com os resultados obtidos corresponderam a S1:  $y = -11,95 + 1,7813x - 0,054x^2 + 0,0005x^3$  ( $r^2 = 1$ ) e a S2:  $y = 9,79 - 0,128x$  ( $r^2 = 0,99$ ). A análise de Ca das soluções de fertirrigação, efetuada antes da adubação, indicou decréscimo do teor desse nutriente nestas soluções, ao longo do cultivo (Tabela 14). Embora a quantidade de Ca adicionada nestas soluções não variou durante o experimento, observou-se que o teor desse nutriente na solução S1, no final do ciclo, foi 20 % menor ao inicialmente disponibilizado, enquanto que na S2 esse percentual foi 18 %.

**Tabela 14** – Valor do potencial de hidrogênio (pH) e da condutividade elétrica (CE) e teores de macro e micronutrientes das soluções aplicadas em gérbera, cultivada em ambiente protegido, em quatro épocas (UPF, Passo Fundo, 2007).

Solução	pH	CE	N <sub>M</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
		mS cm <sup>-1</sup>								mg L <sup>-1</sup>			
<b>Início</b>													
S1	5,9 - 6,1	1,4 – 1,4	83,1	43,1	178,3	362,3	145,4	1,03	173,4	4,6	0,50	0,10	0,30
S2	6,0	1,4	8,3	22,4	136,4	193,6	20,3	2,19	106,7	0,5	0,30	0,10	0,20
<b>15 DAE</b>													
S1	5,9 – 5,9	1,2 – 1,3	87,7	29,6	168,8	309,7	130,8	12,19	141,3	2,11	0,23	0,04	0,22
S2	5,2	1,3	10,1	12,6	133,4	164,5	18,5	15,46	97,2	0,32	0,19	0,07	0,26
<b>30 DAE</b>													
S1	6,6 – 6,7	1,2 – 1,2	156,7	35,2	196,9	190,4	73,2	22,3	223,1	3,4	0,4	0,04	0,23
S2	6,3	1,3	14,3	19,4	132,2	90,5	10,2	31,9	147,1	0,5	0,3	0,13	0,41
<b>45 DAE</b>													
S1	6,1 – 6,2	1,4 – 1,3	176,9	41,5	190,6	72,5	31,1	23,6	204,8	3,5	0,38	0,07	0,33
S2	5,7	1,3	18,2	22,0	129,9	48,6	4,9	30,0	112,7	0,5	0,35	0,12	0,38
<b>60 DAE</b>													
S1	6,1 – 6,2	1,4 – 1,2	180,2	41,5	216,7	77,1	6,2	34,8	201,3	2,9	0,37	0,29	0,06
S2	5,7	1,3	21,3	22,2	136,1	36,4	5,5	41,5	118,0	0,4	0,32	0,33	0,10

Início: na implantação do experimento. DAE: Dias após o enraizamento. N<sub>M</sub>: Nitrogênio mineral (NO<sub>3</sub><sup>+</sup> NH<sub>4</sub><sup>+</sup> NO<sub>2</sub>). S1 pH e CE: obtidos como primeiro valor da solução de fertirrigação de crescimento e o segundo da solução de fertirrigação de floração.

A quantidade de Na lixiviada no substrato adubado com a solução de fertirrigação S2 foi menor que a lixiviada no substrato adubado com a solução S1, em todas as épocas analisadas, exceto aos 60 dias após o enraizamento, quando não houve diferenças entre as soluções. Os modelos ajustados com estes resultados foram polinômios de terceiro grau, com alto grau de ajuste (S1:  $y = -1,43 + 0,705x - 0,0214x^2 + 0,0002x^3$ ;  $r^2=1$ ; e S2:  $y = -4,5668 - 0,8956x - 0,0283x^2 + 0,0003x^3$ ;  $r^2=1$ ) (Figura 6b).

As quantidades de Fe e Cu obtidas no lixiviado, das duas soluções testadas, foram muito pequenas ( $< 2,0$  e  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente), sendo inexpressivas aos 15 e 45 dias após o enraizamento (Figuras 6c e d). Estes baixos valores, provavelmente, devem-se a alta porcentagem de matéria orgânica contida no substrato (70%). Conforme Silva et al. (2006), os compostos orgânicos complexam esses metais, tornando-os indisponíveis, contribuindo assim para a redução nas perdas por lixiviação.

Da mesma forma que o verificado com a quantidade de Na lixiviada, o modelo ajustado com as quantidades de Cu do lixiviado foi um polinômio de terceiro grau, com alto grau de ajuste (S1:  $y = -3,02 + 0,3314x + 0,0099x^2 + 9 \times 10^{-5}x^3$ ;  $r^2=1$ ). Por outro lado, não foi possível ajustar uma equação com os resultados da S2, com significado realista (Figura 6c).

Os teores de Na, Cu e Fe das soluções testadas não decresceram ao longo do ciclo de cultivo, ao contrário do observado com o Ca (Tabela 14). Os resultados de Ca no lixiviado e na solução de fertirrigação sugerem que a quantidade adicionada desse nutriente nos substratos foi o principal fator associado ao decréscimo da

concentração deste elemento no lixiviado, observado ao longo do tempo de cultivo (Figura 6a).

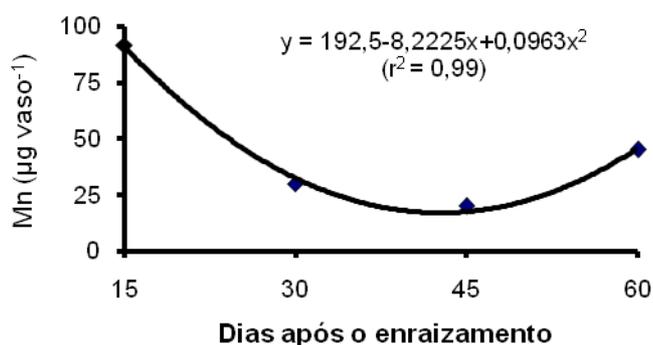
Os modelos ajustados com os resultados de Fe foram polinômios de terceiro grau, com alto grau de ajuste (S1:  $y = -4,4467 + 0,501x - 0,0145x^2 + 0,0001x^3$ ;  $r^2=1$ ; e S2:  $y = -3,3804 + 0,388x - 0,0117x^2 + 0,0001x^3$ ;  $r^2=1$ ) (Figura 6d).

A quantidade de Zn do lixiviado variou em função do tipo de solução de fertirrigação (Figura 7) e das épocas de avaliação. Por outro lado, as quantidades lixiviadas de Mn, N, P, K e Mg variaram somente em função das épocas de desenvolvimento da planta (Figuras 8 a 13; Apêndice A).

As características químicas do Cu e do Zn são bastante semelhantes, sendo que, de maneira geral, os compostos de Zn são mais solúveis do que os de Cu (KHALID et al., 1977), e por isso obtiveram-se menores valores desse último (0,27 a 0,18 mg vaso<sup>-1</sup> com a S1 e S2, respectivamente) (Figura 6c), que de Zn no lixiviado (0,10 a 0,12 mg vaso<sup>-1</sup> com a S1 e S2, respectivamente). A perda de Zn por lixiviação foi, em média, 17 % maior com a S2 que com a solução S1.

A análise de variância dos resultados de Mn no lixiviado mostrou que a interação entre o tipo de solução testada e a época de avaliação foi significativa a 5,3 %, ou seja, a um nível de probabilidade muito próximo ao adotado neste trabalho (5 %) (Apêndice A). Por outro lado, houve variação significativa desse cátion no lixiviado, em função do efeito isolado das épocas de avaliação. Observaram-se maiores perdas de Mn no início e no final do ciclo (Figura 8), sendo essa última época coincidente com o florescimento

das plantas. Estas perdas foram inexpressivas ( $< 100 \mu\text{g vaso}^{-1}$ ), indicando que não comprometeram a disponibilidade deste nutriente às plantas.



**Figura 7:** Quantidade de manganês (Mn) lixiviada, durante o cultivo de gébera em vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007).

A lixiviação de  $N_{\text{total}}$  foi maior nos tratamentos adubados com a solução S1 (Figura 9), o que coincide com a maior quantidade de N mineral nesta solução (Tabela 2, item 3.2).

Aos 15, 30, 45 e 60 DAE foram adicionadas 87,7, 156,7, 176,9 e 180,2  $\text{mg vaso}^{-1}$  de  $N_{\text{M}}$  nos tratamentos com a solução S1, respectivamente, enquanto que nos tratamento da S2 utilizou-se 10,1, 14,3, 18,2 e 21,3  $\text{mg vaso}^{-1}$ , respectivamente. Nestas mesmas épocas, constatou-se que a quantidade de  $N_{\text{M}}$  lixiviada nos substratos adubados com a S1 foi de 8,0, 24,4, 1,8, 5,5  $\text{mg vaso}^{-1}$ , respectivamente; enquanto que nos tratamentos com a S2 a quantidade lixiviada deste nutriente foi de 8,6; 20,4; 1,3 e 5,0  $\text{mg vaso}^{-1}$ , respectivamente. Nos tratamentos com a solução S1, foram

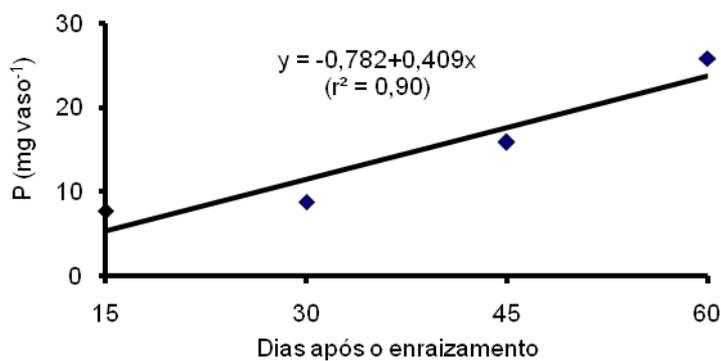
adicionados 89 % a mais de N que nos tratamentos com a solução S2, porém, a quantidade lixiviada foi 11 % maior na S1 (Figura 9).

Relacionando as quantidades de N do substrato e o da solução com a quantidade de N lixiviado, constata-se que a perda de N nos vasos adubados com a solução S2 foi de 32 % menor que nos adubados com a S1 (Apêndice B). Nas soluções nutritivas testadas, a principal forma de N utilizada foi o nitrato, sendo essa forma de N passível de lixiviação. Isso ocorre por que este ânion não é adsorvido pela fase sólida do solo (argilas e húmus), ficando livre na solução. A lixiviação de nitrato pode causar sérios problemas ao ambiente, além da redução na disponibilidade de nitrogênio para as culturas, e pode levar a contaminação do lençol freático (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Conforme CONAMA (2005), concentrações maiores que 10 mg L<sup>-1</sup> de N - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, em amostras de água utilizada para o consumo humano, são indicativos de contaminação por atividades antropogênicas. Vale ressaltar que, neste experimento, os teores de N Total lixiviado na S1, em média, foi de 37,5 mg L<sup>-1</sup>; e na S2, foi de 25,9 mg L<sup>-1</sup>. Vários trabalhos associam o consumo de água contendo altas concentrações de nitrato ao aparecimento da metamoglobinemia, especialmente, em crianças, e à formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (ALABURDA e NISHIHARA, 1998; COSTA et al., 2006).

A quantidade lixiviada de P diferiu entre as épocas de avaliação, mas não diferiu entre as soluções testadas. As maiores perdas desse nutriente foram observadas nas duas últimas épocas analisadas, aos 45 e 60 dias após o enraizamento, na média das duas soluções (Figura 10, Apêndice A). Isso pode estar relacionado com a

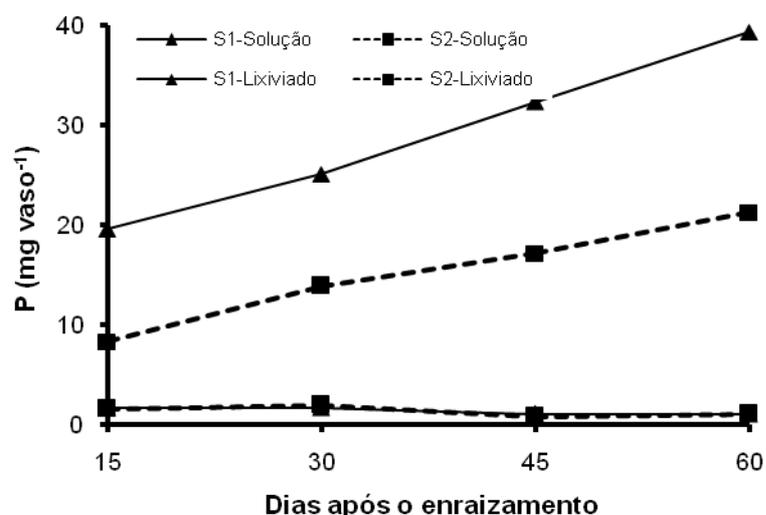
maior concentração de P das soluções aplicadas, verificado nestas épocas (Figura 11).



**Figura 8:** Quantidade de fósforo (P) determinada com extração ácida do lixiviado, durante o cultivo de gérbera em vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007).

O excesso de P lixiviado ou escoado nos solos pode causar sérios problemas ambientais, relacionados com a proliferação de algas em cursos hídricos, isto é, a eutroficação. Esse fenômeno consiste no crescimento excessivo de algas, que, em grandes quantidades, impedem que a luz chegue a maiores profundidades (COSTA et al., 2006). Assim, ocorre a degradação da qualidade da água, com liberação de substâncias indesejada. Estas mudanças podem ser provocadas com a entrada súbita de P nos corpos hídricos, em quantidades da ordem de  $0,025 \text{ mg L}^{-1}$  (CONAMA, 2005).

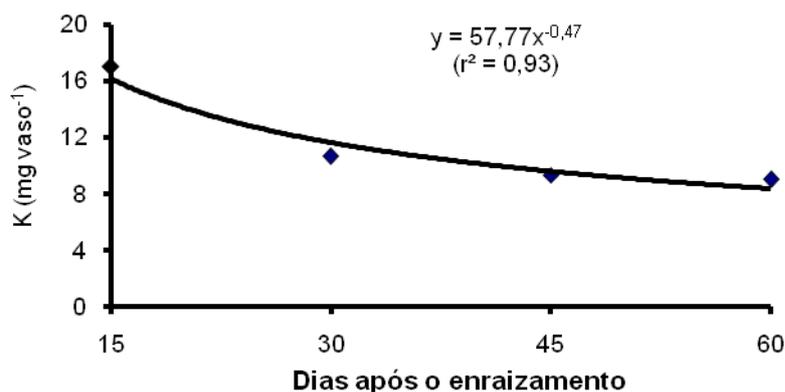
Embora a quantidade de P aplicada com a S1 foi maior que a aplicada com a S2 (Figura 11), as quantidades lixiviadas desse elemento não variaram entre estas soluções. Isso deve estar relacionado com a maior absorção de P pelas plantas adubadas com a S2, verificada no final do ciclo da produção (Tabela 6, Item 4.1).



**Figura 9:** Quantidade de fósforo (P) das soluções de fertirrigação e do lixiviado, em função do tempo de cultivo de gérbera em vaso (UPF, Passo Fundo, 2007).

Da mesma forma que o observado com o P, a quantidade lixiviada de K não diferiu entre as soluções testadas, mas variou entre as épocas de cultivo (Figura 12). No entanto, as maiores perdas de K ocorreram no início do ciclo da gérbera, ou seja, na primeira quinzena, enquanto que com o P isso ocorreu no final do ciclo de cultivo (Figura 10). Após a primeira quinzena a quantidade lixiviada de K tendeu a estabilizar, sendo cerca de  $9,0 \text{ mg vaso}^{-1}$  (Figura 12). O decréscimo da quantidade de K lixiviada, observado após os 15 DAE, está relacionado com a absorção deste cátion pelas plantas. Observou-se que a quantidade de K absorvido pela gérbera variou de 128 (15 DAE)

a 304 (60 DAE) mg vaso<sup>-1</sup>, ou de 141 (15 DAE) a 340 (60 DAE) mg vaso<sup>-1</sup>, nos tratamentos com a aplicação da S1 e da S2, respectivamente (Tabela 9, Item 4.2).



**Figura 10:** Quantidade de potássio (K) lixiviado, durante o cultivo de gérbera em vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação. Média das soluções testadas. (UPF, Passo Fundo, 2007).

O percentual de Mg lixiviado variou pouco ao longo do tempo de cultivo, sendo que as perdas mais significativas ocorreram aos 30 DAE (Figura 13). Bertoncini e Mattiazzo (1999) explicaram a lixiviação deste nutriente em experimento com substrato, relacionando-a com a menor adsorção específica desse íon neste meio de cultivo. O baixo percentual de Mg lixiviado (1,8; 1,3; 0,4 e 2,8 %, na S1; e 1,5; 1,2; 0,3 e 3,1 %, na S2; respectivamente nas quatro épocas de avaliação), em relação ao que foi disponibilizado (Tabela 13), pode também estar relacionado a adsorção deste íon no substrato. Na composição do substrato utilizado, cerca de 70 % é matéria orgânica (com alta CTC), e por isto o Mg pode ter sido adsorvido (Item 4.3), sendo pouco lixiviado.

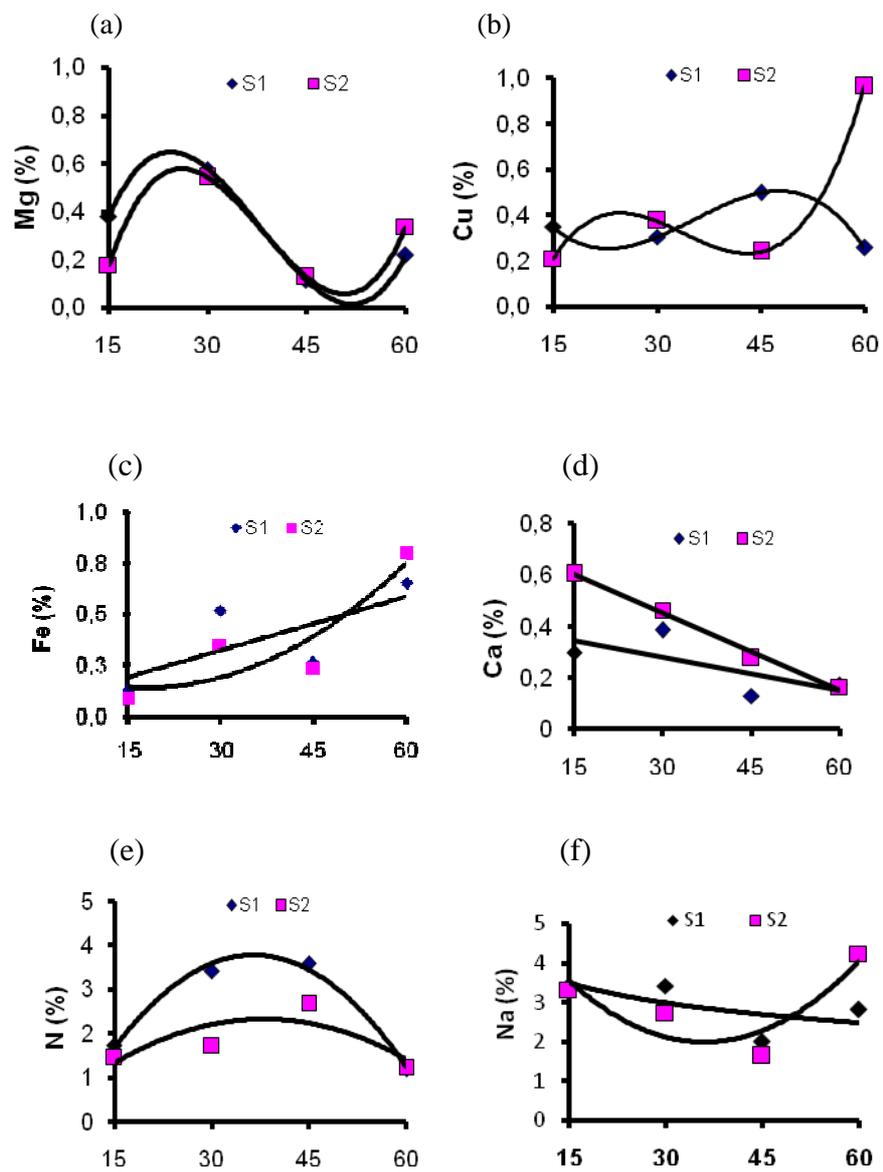
A solução S1 proporcionou maior quantidade lixiviada de Mg, aos 15 DAE, enquanto que com a S2 isso foi observado aos 60 DAE. Como observado com os resultados de Na e de Cu, os modelos ajustados com as quantidades de Mg lixiviadas corresponderam a polinômios de terceiro grau, com alto grau de ajuste (S1:  $y = -1,7033 + 0,229x - 0,0069x^2 + 6x10^{-5}x^3$ ;  $r^2=1$ ; e S2:  $y = -2,3833 + 0,2751 - 0,008x^2 + 7x10^{-5}x^3$ ;  $r^2= 1$ ) (Figura 13a).

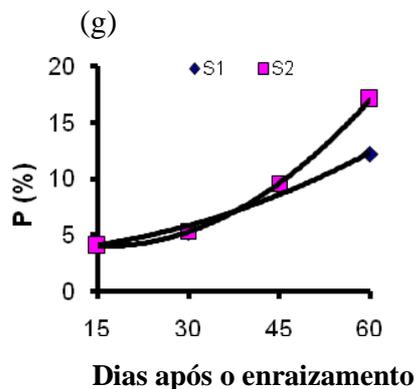
A quantidade de Cu lixiviada no substrato adubado com a solução de fertirrigação S2 foi maior aos 30 e aos 60 DAE, enquanto que aos 15 e 45 DAE a quantidade lixiviada desse metal foi maior nos vasos adubados com a solução S1. Os modelos ajustados com os resultados de Cu no lixiviado foram polinômios de terceiro grau, com alto grau de ajuste (S1:  $y = 1,3124 - 0,1097x + 0,0035x^2 - 3x10^{-5}x^3$ ;  $r^2=1$ ; e S2:  $y = -1,413 + 1,1826x + 0,0058x^2 + 6x10^{-5}x^3$ ;  $r^2= 1$ ) (Figura 13b).

As porcentagens de perdas por lixiviação de Mg, Cu, Fe, Ca, N, Na e P variaram com a interação entre os fatores estudados (Figura 13). Os modelos ajustados com os resultados de Na estão ilustrados na Figura 13 e corresponderam a S1:  $y = 5,44 - 0,7212\text{Ln}(x)$  ( $r^2 = 0,42$ ); e S2:  $y = 6,5624 - 0,25x + 0,0036x^2$  ( $r^2 = 0,75$ ).

A maior porcentagem de perda por lixiviação foi verificado com o P, sendo que aos 60 DAE, isso foi maior com a S2 que a S1. Os modelos ajustados com o percentual de P lixiviado corresponderam a S1:  $y = 0,8151 + 0,1851x$  ( $r^2 = 0,96$ ) e S2:  $y = 0,0325x^{2,2901}$  ( $r^2 = 0,98$ ) (Figura 13g, Apêndice A). Por outro lado, os menores percentuais de perda foram observados com o Ca e o Fe (Figuras 13c, d, Apêndice B). Os modelos ajustados e com os percentuais de Fe lixiviado

corresponderam a S1:  $y = 0,011x^{0,9671}$  ( $r^2 = 0,62$ ) e S2:  $y = 0,255 - 0,012x + 0,000x^2$  ( $r^2 = 0,80$ ) (Figura 13c).



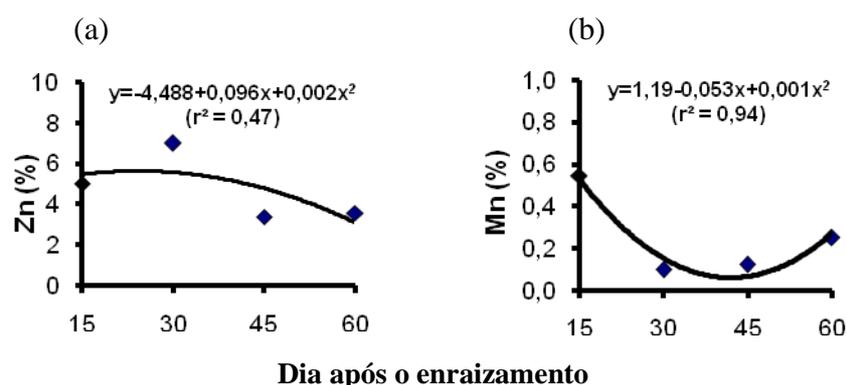


**Figura 11:** Porcentagem de perdas de magnésio (a), cobre (b), ferro (c), cálcio (d), nitrogênio (e), sódio (f) e fósforo (g) no lixiviado coletado em vasos com gérbera, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2), em diferentes épocas, em relação ao disponibilizado (UPF, Passo Fundo, 2007).

A porcentagem de perda de Ca lixiviado, estimada em relação à quantidade aplicada desse nutriente, foi inexpressiva ( $< 0,6\%$ ), variando com a interação entre o tipo de solução e o tempo de cultivo ( $p = 0,0014$ ) (Apêndice B; Figura 13d). Como relatado no item 4.1, houve maior absorção de Ca pelas plantas de gérberas, em função dos dias de cultivo. Esse aspecto também contribuiu para reduzir as perdas deste nutriente por lixiviação, avaliadas ao longo do ciclo de cultivo. Os modelos ajustados com o percentual de Ca lixiviado corresponderam a polinômios de primeiro grau (S1:  $y = 0,4067 - 0,0042x$ ;  $r^2=0,49$ ; e S2:  $y = 0,7533 - 0,01x$ ;  $r^2=0,99$ ) (Figura 13d).

As maiores perdas por lixiviação de N foram observadas aos 30 e 45 DAE, sendo maior nos vasos adubados com a solução S1, que nos adubados com a S2. Os modelos ajustados com os percentuais de N lixiviado corresponderam a S1:  $y = -2,251 + 0,330x - 0,004x^2$  ( $r^2=0,99$ ) e S2:  $y = -0,410 + 0,143x - 0,001x^2$  ( $r^2 = 0,60$ ) (Figura 13e).

Houve influência isolada da época de avaliação somente nas porcentagens de Zn e Mn obtidas no lixiviado ( $p = 0,0001$ ) (Apêndice B) (Figura 14), considerando a quantidade disponibilizada via fertirrigação e os nutrientes existentes no substrato.



**Figura 12:** Percentual de zinco (a) e manganês (b) no lixiviado coletado de vasos com gérberas, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas. Médias das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007).

As maiores perdas de Mn por lixiviação ocorreram na primeira quinzena após o enraizamento e as menores ocorreram aos 30 DAE (Figura 14b), período em que as plantas tiveram maior acúmulo de MS (Item 4.1). Já a lixiviação de Zn neste mesmo período (15 aos 30 DAE) foi maior (Figura 14a), o que pode estar relacionado com o aumento na absorção de P pelas plantas (Item 4.2, Tabela 11). A maior absorção do P interferiu negativamente na absorção do Zn, por estes elementos apresentarem efeito antagônico. Segundo Malavolta et al. (1997), pode haver insolubilização do Zn pelo fosfato na superfície das raízes (reduzindo a absorção), ou inibição não competitiva da absorção de Zn pelo P. A distribuição do Zn da raiz para a parte aérea das plantas em altos níveis de fósforo

aparentemente está relacionada com a redução na esterificação de metil em ácido poligalacturônico, aumentando o número de cargas negativas nas raízes, implicando numa menor disponibilidade de zinco para suprir a parte aérea (YOUNGDAHL et al., 1977).

Os teores de S no lixiviado, não variaram com a interação ( $p = 0,9983$ ) entre os fatores estudados e nem em relação à época ( $p = 0,1281$ ) ou a solução testada ( $p = 0,8089$ ) (Apêndice A). As quantidades aplicadas de S foram maiores na solução de fertirrigação S1, quando comparada a S2, em todas as épocas analisadas. Assim, observou-se maior acúmulo de S no substrato adubado com a solução S1. Por outro lado, não ocorreu variação de S nas plantas, em função das épocas analisadas.

Na média das épocas de avaliação e das soluções testadas, observou-se que o N foi o macronutriente que mais lixiviou, enquanto que o S foi o que lixiviou em menor quantidade (Apêndice A). Os resultados apresentados nesse apêndice indicam que a quantidade lixiviada dos macronutrientes decresceu na ordem:  $N > Mg > P > K > Ca > S$ . Em relação a quantidade de nutrientes do substrato somada a quantidade aplicada com as soluções de fertirrigação, a perda, em %, destes macronutrientes decresceu na ordem:  $P > K > N > S > Ca = Mg$  (Apêndice A). Os resultados destes dois Apêndices mostram que tanto a quantidade, como o percentual lixiviado dos macronutrientes foi pequeno ( $P = 8,4\%$  e  $N = 31,9\text{ mg vaso}^{-1}$ ).

Entre os micronutrientes, o Fe foi o que mais lixiviou e o Mn foi o que menos lixiviou (Apêndice A). Os resultados desse Apêndice mostram que a quantidade lixiviada dos micronutrientes decresceu na ordem:  $Fe > Cu > Zn > Mn$ . Em termos percentuais, a lixiviação

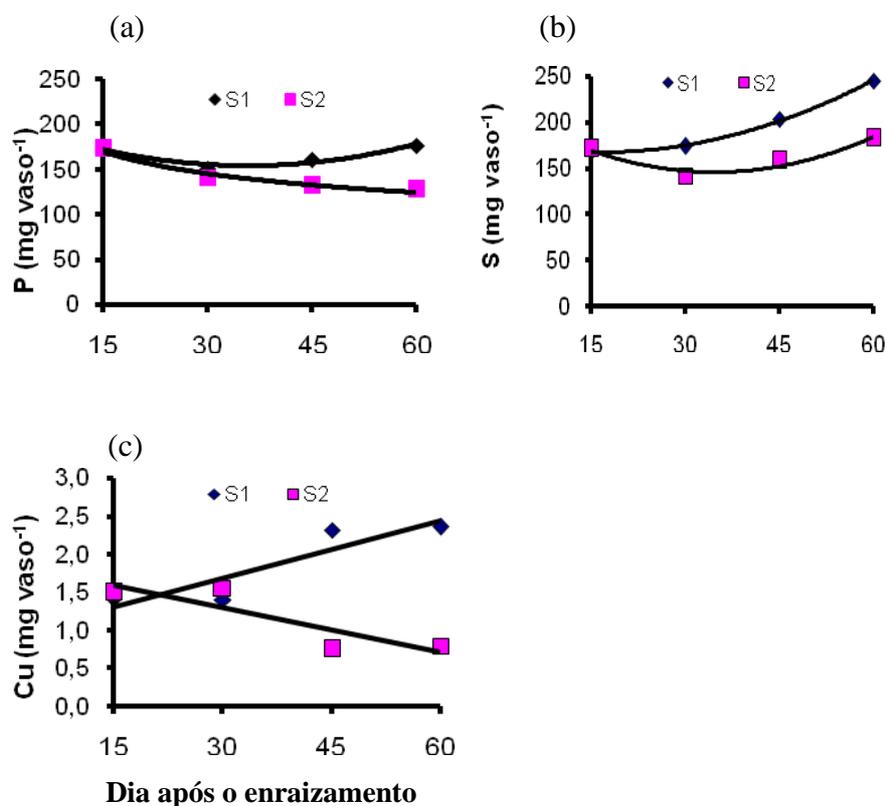
desses micronutrientes decresceu na ordem:  $Zn > Cu \simeq Fe > Mn$  (Apêndice B). Da mesma forma que o observado com os macronutrientes, tanto a quantidade, como o percentual de micronutrientes lixiviados foi baixa, não representando risco de contaminação ambiental com esses elementos.

#### **4.4 Macro e micronutrientes no substrato**

O conteúdo apresentado neste item foi dividido em duas partes. A primeira parte incluiu os resultados obtidos com a análise dos nutrientes do substrato, utilizando o método de digestão nitro-perclórica e sulfúrica, para obtenção dos extratos (Digestão ácida). A segunda parte incluiu os resultados obtidos com a análise dos nutrientes do substrato, utilizando o método da pasta saturada (solubilização em água).

##### **4.4.1 Extração com ácidos**

As quantidades de P, S e Cu, extraídas do substrato com o método de digestão ácida, variaram com a interação entre o tipo de solução utilizada na fertirrigação e a época de cultivo ( $p = 0,05$ ; 0,0177 e 0,0001, respectivamente, Apêndice C) (Figura 16).



**Figura 13:** Quantidade de fósforo (a), enxofre (b) e cobre (c) extraída com o método da digestão nitro-perclórica ou sulfúrica, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2), em diferentes épocas de cultivo de gérbera (UPF, Passo Fundo, 2007).

Os resultados apresentados na Figura 16a mostram que houve maior acúmulo de P no substrato adubado com a S1, porém o valor obtido neste substrato, aos 60 DAE, não excedeu a quantidade observada na primeira quinzena de cultivo. Não foi possível ajustar um modelo, com significado realista, utilizando os resultados da S1. Por outro lado, os resultados obtidos com a S2 possibilitaram ajustar o modelo exponencial  $y = 311,39x^{-0,224}$  ( $r^2 = 0,97$ ) (Figuras 16a). Da

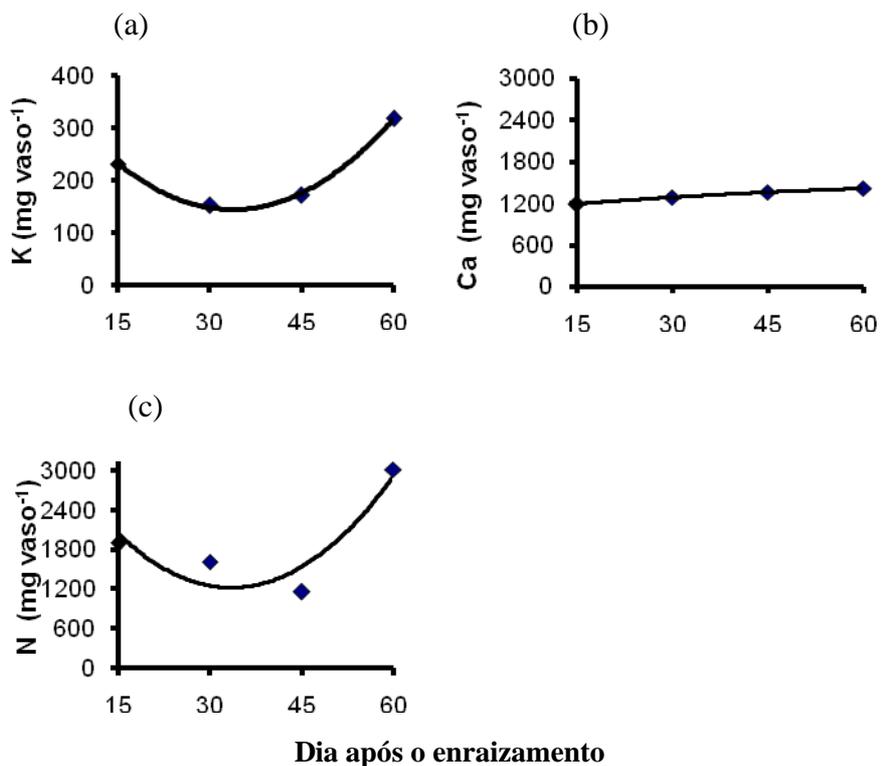
mesma forma verificada com a quantidade de P, a solução S2 também proporcionou maior acúmulo de S e de Cu no substrato. As equações ajustadas com os resultados obtidos para o S corresponderam a: S1:  $y = 132,59 + 1,7359x$  ( $r^2 = 0,91$ ), sendo que com os resultados da S2 não foi possível ajustar um modelo matemático (Figuras 16b). Os modelos ajustados com os resultados de Cu corresponderam: S1:  $y = 0,93 + 0,003x$  ( $r^2 = 0,91$ ) e S2:  $1,876 - 0,019x$  ( $r^2 = 0,74$ ) (Figuras 16c).

Como o substrato utilizado foi o mesmo em todas as unidades experimentais, constata-se a influência da composição da solução de fertirrigação nos resultados das análises. No entanto, de acordo com a análise das soluções, a S2 continha maior concentração de P, S e Cu (Tabelas 2 e 3, item 3.2). Por outro lado, as plantas que receberam esta solução absorveram maiores quantidades destes nutrientes (Item 4.1). Em adição, no lixiviado observou-se maior perda de Cu nos vasos adubado com a S2, embora as perdas de P e S no lixiviado foram maiores com a S1 (Item 4.3).

Como observado em relação ao P e ao S, as quantidades de K, de Ca e de N também variaram em função das épocas de cultivo, mas sem interação com o tipo de solução de fertirrigação (Figura 17). Como ilustrado na Figura 17a, ocorreu acúmulo de K no substrato, ao término do cultivo, sendo este acúmulo inversamente proporcional a quantidade absorvida pela planta (Tabela 10, Item 4.2). Este acúmulo também pode estar relacionado à alta CTC deste substrato ( $20,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), pois se não houvesse a retenção deste cátion no substrato, este seria lixiviado. Por outro lado, este acúmulo de K indica que parte da quantidade adicionada desse nutriente com a solução de fertirrigação não foi absorvida pela planta, o que aumenta os custos de

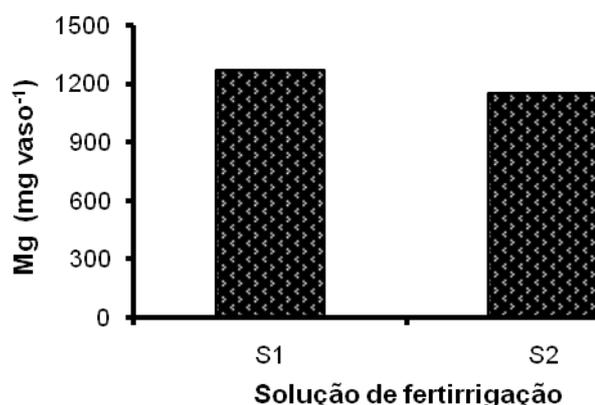
produção, uma vez que não há resposta das plantas a aplicação de K. Não foi possível ajustar um modelo utilizando os resultados ilustrados na Figura 17a.

As quantidades de Ca acumuladas no substrato aumentaram com o tempo de cultivo (Figura 17b), acompanhando o observado nas plantas de gérbera (Tabela 10), mas foram inversamente ao observado no lixiviado (Figura 6, item 4.3). A equação ajustada com os resultados obtidos de Ca, na média das duas soluções, correspondeu a:  $y = 1126,0 + 5,027x$  ( $r^2 = 0,98$ ).



**Figura 14:** Quantidade de potássio (a), cálcio (b) e nitrogênio (c) extraída com o método da digestão nítro-perclórica e sulfúrica, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas de cultivo de gérbera. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007).

A quantidade de Mg no substrato variou somente em função do tipo de solução utilizada na adubação (Figura 18), acumulando mais no substrato adubado a solução S1, porém em relação ao lixiviado e a quantidade absorvida deste nutriente pela planta não houve diferença entre as duas soluções testadas.



**Figura 15:** Quantidade de magnésio (Mg) extraída com o método da digestão ácida, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2) e cultivado com gérbera. Média das épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

Analisando a quantidade de N, K, Ca, Na, Fe, Mn e Zn, obtida no substrato, constatou-se que não houve interação entre época e o tipo de solução, sendo que para Na, Fe, Mn e Zn também não constatou-se efeito isolado entre estes dois fatores. Para N, K, Ca houve diferença tanto para época quanto para solução.

#### 4.4.2 Extração com pasta saturada

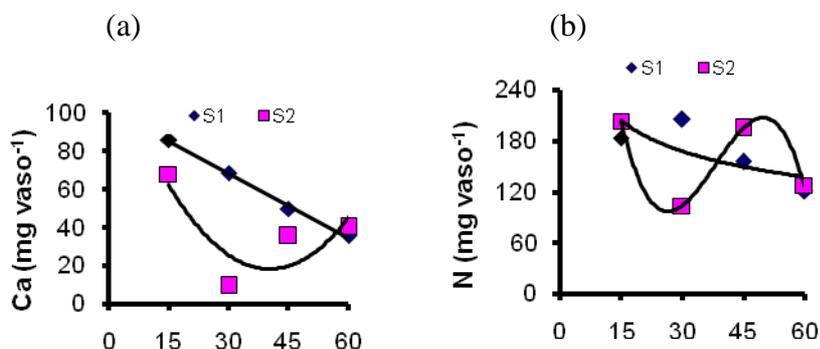
As quantidades de Ca, de N e de S obtidas no substrato, com o método da pasta saturada variaram com o tipo de solução utilizada na

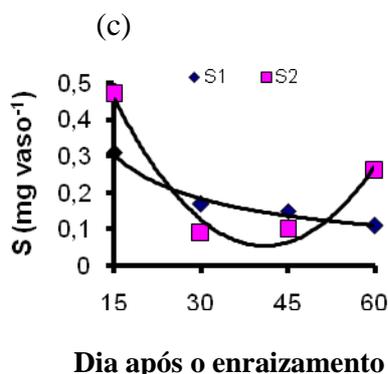
fertirrigação e a época de cultivo ( $p = 0,0134$ ;  $< 0,0001$  e  $0,0366$ , respectivamente) (Figura 19, Apêndice D).

As maiores quantidades de Ca no substrato foram verificadas nos vasos que receberam a S1 comparado com a S2, sendo que os modelos ajustados para estas soluções corresponderam a S1:  $y = 102,2 - 1,128x$  ( $r^2 = 0,99$ ) e S2:  $y = 131,5 - 5,65x + 0,070x^2$  ( $r^2 = 0,67$ ) (Figuras 19a).

Já os modelos ajustados com os resultados de N, ilustrados na figura 19b, corresponderam a S1:  $y = 239,1e^{-0,01x}$  ( $r^2 = 0,74$ ) e S2:  $y = 841,3 - 68,304x + 1,9742x^2 - 0,0172x^3$  ( $r^2=1,0$ ) (Figuras 19b).

O acúmulo de S no substrato adubado com as soluções testadas foi observado no início e no fim do ciclo de cultivo. Os modelos ajustados com os resultados desse nutriente corresponderam a S1:  $y = 2,086x^{-0,71}$  ( $r^2 = 0,97$ ); e S2:  $y = 1,06 - 0,0049x + 0,000x^2$  ( $r^2 = 0,97$ ) (Figura 19c).





**Figura 16:** Quantidade de cálcio (a), nitrogênio (b) e enxofre (c) extraídos com o método de pasta saturada, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1, S2), cultivado com gérbera (UPF, Passo Fundo, 2007).

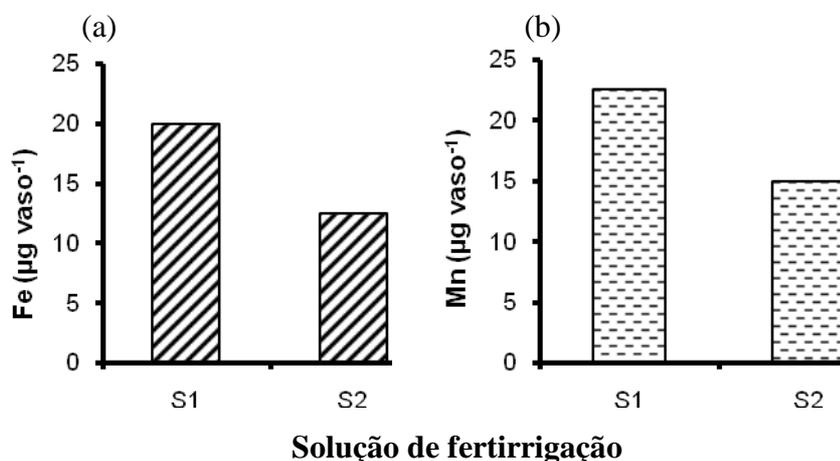
Comparando os resultados de Ca, de N e de S obtidos pelos dois métodos de análises, observa-se que os valores obtidos pelo método de digestão ácida foram expressivamente maiores que os obtidos com a pasta saturada. Na extração ácida, as quantidades extraídas de Ca variam de 1.189,8 a 1.507,4 mg vaso<sup>-1</sup>, enquanto que na pasta saturada esta variação foi de 9,2 a 85,9 mg vaso<sup>-1</sup>; para o N a variação foi de 1.900,5 a 3.222,3 mg vaso<sup>-1</sup>, e de 103,6 a 205, 2 mg vaso<sup>-1</sup>; e o S variou de 146,1 a 245,3 mg vaso<sup>-1</sup>, e de 0,1 a 0,5 mg vaso<sup>-1</sup>, com a extração ácida e com a pasta saturada, respectivamente. Esta diferença entre os dois métodos deve-se ao fato do método de digestão ácida extrair a maioria das formas orgânicas e inorgânicas em que os nutrientes estão presentes no substrato, enquanto que o método de pasta saturada extrai as formas dos nutrientes solúveis em água, ou seja, que estão prontamente disponíveis às plantas.

Segundo Dessa Lab (2007), os valores de Ca em substrato para gérberas, obtido com o método de pasta saturada, devem ser de 1,4 mmol L<sup>-1</sup>. Neste experimento, a média desse nutriente foi de 3,4 mmol

$L^{-1}$ , no substrato que recebeu a solução S1; e de  $2,1 \text{ mmol } L^{-1}$ , no substrato que recebeu a S2 (Figura 19a), sendo estes valores superiores aos recomendados por este laboratório. Estes resultados podem estar relacionados à alta concentração de Ca na solução de fertirrigação utilizada neste trabalho ( $Ca = 3,8 \text{ mmol } L^{-1}$ , média da S1; e  $4,5 \text{ mmol } L^{-1}$ , média da S2, Item 3.2), comparada a de Bellé (1998), que utilizou  $2,6 \text{ mmol } Ca L^{-1}$ .

As quantidades dos outros macro e micronutrientes extraídas do substrato variaram entre as épocas analisadas, com exceção do Na e do Cu ( $p = 0,3004$  e  $0,2292$ , respectivamente) (Apêndice D).

As quantidades de Fe ( $p = < 0,0001$ ) e Mn ( $p = 0,0055$ ) (Apêndice D), obtidas no substrato, variaram com o tipo de solução testada (Figura 20). Os resultados apresentados nesta figura ilustram que o substrato que recebeu a solução S1 acumulou maior quantidade de Fe e Mn (Figuras 1a e b, respectivamente).



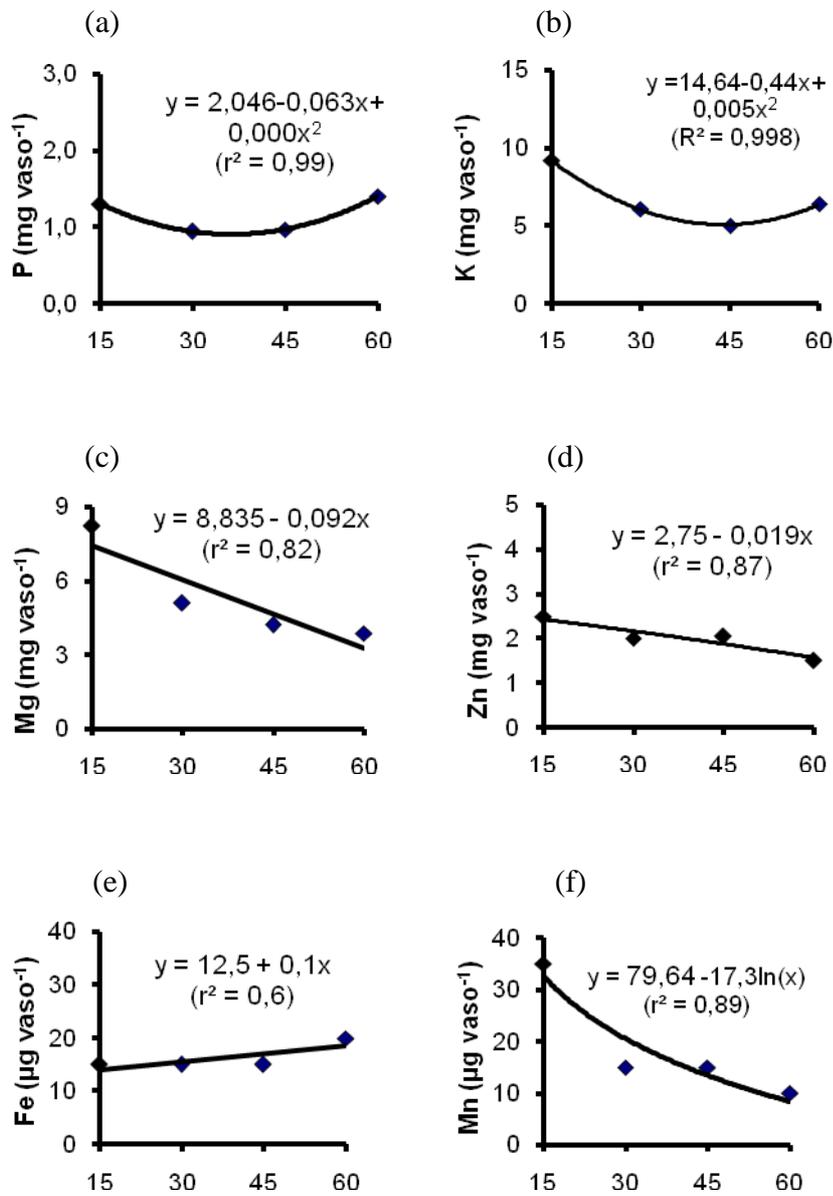
**Figura 17:** Quantidade de ferro (a) e manganês (b) extraídas com o método da pasta saturada, em substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação (S1 e S2). Média das épocas de avaliação (UPF, Passo Fundo, 2007).

Os resultados de Fe e de Mn obtidos com os dois métodos de análises mostraram que os valores obtidos com o método de digestão ácida foram expressivamente maiores aos obtidos com a pasta saturada.

As quantidades de P e K extraídas do substrato, com o método da pasta saturada, foram maiores aos 15 e aos 60 DAE (Figuras 18 a e b).

Já as quantidades de Mn e de Mg, obtidas no substrato, foram maiores aos 15 DAE e decresceram com o acréscimo de matéria seca da planta, observado ao longo do ciclo (Figuras 18c e f) e o Zn com comportamento semelhante (Figura 18d). Por outro lado, a quantidade o acúmulo de Fe no substrato, nas três primeiras épocas, foi constante, aumentando no final do ciclo (Figura 18e).

Em relação aos dois métodos de análises, observou-se que, na média das duas soluções, os valores de P, K, Fe, Mn e Zn, obtidos com o método da digestão ácida, foram expressivamente maiores que os obtidos com a pasta saturada. Para estes nutrientes, as seguintes faixas de valores, em mg vaso<sup>-1</sup>: 127,3 a 176,2 e de 0,9 a 1,4 para o P, 184,8 a 250,7 e de 5,0 a 9,2 para o K; 1142,7 a 1264,8 e de 3,9 a 8,2 para o Mg; 175 a 227 e de 0,02 para o Fe e 1142,7 a 15,8 a 17,2 e de 0,01 a 0,04 para o Mn, foram obtidas com os métodos de digestão ácida e da pasta saturada, respectivamente.



### Dias após o enraizamento

**Figura 18:** Quantidade de fósforo (a), potássio (b), magnésio (c), zinco (d), ferro (e) e manganês (f), extraído com o método da pasta saturada, de substrato adubado com dois tipos de solução de fertirrigação, em diferentes épocas de avaliação de cultivo de gérbas. Média das soluções (UPF, Passo Fundo, 2007).

O Fe e o Mn podem formar complexos com a matéria orgânica, sendo esses menos estáveis que os formados com o Cu e o Zn (CANELLAS e SANTOS, 2005). Desta forma, métodos como o da pasta saturada, que utilizam água como extrator, não extraem os micronutrientes ligados a estes complexos, apresentando, conseqüentemente, baixa capacidade extrativa, o que pode subestimar a quantidade disponível às plantas, principalmente, de Cu e de Zn.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho, conclui-se que:

A solução de fertirrigação S2 proporcionou maior acúmulo de N e S, entre os macronutrientes absorvidos pelas plantas de gérbera; além de maior acúmulo de Mn, Cu e Zn, entre os micronutrientes absorvidos por essa planta. Por outro lado, a solução S1 proporcionou maior acúmulo de B nas plantas. A absorção dos demais macro e micronutrientes, absorvidos pelas plantas de gérbera não diferiu entre estas duas soluções.

Independente da solução testada, os teores de macronutrientes na matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de gérberas decresceram na ordem:  $K > N > Ca > P > Mg > S$ ; enquanto que os teores de micronutrientes decresceram na ordem:  $Fe > B > Mn > Zn > Cu$ .

As quantidades lixiviadas de Ca, Na, Cu e de Fe variaram com a interação entre o tipo de solução de fertirrigação e o número de dias após o enraizamento das plantas, mas as diferenças observadas entre

as soluções, em função das épocas de avaliação, foram pequenas e sem implicação prática. Além disto, as quantidades lixiviadas de P, K, N, Mg e Mn variaram somente em função do número de dias após o enraizamento das plantas. Já a quantidade lixiviada de Zn, além de variar com o efeito simples desse último fator, foi maior nos vasos adubados com a S2.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A quantidade de N lixiviada, na média dos vasos adubados com as duas soluções testadas neste trabalho, corresponderia à cerca de 3,76 kg de N ao ano, se extrapolada para uma estufa de 1.000 m<sup>2</sup>, com capacidade de 8.400 vasos e 3,5 cultivos ao ano. Nestas condições e período de cultivo, seriam aplicados 10,96 kg de N. Assim a perda estimada deste nutriente seria equivalente a 34,3 % do total aplicado. Considerando que o experimento foi conduzido em época de temperatura elevada, o que exigiu maior frequência de irrigação, a quantidade estimada de N lixiviada pode ser considerada razoável.

Como não houve diferença na qualidade da produção de gérbera, entre as soluções testadas, em termos gerais, pode-se assumir que a solução S2 foi melhor que a S1, pois proporcionou maior acúmulo de N e S nas plantas. Assim, nas condições deste trabalho (cultivo em vaso e substrato, em estufa plástica e temperaturas elevadas), os resultados obtidos possibilitam recomendar a solução S2, para a fertirrigação de gérbera. Como esta solução contém menor quantidade de nutrientes a sua utilização proporciona menor custo de produção. No entanto, sugere-se aumentar a concentração de B desta solução.

No manejo da adubação desta cultura, deve-se considerar que a época de maior absorção de nutrientes ocorre no período de floração (aos 60 DAE, neste trabalho), sendo recomendável intensificar a adubação, nesta fase, com N, K, Ca, Fe e B.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU M.F.; ABREU C.A.; BATAGLIA O.C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componente. *In*: FURLANI AMC; BATAGLIA OC; ABREU MF; ABREU CA; FURLANI PR; QUAGGIO JA; MINAMI K. (eds). ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 3, Campinas, 2002. Documentos IAC, 70, Campinas, Instituto Agrônômico. 2002, p.17-28.

ABREU M.F.; ABREU C.A.; BATAGLIA O.C.; MARQUES J.C. *Protocolo analítico para caracterização química de substrato para plantas*. Campinas IAC, 2000.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v.32, n.2, p.160-165, 1998.

BAILEY, D.A. *Substrates pH and water quality*. Raleigh: North Carolina State University, 2007. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>>. Acesso em 12 de set. 2007.

BALL, Vic. *Ball Redbook*. 17. Ed. Batavia, Illinois: Ball Publishing, 2003, 724 p.

BALLESTER-OLMOS, J.F. *Substratos para el cultivo de plantas ornamentals*. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1992. 44 p.

BELLÉ, S. *Sistemas de irrigação e concentrações de adubação complementar na produção de Gerbera jamesonii cv. 1187 em vaso*. 1998. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998, 122 p.

BERTONCINI, E.I.; MATTIAZZO, M.E. Lixiviação de metais pesados em solos tratados com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.737-744, 1999.

BUNT, A.C. Problems in the analysis of organic and lightweight potting substrates. *Hortscience*, v. 21, p. 229-231, 1986.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A. *Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas*. Campos dos Goytacazes: CANELLAS & SANTOS EDITORES, 2005. 309p.

CARDOSO, R.D.L. *Caracterização morfológica e citológica de gérbera: subsídio para o melhoramento genético*. 2007. Dissertação de mestrado. (Mestre em Produção Vegetal)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Passo Fundo, 2007, 189 p.

CHAVES, R. Q.; CORRÊA, G. F. Micronutrientes no sistema solo - *Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 769-778, 2003.

COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION – (CEN). EN 13652 – Soil improvers and growing media – Extraction of water soluble elements. Brussels, 2003, n.p.

CONAMA, *Resolução Nº 357/2005*, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <[www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama)> Acesso em 15 set. 2007.

CORDEIRO, G. *Salinidade em áreas irrigadas*. Embrapa Semi-Árido. Disponível em: <<http://www.embrapa.com.br>>. Acesso em 10 fev. 2008.

COSTA, C.C.; OLIVEIRA, C.D.; SILVA, C.J.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, I.C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, p. 118-122, 2006.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.) *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq., 1991, p. 79-97.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in floriculture. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.

DESSA LAB. Laudo de análise. 2007.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

GONDIM, T. M. S.; MILANI, M.; XAVIER, J. C.; VASCONCELOS, R. A. NÓBREGA, M. B. M.. Comportamento de genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Cariri cearense. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS*, 3, 2005, Gramado, RS. *Anais...*, Passo Fundo: Embrapa Trigo, Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2005, 1. CD-Rom, 2005.

HAAG, P., K. MINAMI, A. M. PEREIRA. *Nutrición Mineral de algunas Especies Ornamentales*. Fundación Cargill, Campinas, Brasil, 1991, 288 p.

HANSEN, H.V. A taxonomic revision of the genus *Gerbera* (Compositae, Mutisieae) sections *Gerbera*, *Parva*, *Piloselloides* (in Africa), and *Lasiopus*. *Opera Bot.*, v.78, p.1-36, 1985.

HEINS, R.; CARSON, W. Pot *Gerbera* Production. *Minnesota Flower Growers Bulletin*. v. 40, n.5, 1991.

INFOAGRO: Cursos especializados, Julho. 2006. Disponível em:<<http://www.infoagro.com>.> Acessado em: 26 jan. 2008.

INGESTAD, T. Relative addition rate external concentration: driving variables used nutrition research. *Plant Cell Environmental*, Oxford, v. 5, p. 443-53, 1982.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Análise conjuntural das exportações brasileira de flores e plantas ornamentais relativa ao primeiro semestre de 2006. *Hortica- Consultoria e Treinamento* . São Paulo. 2006 (acesso restrito).

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Plano estratégico para exportação de flores e plantas ornamentais do Brasil. Campinas: IBRAFLOR/APEX Brasil, 2004. 1 CD-ROM. Programa Flora Brasilis.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Exportações de Flores e Plantas Ornamentais Superam US\$ 35 Milhões em 2007: recorde e novos

desafios para o Brasil. *Hortica Análise Conjuntural de Exportações*, jan.2008, 8 p. Disponível em: <<http://www.hortica.com.br/news.php>> Acessado em: 12 jan. 2008.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. *In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Genesis,. p 209-215. 2000.

KÄMPF, A.N. *Análise física de substratos para plantas*. Viçosa: SBCS. 2001. v. 26, p. 5-7 (Boletim Informativo).

KLEIN, V. A. *Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo/UPF, 2005.

KHALID, R.A.; SILVA, J.A.; FOX, R.L. Residual effects of calcium silicate in tropical soil. I-Fate of applied silicon during five years cropping. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 42, p. 89-94, 1977.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 396, p.273-284, 1995.

LUDWIG F.; FERNANDES D.M.; MOTA P.R.D.; VILLAS BÔAS R.L. Macronutrientes em cultivares de gérbera sob dois níveis de fertirrigação. *Horticultura Brasileira*, Campinas, v. 26, p.68-73, 2008.

MASCARINI, L. El cultivo de la gerbera en sustrato. *Revista Horticultura Internacional*. n. 19, p. 86-88, 1998.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. O potássio e planta. *In: TSUIOSHI YAMADA. Potássio na agricultura brasileira*. Londrina: Fundação IAPAR, 1982. 555 p.

MALAVOLTA E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres. 2006, 253 p.

MALAVOLTA, E; VITTI G.C; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1997, 319 p.

MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2 ed. London: Academic Press, 1995, 889p.

MERCURIO G. *Gerbera cultivation in greenhouse*. The Netherlands: Schreurs. 2004, 206 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. *Principles of plant nutrition*. 3 ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 655 p.

MEURER E. J.; *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre: Evangraf, 2006, 285p.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/ DAS/CGAL, 2007. 146p.

PADULA, A. D.; KÄMPF, A. N.; SLONGO, L. A. *Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Sebrae-RS, 2003, 159 p.

PENNINGSFELD, F.; FORCHTHAMMER, L. *Gerbera*. Stuttgart: Ulmer Fachbuch, 1980. 342 p.

PEARS, P. P.; FRIENDSHISP, W. SONG, H.; LUX, N.; SANCERRE, F. *Cultivars of great demand in interactionl cut flower trade: gerbera*. Disponível em: <[http://www.scribd.com/word/full/2212202?access\\_key=key-1mpu4djjs4afnauck1o](http://www.scribd.com/word/full/2212202?access_key=key-1mpu4djjs4afnauck1o)> Acesso em 30 abr. 2008.

PERES, L. E. P. *Nutrição Mineral de Plantas*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Disponível em: <[http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/arquivos/aulas/grad01/05\\_nutricao\\_mineral/NutricaoMineral.pdf](http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/arquivos/aulas/grad01/05_nutricao_mineral/NutricaoMineral.pdf)> Acesso em 12 nov. 2007.

PINTO, J.M. Fertirrigação em fruticultura irrigada. *Revista ITEM*, Viçosa, v.49, n.1, p.14-23. 2001.

QUEIROZ, S. O.; TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E. Avaliação de metodologia para determinação da condutividade elétrica do solo. *In:*

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. *Anais...* Salvador: SBEA, 2002. CD Rom.

SAVVAS D; GIZAS G. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different cation ratios. *Scientia Horticulturae* 96, p. 267-280, 2002.

SAVVAS, D.; KARAGIANNI, V.; KOTSIRAS, A.; DEMOPOULOS, V.; KARKAMISI, I.; PAKOU, P. Interactions between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in soilless culture. *Plant and Soil*, v. 254, n. 2, p. 393-402, 2003.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F.O.; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E.J. *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre: Genesis, 2006. p. 63-90.

SONNEVELD, C. Analytical methods for substrates in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 221, p. 413-416, 1988.

SONNEVELD C; ELDEREN CW. Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. *Communication on Soil Science and Plant Analysis*, v.25, p. 3199-3208, 1994.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

TOMBOLATO, A. F. C.; TAKEBAYASHI, S. S. G.; TAMADA, E.T.; FEITOSA, C. T. Cultivo Comercial de Violeta - Africana. *Boletim Técnico - 140*. Instituto Agronômico de Campinas, 1995. 16p.

TERRA NIGRA. *Manual de cultivo de gébera de corte*. 2008. (material de divulgação)

YOUNGDAHL, L.J. et al. Changes in the Zinc-65 distribution in corn root tissue with a phosphorus variable. *Crop Science*, Madison, v. 17, p. 66-69, 1977.

ZHENG, Y.; GRAHAM, T.; RICHARD, S.; DIXON, M. Potted gerbera production in a subirrigation system using low-concentration nutrient solutions. *Hortscience*, Ontario. v.39, n.6, p.1283-1286, 2004.

## **8 APÊNDICES**

**Apêndice A** – Análise de variância das quantidades (mg vaso<sup>-1</sup>) de macro e micronutrientes no lixiviado, analisado com o método de digestão ácida, durante o cultivo de gérbera de vaso, adubada com dois tipos de solução de fertirrigação (UPF, Passo Fundo, 2007).

CVAR	G.L	Fósforo		Potássio		Cálcio		Nitrogênio		Magnésio		Enxofre	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F
Solução	1	15.7950	0.0718	1.9210	0.744	10.7602	0.0021	862.0811	0.1339	4.0262	0.3770	0.2360	0.8089
Época	3	415.6578	0.0001	84.0932	0.014	21.9357	0.0001	1121.0238	0.0499	8646.4542	0.0001	8.5821	0.1281
Sol.*Ép.	3	3.1129	0.5477	18.1439	0.4005	4.7671	0.0063	154.2981	0.7233	6.1076	0.3239	0.0440	0.9983
Erro	16	4.2501	-	17.4004	-	0.8015	-	345.7837	-	4.8761	-	3.9056	-
Total	23	1340.108	-	587.0386	-	103.6934	-	10220.5868	-	26039.7294	-	88.6042	-
X		14.58	-	11.51	-	4.31	-	31.99	-	22.88	-	1.11	-
C.V. %		14.14	-	16.23	-	20.78	-	18.14	-	9.65	-	17.64	-

CVAR	G.L	Sódio		Ferro		Manganês		Cobre		Zinco	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F
Solução	1	2.0592	0.0167	0.0084	0.2984	0.00002	0.6525	0.0651	0.0023	0.0022	0.0069
Época	3	10.9632	0.0001	1.8082	0.0001	0.0060	0.0001	0.6086	0.0001	0.0076	0.0001
Sol.*Ép.	3	13.2258	0.0001	0.0968	0.0001	0.0002	0.0536	0.0508	0.0005	0.0002	0.3838
Erro	16	0.2883	-	0.0073	-	0.00008	-	0.0050	-	0.0002	-
Total	23	79.2387	-	5.8402	-	0.0201	-	2.1229	-	0.0294	-
X		5.17	-	0.77	-	0.05	-	0.20	-	0.11	-
C.V. %		10.37	-	11.01	-	19.07	-	22.82	-	14.03	-

CVAR: Causas de variação. G.L: Grau de liberdade. S.Q.: Soma do quadrado. P > F: Probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação.

**Apêndice B** – Análise de variância da porcentagem de perda de nutrientes lixiviados, em relação a quantidade adicionada na solução de fertirrigação e a existente no substrato, em % (lixiviado/(solução inserida + substrato)\*100) (UPF, Passo Fundo, 2007).

CVAR	G.L	Fósforo		Potássio		Cálcio		Nitrogênio		Magnésio		Enxofre	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F
Solução	1	10.0233	0.0377	8.0388	0.2067	0.1001	0.0001	895.8482	0.0001	0.0040	0.0974	0.015	0.9144
Época	3	134.8341	0.0001	13.1358	0.0716	0.1294	0.0001	1691.3439	0.0001	0.2014	0.0001	2.7419	0.1302
Sol.*Ép.	3	8.5399	0.0198	0.8364	0.9083	0.0264	0.0014	901.2718	0.0001	0.0271	0.0001	0.0165	0.9979
Erro	16	1.9515	-	4.6415	-	0.0031	-	25.9182	-	0.0013	-	1.2579	-
Total	23	471.3696	-	124.2196	-	0.6180	-	9088.3860	-	0.7104	-	28.4174	-
X		8.40	-	3.80	-	0.31	-	2.14	-	0.31	-	0.60	-
C.V. %		16.63	-	16.11	-	17.98	-	18.32	-	11.64	-	34.62	-

CVAR	G.L	Sódio		Ferro		Manganês		Cobre		Zinco		
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	
Solução	1	3.2193	0.0127	0.0028		0.2169	0.0007	0.7332	296.5957	0.0008	0.9401	0.4836
Época	3	7.5157	0.0001	0.4261		0.0001	0.2103	0.0001	2446.6967	0.0001	16.6590	0.0009
Sol.*Ép.	3	10.2170	0.0001	0.0254		0.0001	0.0099	0.2058	100.5942	0.0072	0.2483	0.9372
Erro	16	0.4089	-	0.0017		-	0.0058	-	17.4619	-	1.8277	-
Total	23	62.9607	-	1.38485		-	0.7550625	-	8217.86	-	80.90	-
X		2.94	-	0.37		-	0.28	-	0.40	-	4.75	-
C.V. %		19.20	-	10.93		-	27.44	-	21.73	-	18.47	-

CVAR: Causas de variação. G.L: Grau de liberdade. S.Q.: Soma do quadrado. P > F: Probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação.

**Apêndice C** - Análise da variância das quantidades (mg vaso<sup>-1</sup>) de macro e micronutrientes extraídos com o método de digestão ácida, em substrato com cultivo de gérbas adubadas a duas soluções de fertirrigação (UPF, Passo Fundo, 2007).

CVAR	G.L	Fósforo		Potássio		Cálcio		Nitrogênio		Magnésio		Enxofre	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F
Solução	1	2952.601	0.0020	26083.23	0.0233	53922.24	0.0079	505972.63	0.0251	75188.6745	0.0028	6972.768	0.0042
Época	3	962.8300	0.0188	33534.69	0.0017	57838.03	0.0006	3773427.83	0.0001	17391.1902	0.0662	3467.774	0.0084
Sol.*Ép.	3	701.8539	0.0500	7664.98	0.1789	8943.50	0.2461	78664.962	0.4402	13363.9850	0.122	1164.388	0.0177
Erro	16	216.6775	-	4144.985	-	5860.18	-	82846.8165	-	5881.7893	-	625.8020	-
Total	23	11413.49	-	216001.9	-	348029.6	-	13387800.1	-	255681.040	-	30882.09	-
X		154.21	-	217.73	-	1314.91	-	1922.80	-	1205.40	-	180.64	-
C.V.%		9.54	-	19.56	-	5.82	-	14.96	-	6.36	-	13.84	-

CVAR	G.L	Sódio		Ferro		Manganês		Cobre		Zinco	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F
Solução	1	3447.6051	0.6998	206.1548	0.2475	0.0486	0.889	3.1104	0.0001	0.1908	0.5663
Época	3	47067.3259	0.14	21.7849	0.9267	1.5904	0.5895	0.0186	0.1544	0.0520	0.9625
Sol.*Ép.	3	1508.6098	0.9764	41.6944	0.7965	1.7637	0.5490	1.4235	0.0001	0.0021	0.9997
Erro	16	22371.7980	-	143.1035	-	2.4161	-	0.0093	-	0.5563	-
Total	23	507124.180	-	2686.2488	-	48.7682	-	7.5857	-	9.25405	-
X		249.31	-	5.83	-	9.32	-	6.39	-	34.89	-
C.V. %		19.99	-	25.13	-	16.66	-	1.50	-	2.13	-

CVAR: Causas de variação. G.L: Grau de liberdade. S.Q.: Soma do quadrado. P > F: Probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação.

**Apêndice D** - Análise da variância das quantidade (mg vaso<sup>-1</sup>) de macro e micronutrientes extraídos com o método de pasta saturada, em substrato com cultivo de gérberas adubadas a duas soluções de fertirrigação (UPF, Passo Fundo, 2007).

CVAR	G.L	Fósforo		Potássio		Cálcio		Nitrogênio		Magnésio		Enxofre	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F	S.Q.	P > F
Solução	1	0.1690	0.1924	3.5581	0.2878	2843.205	0.0025	493.4533	0.2830	10.15300	0.1055	0.0117	0.2123
Época	3	0.3250	0.0381	19.1271	0.0044	2091.354	0.0028	5272.5950	0.0001	23.5547	0.0036	0.09232	0.0001
Sol.*Ép.	3	0.0386	0.7389	1.6075	0.6578	1080.854	0.0134	5992.5732	<.0001	8.4820	0.1003	0.0249	0.0366
Erro	16	0.0913	-	2.9432	-	221.1118	-	399.8518	-	3.4496	-	0.0069	-
Total	23	2.7201	-	112.8531	-	15897.62	-	40686.5859	-	161.4572	-	0.4740	-
X	-	1.15		6.67		49.09		161.62		5.35		0.20	
C.V. %	-	29.21		25.73		20.29		12.37		24.69		20.36	

CVAR	G.L	Sódio		Ferro		Manganês		Cobre		Zinco	
		S.Q.	P > F	S.Q.	P > F						
Solução	1	2.0417	0.3593	0.0004	<.0001	0.0005	0.0055	3.757	0.5852	3.75	0.3993
Época	3	3.0417	0.3004	0.00004	0.0215	0.0006	0.0001	1.930	0.2292	2.0417	0.0249
Sol.*Ép.	3	4.1667	0.9965	0.00001	0.2224	0.0001	0.0966	1.5278	0.9431	8.1944	0.2200
Erro	16	0.000003	-	0.000009	-	0.00005	-	0.000001	-	0.0000005	-
Total	23	0.00005	-	0.0007	-	0.003	-	0.00002	-	0.00002	-
X		0.01		0.02		0.02		0.00		0.02	
C.V. %		16.44		17.23		17.32		23.25		16.11	

CVAR: Causas de variação. G.L: Grau de liberdade. S.Q.: Soma do quadrado. P > F: Probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)