



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: SOLOS E**  
**NUTRIÇÃO DE PLANTAS**

**FRANCISCO JARDELSON FERREIRA**

**ADUBAÇÃO DE ROSEIRAS COM BASE NO BALANÇO DE NUTRIENTES**  
**NO SISTEMA SOLO - PLANTA**

**FORTALEZA**

**2016**

FRANCISCO JARDELSON FERREIRA

ADUBAÇÃO DE ROSEIRAS COM BASE NO BALANÇO DE NUTRIENTES NO  
SISTEMA SOLO - PLANTA

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- F441a      Ferreira, Francisco Jardelson.  
            Adubação de roseiras com base no balanço de nutrientes no sistema solo – planta / Francisco  
            Jardelson Ferreira. – 2016.
- 76 f.: il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias  
            Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição  
            de Plantas), Fortaleza, 2016.  
            Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas  
            Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares
1. Rosas. 2. Adubos e fertilizantes. 3. Fertilidade do solo I. Título.

FRANCISCO JARDELSON FERREIRA

ADUBAÇÃO DE ROSEIRAS COM BASE NO BALANÇO DE NUTRIENTES NO  
SISTEMA SOLO - PLANTA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Ismail soares

Aprovado em: 08/04/2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. D.Sc. Ismail Soares (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. D.Sc. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

D.Sc. Fred Carvalho Bezerra (Examinador)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA))

À minha família, meus pais **Joaquim Ferreira Neto, Maria de Lourdes Luiz Ferreira**, e ao meu irmão **José Romário Luís Ferreira**, que sempre se esforçaram para que eu tivesse êxito na vida estudantil e pessoal.

## **DEDICO**

A todos que estiveram comigo durante essa jornada, em especial, à minha noiva, **Tânia Alteniza Leandro**, por todo seu amor e companheirismo.

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus que me deu a coragem necessária para enfrentar os desafios, e a perseverança para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais, que nunca mediram esforços para o meu crescimento profissional e pessoal, por todo amor, apoio, compreensão e por sempre estarem presentes e dispostos a me ajudar. A vocês meu eterno amor e gratidão.

Ao meu irmão José Romário Luiz Ferreira, pelo apoio e incentivo durante na minha vida estudantil.

À minha noiva Tânia Alteniza Leandro, pelo amor, apoio incondicional e companheirismo em todos os momentos.

A Telma Alteniza e Rafael Marques, pela amizade e pelos bons momentos compartilhados.

A minha prima, professora Julieta Rangel de Oliveira, pelo empenho, credibilidade e pela oportunidade cedida de hoje poder estar aqui. Meu muito obrigado.

À Universidade Federal do Ceará e ao departamento de Solos e Nutrição de Plantas pela oportunidade de realização deste curso e concretização desse trabalho.

Ao Conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por conceder a minha bolsa de estudos.

A empresa CeaRosa e seus funcionários, por disponibilizar o espaço para a realização do experimento.

Aos professores e funcionários do departamento de Solos e Nutrição de plantas.

Ao professor Ismail Soares pela credibilidade concedida, pela orientação e conhecimentos científicos indispensáveis à realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Márcio Cleber de Medeiros Corrêa, pela disponibilidade e contribuições oferecidas ao presente trabalho.

Ao pesquisador Fred Carvalho Bezerra, pela disponibilidade em participar deste trabalho e as contribuições que serão fundamentais no enriquecimento do presente trabalho.

Ao professor Marcos Esmeraldo por conceder o espaço e estufa para secagem do material.

Ao professor Claudivan Feitosa, pela orientação durante os anos de graduação e pela amizade construída, meu muito obrigado.

Aos colegas de curso, Ana Carolina, Carla Vasconcelos, Daniele Martins e Dimitre Matos, Jaciane Rosa e Wiliana Júlia, meus sinceros agradecimento pelos bons momentos compartilhados nestes dois anos.

Aos colegas de Pós-Graduação, Edineide Barbosa, Francisco Itálo, Régis Braz, Ademir menezes, José Filho, Cilas Policarto, Kaio Glauco, Juarez Junior, Israel Pinheiro, Denise Castro e demais alunos do programa.

A colega Jaciane Rosa pela amizade construída no decorrer do curso e pela ajuda concedida nas análises.

Aos amigos Ricardo Miranda e Antônio Austrogesilo, companheiros de moradia.

Ao amigo desde os tempos residência universitária, Artur Ícaro de Moraes Pinho pelo convívio e pelo vínculo de amizade construída no decorrer dos anos.

Aos amigos do laboratório Relação Solo – Água - Planta, José Adriano, Breno Carvalho, Camila Paulino, Maria Assunção, Gabriel Castro, José Ricardo, Leandro Barbosa, Krishna Ribeiro, David Campelo, André Rufino, Liliane Maia, Ana Paula, Mailson Alves, Alan Diniz, Heraldo Oliveira e Amauri Mendonça, Aureliano de Albuquerque, Maria da Saúde, Adriana Cruz, Carlos Herique e Leila Neves, obrigado pela amizade de todos vocês.

Aos amigos conquistados ao longo de todo o curso de agronomia, pela verdadeira amizade que construímos em particular aqueles que estavam por muitas vezes compartilhando as mesmas disciplinas, Jose de Paula, Luciano de Andrade, Luciano Cunha, Antônio Neto, Dimitri Matos, Leilson Carvalho, José Edilson, Thiago Barbosa, José Josiberto, Francisco Jairo, Paulo Gledson, José Valdey e Ramon Sales (in memória).

Aos ex-companheiros de residência universitária, em especial Newdmar Fernandes, Arlécio Marinho, Francisco Henderson, Joilson Lima, Francisco das Chagas, João Rodrigues, José Welington, Marcos Neves, Francisco Jucie, Anderson Rodrigues, Francisco Nogueira, Ivan Cesar, Rodrigo Caldas, José Januário, Sinval Junior, Luiz Carlos, Rafael Evngelista, Marcos Rafael, Robson Moura, Ruan Magalhães, Lidiane Araújo e Naiara Caetano.

A todos, que direta ou indiretamente, independente da função, grau de parentesco e ou instrução, contribuíram neste percurso. Sempre terão meus reconhecimentos e estarão em meus pensamentos. Muito obrigado!

“Na roça, sepultar os grãos e assistir ao parto sem dor da semente.”

(Os nonatos)

## RESUMO

A roseira é uma cultura de grande valor no mercado interno e externo, devido a esse fato, as rosas geram benefícios para o estado do Ceará. É uma cultura muito exigente em relação à adubação, sendo necessários conhecimentos da fertilidade do solo, exigências nutricionais da planta e eficiência na utilização de nutrientes, para obtenção de uma adubação adequada. Partindo a hipótese de que conhecendo-se o balanço nutricional da cultura, levando-se em consideração a demanda de nutrientes pela cultura para alcançar uma dada produtividade e o suprimento de nutrientes pelo solo, é possível determinar a quantidade de nutrientes a ser adicionada na fertilização do solo. O presente trabalho tem como objetivo determinar com base no balanço de nutrientes solo-planta a quantidade de nutrientes a ser adicionada no solo para cultura da roseira. O experimento foi conduzido na empresa Cearosa, em São Benedito - CE, as plantas foram coletadas durante cinco meses, sendo uma vez por mês, amostrando cinco plantas aleatórias, de quatro cultivares de rosas: (Top Secret, Avalanche, Attache e Ambiente). As partes aéreas das plantas foram moídas e mineralizadas para determinação dos teores dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn. Simultaneamente a coleta de plantas, também foram coletadas amostras de solo em duas profundidades, camada de 0 a 20 e de 20 a 40cm. Na qual foram submetidas à análise de fertilidade. Para estimar a recomendação de adubação o sistema foi subdividido em: subsistema requerimento (REQ), que contempla a demanda de nutrientes pela planta, considerando a eficiência de recuperação dos nutrientes a serem aplicados, além de uma dose que atende ao critério de “sustentabilidade” e o subsistema suprimento (SUP), que corresponde à oferta de nutrientes pelo solo. Após a determinação do REQ total e SUP total, realizou-se o balanço nutricional, no qual se apresentar resultado positivo ( $REQ > SUP$ ), recomenda-se a aplicação de fertilizantes, e negativo ou nulo ( $REQ \leq SUP$ ), não será recomendado aplicar fertilizantes. O sistema estimou que o solo é capaz de suprir a demanda das plantas para P e Fe para todas as cultivares, no entanto, é necessário que haja complementação de adubação nitrogenada e potássica. Assim como para os micronutrientes, o sistema estimou que há necessidade de complementação de adubação, para Zn em todas as roseiras e Mn para as roseiras “Top secret” e “Avalanche”.

**Palavras-chave:** *Rosas* sp. Acúmulo de Nutrientes. Exportação de Nutrientes

## ABSTRACT

The rosebush is a great value of culture in domestic and foreign markets due to this fact, the roses generate benefits for the state of Ceará. It is a very demanding culture in relation to fertilization, requiring knowledge of soil fertility, nutrient requirements of the plant and efficient use of nutrients, to obtain an adequate fertilization. Based on the hypothesis that knowing the nutritional balance of the crop, taking into account the demand of nutrients for the culture to reach a given productivity and the supply of nutrients from the soil, it is possible to determine the quantity of nutrients to be added in fertilization from soil. This study aims to determine based on the balance of soil-plant nutrient the amount of nutrients to be added to soil to culture the rosebush. The experiment was conducted at Cearosa company in São Benedito - CE, the plants were collected for five months, and once a month, sampling five random plants, four varieties of roses: (Top Secret, Avalanche, Attache and Ambience). The aerial parts of the plants were ground and mineralized for determining the levels of nutrients: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn and Zn. At the same time the collection of plants, soil samples were also collected from two layers, layer 0-20 and 20 to 40cm. In which they underwent fertility analysis. To estimate the fertilizer recommendation system was subdivided into application subsystem (REQ), which includes the demand for nutrients by the plant, considering the nutrient recovery efficiency to be applied, in addition to a dose that meets the criterion of "sustainability" and supply subsystem (SUP), which is the supply of nutrients from the soil. After determining the total REQ and full SUP held -if the nutritional balance, in which it shows a positive result ( $REQ > SUP$ ), we recommend the application of fertilizers, and negative or zero ( $REQ \leq SUP$ ) is not recommended apply fertilizers. The system estimated that the soil is able to meet the demand of plants for P and Fe for all cultivars, however, there needs to be supplemental nitrogen and potassium fertilization. As for micronutrients, the system estimated that there is need for additional fertilizer for Zn in all rosebushes and Mn for the rosebushes "Top Secret" and "Avalnche".

**Keywords:** Roses sp. Accumulation of nutrients. Export of Nutrients

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Precipitação média mensal no município de São Benedito, Estado do Ceará, no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015.....	25
Figura 2 - Produção de massa seca da parte aérea da roseira em função das cultivares em diferentes épocas de coletas das plantas.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Projeções dos principais indicadores condicionantes da floricultura para 2015 .....	20
Tabela 2 - Recomendação de adubação mineral para roseira segundo manual de recomendação de adubação para o estado de Pernambuco .....	22
Tabela 3 - Data de coletas das roseiras com suas respectivas coordenadas geográficas, temperatura no interior da estufa agrícola e hora de coleta .....	28
Tabela 4 - Atributos físicos do solo da área experimental .....	30
Tabela 5 - Atributos químicos do solo cultivados com as roseiras “Top secret”, “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” .....	31
Tabela 6 - Quantidade dos fertilizantes utilizados no preparo da solução estoque aplicada na fertirrigação para a cultura da roseira na empresa Cearosa.....	32
Tabela 7 - Eficiência média de recuperação de nutrientes pelas plantas .....	34
Tabela 8 - Taxa de recuperação (TR) pelo extrator Mehlich <sup>-1</sup> do nutriente aplicado ao solo .....	35
Tabela 10 – Exportação <sup>(1)</sup> de nutrientes através da haste comerciais das roseiras “Top secret”, “Ambience”, “Attache” e “Avalanche”.....	46
Tabela 11 - Demanda <sup>(1)</sup> de nutrientes pelas cultivares de roseiras .....	49
Tabela 12 - Quantidade <sup>(1)</sup> de nutrientes exportados pelas hastes comerciais por cultivares de roseiras .....	51
Tabela 13 - Demanda total de nutrientes pelas cultivares de roseiras .....	51
Tabela 14 - Balanço de nutrientes nas plantas de roseiras com base nas análises químicas da planta e do solo.....	54

**ANEXOS**

ANEXO 1 - Quadrado médio da análise de variância de matéria seca da parte aérea...	67
ANEXO 2 - Produtividade das roseiras pelas hastes, em função das cultivares e diferentes épocas de coleta de plantas .....	67
ANEXO 3 - Requerimento de nutrientes pela planta .....	68
ANEXO 4 - Requerimento de sustentabilidade.....	70
ANEXO 5 - Requerimento total de nutrientes pelas plantas .....	72
ANEXO 6 - Suprimento de nutrientes pelo solo .....	74
ANEXO 7 - Suprimento de nitrogênio pela matéria orgânica do solo .....	76
ANEXO 8 - Balanço nutricional .....	77

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1 Aspectos gerais sobre o cultivo de rosas.....	18
2.1.1 A cultura da rosa.....	18
2.2 Importância econômica da cultura.....	19
2.3 Aspectos nutricionais e adubação da roseira .....	20
2.4 Balanço de nutrientes no sistema solo-planta para a recomendações de calagem e adubação .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 Local do experimento e caracterização da área experimental .....	25
3.2 Sistema de cultivo.....	26
3.3 Cultivares de roseiras .....	26
3.4 Coleta e análise química das plantas .....	27
3.5 Exportação de nutrientes pelas hastes comerciais .....	29
3.6 Coleta e análises dos atributos físicos e químicos do solo .....	30
3.7 Fertirrigação.....	32
3.8 Balanço de nutrientes no sistema solo-planta para a cultura da roseira .....	33
3.8.1 – Subsistema Requerimento.....	33
3.8.1.1 – Requerimento pela planta.....	33
3.8.1.2 – Requerimento sustentabilidade de nutrientes.....	34
3.8.2 – Subsistema Suprimento.....	34

3.8.2.1 – Suprimento de nutrientes pelo solo.....	34
3.8.2.2 – Suprimento de nitrogênio pela matéria orgânica do solo.....	35
3.9 Balanço nutricional.....	36
3.10 Delineamento experimental utilizado e análise estatística.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Produção de massa seca na parte aérea da roseira.....	37
4.2 Acúmulo de nutrientes na parte aérea de roseira.....	38
4.3 Exportação de nutrientes pelas hastes comerciais.....	44
4.4 Demanda de nutrientes pela roseira.....	48
4.5 Suprimento de nutrientes pelo solo.....	53
4.6 Balanço de nutrientes no sistema solo – planta para a cultura da roseira.....	53
5.0 CONCLUSÕES.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	67

## 1 INTRODUÇÃO

Os fertilizantes tanto minerais quanto orgânicos, têm como principal função fornecer ao solo os elementos retirados após a colheita, com a finalidade de suprir ou até mesmo aumentar a produção. Os macro e micronutrientes, apesar da importância biológica, não têm expressão econômica na indústria de fertilizantes, nem valorização comercial significativas, por serem utilizados em quantidades muito pequenas. No entanto, a utilização de maneira descontrolada de fertilizantes na agricultura podem causar inúmeros problemas ao meio ambiente, entre os problemas estão: a degradação da qualidade do solo, poluição das fontes de água e da atmosfera e aumento da resistência de pragas (DIAS & FERNANDES, 2006).

No Brasil, a floricultura é um dos segmentos do agronegócio que merece destaque, uma vez que tem tido altos investimentos em tecnologia. A produção de flores está concentrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais, sendo a rosa a flor mais comercializada, tanto no mercado interno quanto externo, e no varejo que tem apresentado atuação relevante, em termos de volume comercializado (SILVA, 2013).

No estado do Ceará, é notável a crescente produção de rosas nas regiões serranas, principalmente pelas vantagens em relação à localização geográfica, clima mais favorável um mercado interno em ascensão. Nessas regiões tem se obtido elevadas produtividades (180 a 200 flores  $m^{-2} \text{ ano}^{-1}$ ) em comparação a países como Colômbia e Equador (80 a 90 flores  $m^{-2} \text{ ano}^{-1}$ ) (SEAGRI, 2002).

A busca por novos conhecimentos técnicos sobre a cultura da rosa implica na qualidade e produção de flores, entre outros fatores, estão a uniformização e a racionalização dos sistemas de cultivos, no intuito de obter um padrão de qualidade, e apoio das instituições de pesquisas, principalmente quando estão relacionados à nutrição mineral das plantas (MATSUNAGA et al., 1995), visto que a deficiência de um determinado nutriente pode acarretar sintomas específicos relacionadas às funções do nutriente nas plantas. Porém a deficiência de mais de um nutriente ocasiona uma complexidade no diagnóstico da deficiência, além do fato de que, um nutriente em excesso pode afetar diretamente a absorção de outro e os sintomas podem variar dependendo das espécies de plantas.

As quantidades de nutrientes que são aplicados na adubação são determinadas de forma empírica, ou seja, sem de fato levar em consideração as exigências nutricionais da qual a planta realmente necessita, e sem nenhum tipo de

manejo (CASARINE, 2004). Considerando que a roseira tem apresentado desequilíbrios nutricionais e que há carência de informações para recomendações específicas relativas a nutrição da roseira, principalmente para as condições edafoclimáticas locais, o estudo de sua nutrição se faz necessário.

O balanço de nutrientes, trata-se de um novo método para recomendações de corretivos e fertilizantes, no intuito de substituir o empirismo das tabelas de recomendação de adubação, por sistemas de cálculos que possuam maior base científica, permitindo uma aplicação mais abrangente, sem restrições regionalistas artificiais, e que sejam abertos ao crescente aperfeiçoamento, devido à lógica de sua constituição (TOMÉ Jr, 2004). Este sistema implica no desenvolvimento de modelos que permitam, entre outros fatores, as estimativas da produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes nos órgãos da planta, no intuito de se predizer as quantidades de nutrientes necessárias à obtenção do potencial produtivo estabelecido.

Deste modo, com a hipótese de que conhecendo-se o balanço nutricional da cultura, levando-se em consideração a demanda de nutrientes pela cultura para alcançar uma dada produtividade e o suprimento de nutrientes pelo solo, é possível determinar a quantidade de nutrientes a ser adicionada na fertilização do solo. com o presente trabalho tem-se como objetivo determinar, com base no balanço de nutrientes solo-planta, a quantidade de nutrientes a ser adicionada no solo para cultura da roseira, com os dados coletados no cultivo de rosas na empresa Cearosa, em São Benedito, no estado do Ceará.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais sobre o cultivo de rosas

#### 2.1.1 A cultura da rosa

O gênero *Rosa* sp. pertence à Classe das Angiospermas, Subclasse Dicotiledônea, Ordem Rosales e Família Rosaceae (JOLY, 2002). Morfologicamente a roseira é uma planta do tipo arbustiva, de caule lenhoso e ereto, dependendo da variedade, em sua maioria espinhoso, folhas alternadas com estípulas, compostas de três a cinco folíolos. A rosa emite ramos grosseiros chamados de ramos basais ou agóbios, que atuam como esqueleto da planta e auxiliam diretamente na produção de hastes florais de boa qualidade para comercialização (JOLY, 2002).

No mundo há cerca de 30 mil variedades de rosas sendo cultivadas, originadas de cruzamentos artificiais, que influenciam diretamente na coloração de pétalas, produtividade, forma e tamanho do botão floral, resistência a doenças e tamanho das hastes. É importante ressaltar que países como Holanda, Alemanha, Colômbia e Estados Unidos, estão à frente dos demais países no que se refere à pesquisa e investimentos na produção de rosas (CASARINI, 2004).

Para se obter rosas de alta qualidade, tipo exportação, é necessário obter flores de cores vivas e hastes de maiores tamanhos. Em decorrência disso, o produtor deve aprimorar os seus fatores de produção visando atender a essa demanda. Dentre esses fatores, o conhecimento da adubação é essencial para possibilitar melhores resultados em produtividade (CASARINI, 2000).

Em relação a produção de rosas, é importante estar atento aos problemas, principalmente a incidência de pragas e doenças, que podem comprometer e aumentar o custo de produção. Devido a estes problemas é recomendado que o produtor opte pelo uso de cultivo protegido, com condições climáticas favoráveis, associadas a um bom monitoramento fitossanitário (ALMEIDA et al., 2012).

O maior polo de produção de rosas no estado do Ceará está situado na Serra da Ibiapaba, a cerca de 300 km de Fortaleza, localizada no extremo norte do Ceará, é favorecida por ter vários fatores adequados para a produção de rosas de corte, tais como: condições climáticas favoráveis, água de boa qualidade, luminosidade o ano inteiro e solos férteis. Em virtude da alta luminosidade e temperatura da região, o ciclo de produção da roseira é reduzido, sendo necessários apenas 45 dias para a produção de

uma haste de rosa, enquanto que, na Colômbia ou Equador, a mesma haste necessita de aproximadamente 100 dias para ser produzida.

## **2.2 Importância econômica da cultura**

O mercado consumidor brasileiro de rosas movimentava cerca de R\$ 6,1 bilhão por ano, com um consumo per capita de R\$ 26,00, com mais de 22.000 pontos de vendas em todo o país e 60 centros atacadistas, isso pode ser devido duas datas de maior consumo de flores, o dia das mães, em maio, e o dia dos namorados, em junho. Em 2014 os valores das importações chegaram a 5,7 bilhões (IBRAFLOR, 2015), e no primeiro semestre de 2011, os valores das importações chegaram a representar 15% do mercado de rosas no Brasil, sendo 8,5% da Colômbia e 6,5% do Equador, o restante do abastecimento foi garantido com rosas nacionais (JUNQUEIRA & PEETZ, 2011).

No Nordeste, o estado do Ceará, lidera o ranking dos principais produtores de flores tropicais como por exemplo: (Alpinea, Helicônia, Suprido e etc...). O mesmo conta com forte programa de governo no apoio à floricultura. No passado recente, os estados de Pernambuco e Alagoas foram os maiores exportadores brasileiros de rosas e flores tropicais e vice-líder na exportação de flores frescas no Brasil (CEARÁ, 2014). A produção tem como principal meta atender, principalmente, o varejo. Em 2000, um total de 78% das flores consumida no estado vinha de outros países, já em 2006, as importações baixaram para 35%. No estado os cultivos de flores de corte e em vasos foram iniciados pela empresa Naturalis Tropicus, na cidade de Maranguape. Posteriormente, essa tecnologia de cultivo passou também a ser adotada por vários produtores com projetos voltados à exportação, instalados nas Serras de Baturité e Ibiapina, a exemplo das empresas Quinta das Flores, Cearosa e Reijers (MAPA/SPA, 2007).

Para exportação comercial de rosas, além do trabalho altamente minucioso é necessário que haja cuidados durante todo o ciclo da cultura, com o intuito de alcançar uma boa qualidade final do produto, devido à grande exigência do mercado internacional. As exportações de produtos da floricultura no período de 1995 a 2014 e o valor do PIB do Agronegócio, têm apresentado constantes aumentos, o que também ocorre quando nas projeções para 2015 (Tabela 1).

Tabela 1- Projeções dos principais indicadores condicionantes da floricultura para 2015

Ano	Mundo		Brasil		Expotações da floricultura/PIB do agronegócio
	PIB	PIB	PIB <i>Per capita</i>	PIB <i>Agronegócio</i>	
1995	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1996	1002,6	102,7	101,0	98,4	95,5
1997	102,1	106,0	102,8	97,5	95,0
1998	101,3	106,2	101,4	98,1	111,8
1999	105,1	107,0	100,7	99,9	187,2
2000	108,0	111,7	103,6	100,0	170,1
2001	107,1	113,1	103,4	101,7	241,0
2002	111,1	115,3	103,8	110,7	311,3
2003	124,4	115,9	102,9	117,9	400,4
2004	137,7	120,9	106,4	120,9	448,4
2005	128,5	121,6	105,4	117,9	440,1
2006	131,9	123,8	105,9	120,3	480,9
2007	135,3	125,9	106,5	122,8	521,6
2008	138,6	128,0	107,0	125,2	562,3
2009	142,0	130,2	107,5	127,6	603,1
2010	145,4	132,3	108,0	130,1	643,8
2011	148,4	134,4	108,5	132,5	684,6
2012	152,2	136,6	109,0	134,9	725,3
2013	155,5	138,7	109,5	137,4	766,0
2014	158,9	140,8	110,1	139,8	806,8
2015	162,3	143,0	110,6	142,2	847,5

Fonte: Secex – MDIC (2005).

### 2.3 Aspectos nutricionais e adubação da roseira

Dentre os muitos fatores que envolvem a produção de rosas, a nutrição mineral de plantas, sem dúvidas, destaca-se como sendo um dos mais importantes, pois

está diretamente relacionada ao desenvolvimento da planta e à qualidade das rosas produzidas.

Os nutrientes são divididos em macronutrientes: nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e enxofre (S), e micronutrientes: zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), boro (B) e cloro (Cl), os quais possuem funções específicas principalmente quando relacionamos sua composição e constituição, assim os macronutrientes são exigidos em maiores quantidades ao contrário dos micronutrientes que são exigidos em pequenas quantidades pelas plantas.

Durante o período de desenvolvimento das folhas e hastes florais ocorre, a maior taxa de absorção de nutrientes pelas roseiras, no intuito de aumentar as reservas da planta, e durante o período de brotação das gemas, até o crescimento da haste floral a planta utiliza sua energia armazenada e a absorção máxima ocorre quando os botões florais já estão formados (CASARINE & FOLEGATTI 2006). A exportação de nutrientes na roseira é muito alta, entretanto, nem sempre as exportações são levadas em conta na adubação da cultura. Segundo Tamimi (1999), a sequência de exportação de nutrientes pelas hastes florais segue a seguinte ordem decrescente para os macronutrientes,  $N > K > Ca > P > Mg > S$ , e para os micronutrientes,  $Fe > Mn > Zn = B > Cu$ . Dependendo da variedade a exportação dos micronutrientes pelas roseiras pode sofrer alterações, sendo  $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ , nas cultivar Vegas com inversão entre B e Zn para o cultivar Tineke (DUTRA, 2009).

O nitrogênio é absorvido em maior quantidade na fase de crescimento vegetativo, no entanto, a deficiência do nitrogênio retarda o crescimento e promove o amarelecimento das folhas (clorose). Segundo Casarine et al., (2004), o potássio é absorvido em maior quantidade na fase de desenvolvimento do botão floral, conferindo tamanho e coloração às pétalas. O mesmo desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico da célula vegetal e como ativador de enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese. Devido o potássio ser remobilizado para as folhas mais jovens, seus sintomas de deficiência normalmente manifestam-se inicialmente nas folhas maduras da base da planta, como clorose que evolui para necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Na cultura da roseira os micronutrientes devem ser absorvidos sempre, em pequenas quantidades, pois a planta não armazena para seu uso posterior e a faixa entre

ótimo e tóxico é muito estreita, pois o mesmo é um elemento facilmente lixiviado, em decorrência disso, solos de textura arenosa e com excesso de água pode acarretar deficiência desses nutrientes (WHITE, 1987; MILLS & JONES, 1996).

Com relação à adubação de roseira, encontram-se na literatura alguns exemplos de tabelas de recomendação, na qual podemos destacar o manual de recomendação de adubação e calagem de Pernambuco, para N, P e K (Tabela 2).

Tabela 2 - Recomendação de adubação mineral para roseira segundo manual de recomendação de adubação para o estado de Pernambuco

Teor no solo	Implantações		2º ano em diante
	Plantio	Crescimento	
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
	<b>Nitrogênio (N)</b>		
	80	30	45
	<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>		
P (mg dm <sup>-3</sup> )			
<11	220	35	105
11- 20	180	30	90
>20	140	25	75
	<b>Potássio (K<sub>2</sub>O)</b>		
K (cmol dm <sup>-3</sup> )			
< 0,12	200	30	90
0,12 – 0,23	150	20	75
>0,23	100	15	45

Fonte: IPA (2008)

#### 2.4 Balanço de nutrientes no sistema solo-planta para a recomendações de calagem e adubação

O balanço de nutrientes implica no desenvolvimento de modelos que permitam, com base nos dados de produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes nos órgãos da planta, predizer as quantidades de nutrientes necessárias à obtenção do potencial produtivo estabelecido (KURIHARA, 2004).

O balanço de nutrientes pode substituir o empirismo das tabelas de recomendações de adubação, através dos sistemas de fórmulas e de cálculos que possuam maior base científica, permitindo uma aplicação mais abrangente, sem restrições regionalistas, e que sejam abertos ao crescente aperfeiçoamento (NOVAIS & SMYTH, 1999; TOMÉ Jr., 2004).

Com o intuito de obter boas estimativas da demanda de nutrientes pelas plantas é necessário que haja bom desempenho do balanço de nutrientes, sendo necessário dispor de dados sobre a eficiência de utilização de nutrientes, da partição de biomassa e de nutrientes para todos os componentes da planta, e também levando em conta a serapilheira (BARROS et al., 1995).

Através do balanço nutricional entre os ganhos e as perdas de nutrientes no sistema solo-planta é possível verificar o balanço de nutrientes. No entanto, o balanço de nutrientes é obtido pela diferença entre o requerimento do nutriente pela cultura e o suprimento pelo solo e pelos resíduos orgânicos, levando em consideração a sustentabilidade no/a longo prazo (SILVA, 2006).

Segundo Novais e Smyth (1999), que são os idealizadores do sistema, o mesmo pode descrever o balanço de massa do nutriente, embora inicialmente as sugestões tenham sido apenas para fósforo, o sistema de cálculos proposto, serviu de modelo para elaborar o balanço de nutrientes para os demais nutrientes e contempla diversas culturas (TOMÉ Jr., 2004), como: arroz (RAFFAELI, 2000); milho (CARVALHO, 2000); tomate (MELLO, 2000); café (PREZOTTI, 2001); cana-de-açúcar (FREIRE, 2001); banana (OLIVEIRA, 2002); coco (ROSA, 2002); soja (SANTOS, 2002); algodão (POSSAMAI, 2003); teca (OLIVEIRA, 2003); pastagens (SANTOS, 2003); abacaxi (SILVA, 2006); cacau (SILVA, 2009); melão (DEUS, 2012); laranja (STAHRIKER, 2013).

De acordo com Tomé Jr. e Novais (2000), em termo genérico, o balanço de nutrientes possui a seguinte lógica:

$$\text{Nutfert} = [(\text{Nutplanta} - \text{Nutsolo}) + \text{Nutsust}] / \text{Ef}$$

Em que,

Nutfert = nutriente a ser adicionado na forma de fertilizantes;

Nutplanta = demanda do nutriente pela cultura;

Nutsolo = oferta do nutriente pelo solo;

Nutsust = demanda do nutriente para manter a sustentabilidade da exploração agrícola;  
Ef = índice de eficiência de absorção pela cultura, do nutriente aplicado como fertilizante.

Como pode ser observado pela equação 1, a lógica envolvida no modelo genérico de recomendação de adubação com base no balanço de nutrientes no sistema solo-planta é conceitualmente simples, a dose recomendada de nutrientes através do uso de fertilizantes, é resultado da subtração da quantidade de nutriente requerida pelas plantas e a quantidade que o solo naturalmente pode fornecer (TOMÉ Jr., 2004). Além disso, considera-se a necessidade dos teores mínimos dos nutrientes no solo, de modo a garantir a sustentabilidade do sistema para futuros cultivos, como também, a correta reposição de nutrientes de acordo com o aproveitamento do mesmo pela planta devido as diferentes formas de fertilizantes.

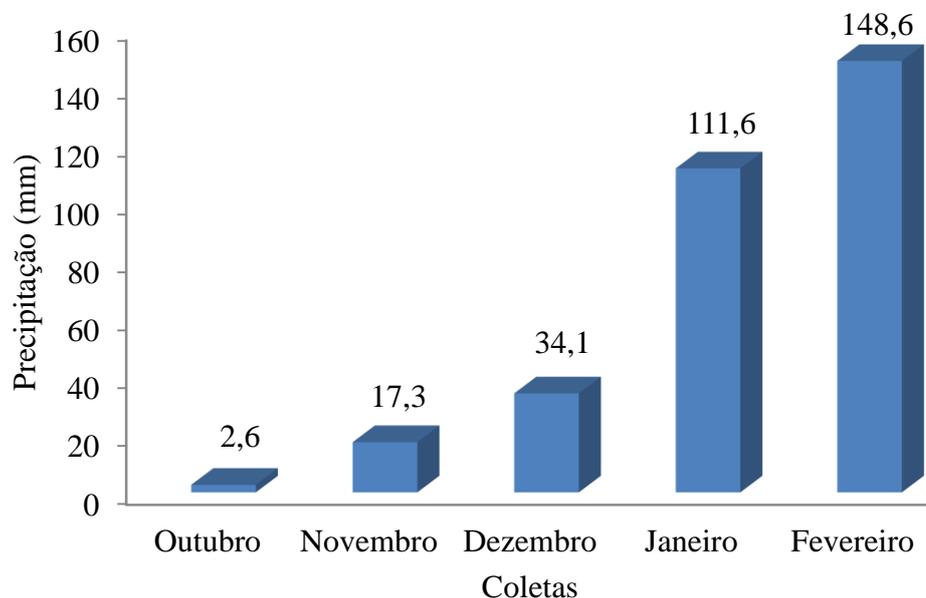
Após a conceituação lógica do sistema, desdobra-se cada componente da equação 1, que de maneira simplificada se traduz em demanda de nutrientes pela planta, fornecimento de nutrientes pelo solo e sustentabilidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do experimento e caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido no período de outubro 2014 a fevereiro de 2015, no cultivo de rosas em ambiente protegido (estufa agrícola) da Empresa Cearosa Comércio Exportação Importação e Produção de Flores LTDA, localizada no Vale dos Buritis, Sítio Camucim, Distrito de Inhuçú no município de São Benedito no estado do Ceará, com coordenadas geográficas 4°07' de latitude sul, 40°52' de longitude oeste e altitude de 950m. o solo da região é classificado como Latosolo vermelho amarelo distrófico (DNPA, 1973), o clima de acordo com a classificação climática de Köppen (1948), é do tipo Am, ou seja, clima tropical chuvoso, característico de áreas elevadas. Dados de precipitações média mensal no município de São Benedito durante o período de condução do experimento (Figura 1).

Figura 1 - Precipitação média mensal no município de São Benedito, Estado do Ceará, no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015.



Fonte: FUNCEME (2016)

### 3.2 Sistema de cultivo

As roseiras produzidas pela empresa Cearosa, são desenvolvidas em estufas com dimensões de 240m de comprimento e 60m de largura. São todas de ferro galvanizado com abertura zenital na parte superior variando de 0,50 a 1,0m para troca de ar. O pé direito da estufa é de 6m. Algumas variedades utilizam uma tela para sombreamento de 30%. O plástico da cobertura utilizado é difusor 30% de sombreamento.

Os canteiros são de 1,0m de largura, 0,7m de altura e com 28m de comprimento. Cada canteiro é protegido lateralmente por filme plástico de polietileno preto de 120 micras.

O sistema de manejo da roseira foi uma adaptação do manejo já realizado em outros países. O corte sempre é a primeira atividade do dia dentro das estufas. Cada cortador é responsável por uma parte da estufa onde efetua o corte na altura certa. Após a colheita, seguem as atividades como capina, desbrota, “agóbio” (formação de uma massa foliar), retirada de botões cegos, desentupimento de sistema de irrigação, etc.

O manejo da irrigação é programado em um sistema computadorizado, a irrigação é feita através de gotejadores elevados, com intuito de molhar toda a planta com a irrigação.

O controle de pragas é feito prioritariamente pelo controle biológico. O uso de ácaros predadores para controle do ácaro rajado, produtos à base de detergentes, mel de cana para controle de doenças fúngicas e controle de clima (umidade e temperatura).

### 3.3 Cultivares de roseiras

As cultivares de roseiras utilizadas neste experimento foram enxertadas sob o porta-enxerto Natal Brair, originária da África do Sul. Este porta-enxerto tem como característica a boa adaptação às regiões quentes, resistência a doenças radiculares e ótimo desenvolvimento radicular. As quatro cultivares utilizadas para coletas de dados foram:

“Top secret” - Vermelho intenso, botão grande chegando a 7cm de altura, produtividade de 180 hastes  $m^{-2} \text{ ano}^{-1}$  e folhagem verde escuro. Foi desenvolvida pela empresa Meilland e suas hastes são longas com 60 – 80 cm de comprimento.

“Ambience” - Bicolor com amarelo e vermelho nas suas pétalas. Hastes longas com 50 – 60 cm de comprimento. Produzindo em torno de 150 hastes  $m^{-2}ano^{-1}$  e boa durabilidade nos canteiros. Esta variedade também foi desenvolvida pela empresa holandesa Lex<sup>+</sup>.

“Attache” - Esta cultivar foi desenvolvida pela empresa Tantau na Alemanha. Tem coloração rosa Pink, com hastes longas medindo de 60 – 80 cm. O botão floral varia de 6 a 8cm de altura, com uma produção de 1-2 flores/planta/mês, que equivale a aproximadamente 150 hastes  $m^{-2} ano^{-1}$ .

“Avalanche” - Cultivar de coloração branca, muito produtiva, chegando a produzir de 200 – 400 hastes  $m^{-2} ano$  ou 5 flores/planta  $mês^{-1}$ . As suas hastes são longas, medindo de 65 – 90 cm. A empresa Lex<sup>+</sup>, na Holanda, tem sua patente.

### **3.4 Coleta e análise química das plantas**

A parte aérea das quatro variedades de roseiras foi coletada durante cinco meses, realizando-se uma coleta a cada mês (Tabela 3). Coletou-se cinco plantas aleatórias de cada variedade. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, durante 72 horas, para determinação da massa seca. A seguir as frações foram moídas e mineralizadas para determinação dos teores dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, e Zn, conforme metodologia descrita por (SILVA 2009). Com os dados de biomassa seca e os teores dos nutrientes de cada fração, foi determinada a quantidade acumulada de cada nutriente nas respectivas frações. Após a soma da quantidade acumulada de nutrientes em cada fração, determinou-se a quantidade de nutrientes acumulada na parte aérea da planta.

Tabela 3 - Data de coletas das roseiras com suas respectivas coordenadas geográficas, temperatura no interior da estufa agrícola e hora de coleta

1ª coleta (Outubro)			
<b>Cultivar</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Hora</b>
Top secret	04° 07' 13,5" S	29° C	08:55
	40° 52' 55,2" W		
Avalanche	04° 07' 17,9" S	36° C	09:35
	04° 07' 17,9" S		
Attache	40° 52' 53,8" W	32° C	10:08
	04° 07' 21,1" S		
Ambience	04° 07' 13,0" S	40° C	10:50
	40° 52' 51,6" W		
2ª coleta (Novembro)			
Ambience	04° 07' 12,5" S	22 °C	08:25
	40° 52' 52,1" W		
Attache	04° 07' 21,4" S	30 °C	09:18
	40° 52' 56,7" W		
Avalanche	04° 07' 17,9" S	32 °C	09:47
	40° 52' 53,5" W		
Top secret	04° 07' 13,7" S	43 °C	10:21
	40° 52' 55,2" W		
3ª Coleta (Dezembro)			
Attache	04° 07' 21,4" S	26 °C	08:12
	40° 52' 56,7" W		
Avalanche	04° 07' 17,9" S	35 °C	08:24
	40° 52' 53,5" W		
Top secret	04° 07' 13,7" S	36 °C	09:07
	40° 52' 55,2" W		
Ambience	04° 07' 12,5" S	33 °C	09:28
	40° 52' 52,1" W		

Tabela 3 – continuação

4ª Coleta (Janeiro)			
Attache	04° 07' 21,4" S	26 °C	08:12
	40° 52' 56,7" W		
Top secret	04° 07' 13,7" S	27 °C	08:37
	40° 52' 55,2" W		
Ambience	04° 07' 12,5" S	26 °C	09:02
	40° 52' 52,1" W		
Avalanche	04° 07' 17,9" S	28 °C	09:29
	40° 52' 55,2" W		
5ª Coleta (Fevereiro)			
Top secret	04° 07' 13,7" S	22 °C	07:58
	40° 52' 55,2" W		
Avalanche	04° 07' 17,9" S	25 °C	08: 24
	40° 52' 53,5" W		
Attache	04° 07' 21,4" S	26 °C	08:54
	40° 52' 56,7" W		
Ambience	04° 07' 12,5" S	26 °C	09:22
	40° 52' 52,1" W		

### 3.5 Exportação de nutrientes pelas hastes comerciais

Foram coletadas dez hastes comerciais das quatro cultivares de roseiras e acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, durante 72 horas, para determinação da massa seca. A seguir foram moídas e mineralizadas para determinação dos teores dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, e Zn, conforme metodologia descrita por (EMBRAPA, 2009). Com os dados de massa seca e os teores dos nutrientes nas hastes comerciais, determinou-se a quantidade acumulada de cada nutriente nas hastes comerciais. Estimou-se a quantidade de nutrientes exportada pela comercialização das hastes, com base na produtividade de hastes ( $\text{hastes m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ ) de cada variedade de roseira em estudo, e a quantidade acumulada de nutrientes nas hastes, expresso em  $\text{kg ha}^{-1}$  para os macronutrientes e em  $\text{g ha}^{-1}$  para os micronutrientes.

### 3.6 Coleta e análises dos atributos físicos e químicos do solo

Simultaneamente a coleta de plantas, foram coletadas amostras de solo em duas profundidades, camada de 0 a 20 e de 20 a 40cm. Após secagem do solo a sombra e passados em peneiras com malhas de 2,0mm de abertura, as mesmas foram submetidas às análises dos atributos físicos (Tabela 4) e químicos (Tabela 5) seguindo a metodologia descrita pela Embrapa (2009).

Tabela 4 - Atributos físicos do solo da área experimental

Atributos	Profundidade (cm)	
	0 – 20	20 - 40
	----- % -----	
Areia grossa	81,29	80,58
Silte	6,52	7,72
Argila	12,88	11,69
Classificação	Franco Arenosa	
Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )	1,41	1,46

Tabela 5 - Atributos químicos do solo cultivados com as roseiras “Top secret”, “Ambience”, “Attache” e “Avalanche”

Profundidade	Cultivar	pH	M.O	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	SB	T	V	Fe	Zn	Mn	
(cm)		água	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%	----- mg dm <sup>-3</sup> ----		
0 - 20	Top secret	6,00	22,76	221,81	0,84	5,54	1,46	1,78	9,62	11,40	84	15,45	12,31	30,20	
	Ambience	5,84	23,36	1.112,16	1,01	4,98	1,84	6,50	14,33	20,83	69	42,74	13,00	36,29	
	Attache	5,37	19,48	621,56	0,86	2,70	1,80	4,55	9,91	14,46	69	50,39	11,41	17,45	
	Avalanche	5,80	17,09	449,60	0,90	5,18	1,98	0,95	9,01	9,96	90	36,34	9,68	22,84	
20 - 40	Top secret	5,63	17,09	479,89	1,23	3,08	1,00	6,00	11,31	17,33	65	42,20	6,34	21,28	
	Ambience	5,03	21,94	874,50	1,21	3,14	0,92	2,97	8,24	11,21	73	41,88	7,66	22,94	
	Attache	5,02	12,54	483,39	1,43	1,90	1,20	3,06	7,59	10,65	71	46,99	5,60	12,06	
	Avalanche	6,03	10,96	73,04	1,18	2,74	0,96	6,20	11,08	17,28	64	55,47	3,57	11,56	

pH: em água, MO - matéria orgânica, P - fósforo disponível (Mehlich 1), K - potássio disponível, Ca<sup>2+</sup> - cálcio trocável, Mg<sup>2+</sup> - magnésio trocável, H + Al - acidez potencial, SB - soma de base, T - capacidade de troca de cátions, V - saturação por base.

### 3.7 Fertirrigação

A irrigação foi realizada por microaspersores espaçados a cada 30cm na linha de plantio das roseiras, com vazão de  $2L\text{ hora}^{-1}$ , aplicando quatro pulsos diários de irrigação, com duração de oito minutos cada. Juntamente com a irrigação foi aplicada solução estoque na proporção de um litro da mesma para cem litros de água. A solução estoque foi preparada de acordo com a tabela 6.

Tabela 6 - Quantidade dos fertilizantes utilizados no preparo da solução estoque aplicada na fertirrigação para a cultura da roseira na empresa Cearosa

Fertilizantes	Quantidade*
Solução estoque (A)	
Nitrato de cálcio	300Kg
Sulfato de cobre	10Kg
Micro Specialit (EDTA)	80g
Croma Ferro (EDDHA)	8kg
Cálcio líquido	15L
Solução estoque (B)	
Sulfato de magnésio	50Kg
Sulfato de potássio	250Kg
Dripsol	250Kg
Poly Feed	50Kg

\*Quantidade utilizada para preparação de 1000 litros de solução nutritiva.

Nitrato de cálcio - (15,5% de Nitrato e 18% Ca), Croma Ferro - (6% de Fe), Poly Feed - (16% de N, 8% de  $P_2O_5$ , 32% de  $K_2O$ , 0,02% de B, 0,1% de Fe, 0,05% de Mn, 0,007% de Mo, 0,0011% de Cu e 0,0015% de Zn), Dripsol - (6% de N, 9% de  $P_2O_5$ , 28% de  $K_2O$ , 3% de Mg, 7% de S, 0,1% de B, 0,2% de Fe e 0,006% de Mo), Sulfato de magnésio - (9% de Mg e 12% de S), Sulfato de potássio - (51% de  $K_2O$  e 46% de  $SO_3$ ), Sulfato de cobre - (11% de S e 24% de Cu), Micro Specialit (EDTA) - (3,5% de Mg, 1% de B, 1% de Cu, 2,5% de Fe, 3,5% de Mn, 0,16% de Mo e 1,5% de Zn).

### 3.8 Balanço de nutrientes no sistema solo-planta para a cultura da roseira

Para determinar o balanço de nutrientes no sistema solo-planta foi utilizado o sistema de cálculo e de recomendação de fertilizantes e corretivos, através do balanço de nutrientes (TOMÉ Jr, 2004). O balanço de nutrientes é subdividido em dois subsistemas: o subsistema requerimento (REQ), que contempla a demanda de nutriente pela planta, considerando a eficiência de recuperação do nutriente aplicado pela planta, e uma dose para atender o critério de “sustentabilidade”; e o subsistema suprimento (SUP), que corresponde à oferta de nutrientes pelo solo e pela matéria orgânica.

#### 3.8.1 – Subsistema Requerimento

O requerimento total de nutrientes representa a soma da demanda de nutrientes pela planta para alcançar a produtividade esperada e a demanda para satisfazer o critério sustentabilidade, representada pela quantidade de nutrientes exportada pela colheita, expresso da seguinte forma:

$$REQ_{total} \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = REQ_{planta} + REQ_{sust} \quad \text{(Equação 1)}$$

##### 3.8.1.1 – Requerimento pela planta

O requerimento de nutrientes pela roseira foi obtido a partir da demanda da planta ( $DEM_{planta}$ ) para cada nutriente, considerando a eficiência de recuperação pela planta do nutriente aplicado no solo, pela equação:

$$REQ_{planta} \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = DEM_{planta} \times 100/ER \quad \text{(Equação 2)}$$

A  $DEM_{planta}$  foi estimada com base na quantidade de cada nutriente acumulados na parte aérea da planta, multiplicado pelo número de plantas por hectare e expresso em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

A eficiência de recuperação do nutriente aplicado no solo pela planta (ER) foi obtida através de dados de outras culturas (Tabela 7).

Tabela 7 - Eficiência média de recuperação de nutrientes pelas plantas

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe
----- % -----									
60 <sup>(1)</sup>	35 <sup>(2)</sup>	73 <sup>(5)</sup>	80 <sup>(3)</sup>	80 <sup>(3)</sup>	45 <sup>(3)</sup>	10 <sup>(4)</sup>	40 <sup>(1)</sup>	10 <sup>(4)</sup>	20 <sup>(4)</sup>

Fontes: <sup>(1)</sup>Sousa et al (2004), <sup>(2)</sup>Santos et al (2008), <sup>(3)</sup>Oliveira et al (2005), <sup>(4)</sup>Silva (2006),

### 3.8.1.2 – Requerimento sustentabilidade de nutrientes

O requerimento sustentabilidade dos nutrientes ( $REQ_{sust}$ ) foi determinado com base na quantidade de nutrientes exportada pelas hastes comerciais corrigido pela eficiência de recuperação de nutrientes pela planta (ER).

$$REQ_{sust} \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = (QNE \times 100 / ER) \quad \text{(Equação 3)}$$

Em que,

$REQ_{sust}$  = requerimento sustentabilidade para o nutriente, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

QNE = quantidade de nutriente exportado pela haste comercial, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

ER = eficiência de recuperação de nutrientes pela planta, em %.

### 3.8.2 – Subsistema Suprimento

No suprimento de nutrientes pelo solo, convencionou-se que a mineralização da matéria orgânica do solo serve apenas como fonte de nitrogênio, e que a fração mineral do solo serve como fonte supridora dos demais nutrientes. Convencionou também, no balanço nutricional não contabilizar o fornecimento de nutrientes proveniente da adubação orgânica.

#### 3.8.2.1 – Suprimento de nutrientes pelo solo

O suprimento de nutriente pelo solo ( $SUP_{solo}$ ) foi obtido a partir dos teores de nutrientes presente na análise de solo, considerando a camada de 0 a 20 e 20 a 40cm, que corresponde a profundidade efetiva do sistema radicular da roseira, utilizando a seguinte equação:

$$SUP_{solo} = (TAS / TR) \cdot PER \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que,

$SUP_{solo}$  = suprimento de nutriente pelo solo, em  $kg\ ha^{-1}$

TAS = teor do nutriente no solo de acordo com análise de solo, em  $kg\ ha^{-1}$ ;

TR = taxa de recuperação do extrator do nutriente no solo, em % (Tabela 8).

PER = contribuição da camada de solo no fornecimento de nutrientes, em dm.

Tabela 8 - Taxa de recuperação (TR) pelo extrator Mehlich<sup>-1</sup> do nutriente aplicado ao solo

Nutriente	TR (%)
P <sup>(1)</sup>	68
K <sup>(2)</sup>	80
Ca <sup>(6)</sup>	70
Mg <sup>(6)</sup>	70
Zn <sup>(3)</sup>	93
Mn <sup>(4)</sup>	66
Fe <sup>(5)</sup>	41

Fonte: Souza (1999)<sup>(1)</sup>, Morais (1999)<sup>(2)</sup>, Mello (2000)<sup>(3)</sup>, Santos (2002)<sup>(4)</sup>, Stahringer (2013) e Silva (2006)<sup>(5)</sup> Prezotti (2001)<sup>(6)</sup>

### 3.8.2.2 – Suprimento de nitrogênio pela matéria orgânica do solo

A estimativa do suprimento de N foi feito com base no teor matéria orgânica do solo, aplicando a metodologia de Sousa et al., (2004), sendo que para cada 1% de matéria orgânica do solo (MOS), corresponde a 30kg de N.

### 3.9 Balanço nutricional

Após a determinação dos subsistemas de requerimento (REQ) e suprimento (SUP), foram utilizados os resultados no balanço nutricional conforme equação 6 . Se o balanço for positivo ( $REQ > SUP$ ), recomenda-se a aplicação de fertilizantes; caso seja negativo ou nulo ( $REQ \leq SUP$ ) não recomenda-se a aplicação de fertilizantes.

$$BN = REQ_{total} - SUP_{total} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que,

BN = balanço nutricional para o nutriente “X”, em  $kg\ ha^{-1}$ ;

$REQ_{total}$  = requerimento total do nutriente “X” para a produtividade a ser efetivamente alcançada e dose de sustentabilidade, em  $kg\ ha^{-1}$ ;

$SUP_{total}$  = suprimento total do nutriente “X”, em  $kg\ ha^{-1}$ .

### 3.10 Delineamento experimental utilizado e análise estatística

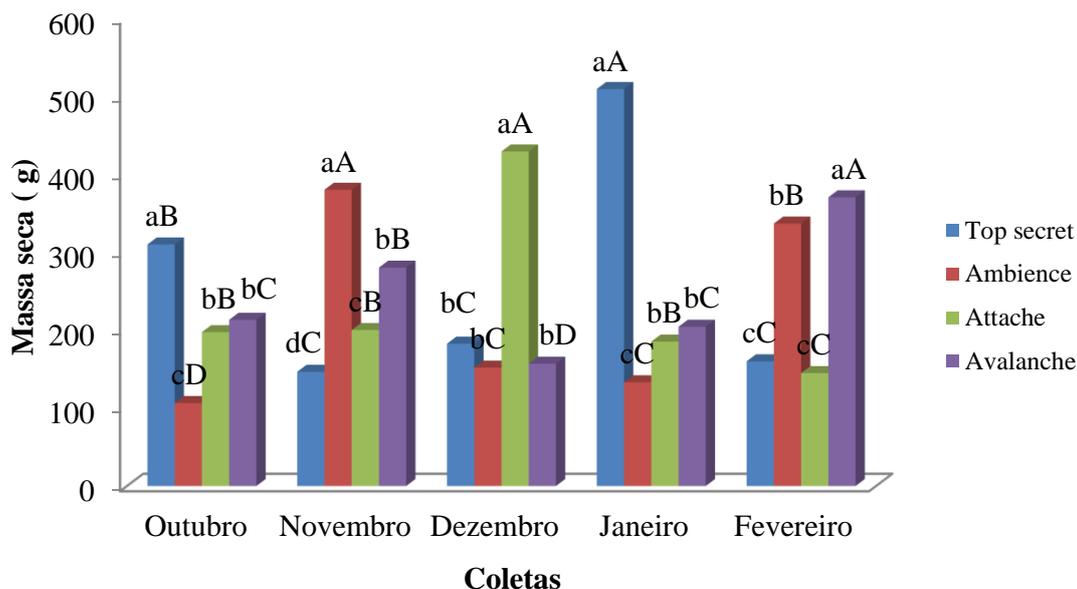
O delineamento experimental utilizado foi o de parcela subdividida, com quatro cultivares (Parcelas), cinco épocas de coleta (Subparcelas) e cinco repetições de plantas. Os dados das variáveis analisadas para a cultura foram submetidos à análise de variância e posteriormente, quando significativos, foram submetidos a teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, através do software “ASSISTAT 7.5 BETA”.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção de massa seca na parte aérea da roseira

A produção de massa seca da parte aérea das plantas de roseiras oscilou durante o período de coleta das plantas, com maior produção para cultivar “Top secret” em relação às demais, no mês de janeiro (Figura 2). No entanto, nos meses de novembro, dezembro e fevereiro, com exceção do mês de outubro, as cultivares “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” obtiveram as maiores produções de massa seca total, respectivamente. As oscilações na produção de biomassa das roseiras podem ser atribuídas as podas realizadas nas plantas durante o período de coletas.

Figura 2 - Produção de massa seca da parte aérea da roseira em função das cultivares em diferentes épocas de coletas das plantas.



Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, entre as épocas de coletas dentro de cada cultivar, não diferem entre si; e médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, entre cultivares dentro de cada época de coleta, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produção de massa seca da parte aérea das plantas foi superior as encontradas por Dutra (2009) trabalhando com as roseiras “Vegas” e “Tineke”, que observou aos 256 dias após o transplante (DAT) produção de massa seca de 127,85 e 110,56g, respectivamente. É importante destacar que a maior produção de massa seca da parte aérea em todas as cultivares, pode ser justificado devido ao tempo de plantio das roseiras serem superiores aos trabalhos realizados por Dutra (2009) e pelo fato de

serem utilizados quatro cultivares diferentes de roseiras. Um dos fatores que tem influência direta na produção de roseiras é o clima, visto que os maiores acúmulos de massa seca nas hastes de rosas ocorrem no período seco, pois a maior incidência de luz, resulta em uma maior taxa fotossintética, o que proporciona um acúmulo de carboidratos transformados em massa seca nas folhas, em contrapartida os menores acúmulos de massa seca nas hastes ocorrem no período chuvoso, em que há limitação de luz (CABRERA, 2000).

Nas plantas o acúmulo do nutriente está relacionado à sua concentração no órgão, à sua mobilidade e à produção de massa seca dos diferentes órgãos como observado por Zerche (1997), estudando o acúmulo de nitrogênio em crisântemo (cv. Puma White), cultivado em sistema hidropônico, constatou que a produção de massa seca na planta, encontra-se diretamente relacionada ao acúmulo de nitrogênio nas plantas na faixa de (0 a 800 mg N/planta).

#### **4.2 Acúmulo de nutrientes na parte aérea de roseira**

O maior acúmulo de N na parte aérea das plantas foi observado nas roseiras “Top secret” e “Avalanche”, seguidas pelas roseiras “Attache” e “Ambience” (Tabela 9), o acúmulo médio foi de 5,18 e 5,17g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, superior ao observado por Dutra (2009) trabalhando com as roseiras “Vegas” e “Tineke”, que encontrou acúmulo de 3,02 e 2,59g de N planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

O N é absorvido em maior quantidade na fase de crescimento vegetativo, quando a planta desenvolve mais massa foliar e reservas de carboidratos, que posteriormente serão usados na formação de ramos basais, formando assim o esqueleto da roseira (BARBOSA, 2013). Devido o N ser necessário para a síntese de aminoácidos, aminas, proteínas e ácidos nucleicos, além de fazer parte da molécula de clorofila. Uma quantidade relativa de N nas plantas representa a interação entre proteínas e carboidratos armazenados e também o tipo e qualidade do crescimento e florescimento (MARSCHNER, 1995). Em decorrência disso, constata-se que a maior porcentagem de N encontrada na parte aérea das roseiras “Top Secret” pode estar relacionada ao período em que as plantas atingiram pleno desenvolvimento vegetativo, necessitando de maior área foliar, a fim de aumentar a produção de compostos necessários ao florescimento.

A parte aérea das roseiras “Top secret” apresentaram o maior acúmulo de P que foi de 0,38g planta<sup>-1</sup>, em relação as roseiras “Ambience”, “Avalanche” e “Attache”

(Tabela 9). O P foi o macronutriente de menor acúmulo nas roseiras, comportamento semelhante foi observado por Grangeiro et al., (2006) estudando o acúmulo e exportação de nutrientes na cultura da beterraba. As quantidades de P retiradas do solo pelas roseiras são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com N e K, no entanto apesar dessa baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo são altos (Tabela 5), e sua velocidade de restabelecimento na planta, são suficientes para atender a necessidade da cultura.

O maior acúmulo de K foi observado nas roseiras “Top secrete”, sendo 33,44g planta<sup>-1</sup>, no entanto a roseiras “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” apresentaram acúmulo semelhantes entre si (Tabela 9). O K foi o macronutriente mais acumulado pelas roseiras, isso pode ter ocorrido devido a maior quantidade e disponibilidade do elemento para as plantas, conforme visto na análise de solo (Tabela 6), comportamento semelhante ao observado por Souza et al (2015), avaliando o acúmulo de nutrientes em mudas de pereira, constatou que o K é o nutriente mais exigido pelas plantas de pereira.

A absorção de K oscila, principalmente durante o desenvolvimento das hastes florais, verificando-se a ocorrência de maiores taxas de absorção durante a formação dos botões florais em cada ciclo de produção de rosas (CADAHIA 1998).

Com base no acúmulo de Ca na parte aérea das roseiras, observa-se que as roseiras “Top secret” e “Avalanche” apresentaram maior acúmulo de Ca que foi de 25,34 e 25,56g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação as demais cultivares estudadas (Tabela 9), sendo superior ao acúmulo observado por Dutra (2009) em roseiras “Vegas” e “Tineke”, que acumularam 1,97g de Ca planta<sup>-1</sup>. O alto acúmulo de Ca nas roseiras do presente trabalho pode ser atribuído aos altos teores deste elemento encontrado no solo (Tabela 5), em função da aplicação de calcário e do uso de nitrato de Ca na fertirrigação.

É importante ressaltar que altas doses de magnésio e de potássio na adubação podem causar redução no acúmulo de cálcio e desordens nutricionais em alguns casos (DEON 2007). Estudos mostram que o teor de potássio em folhas de roseira foi dependente da relação de K/Ca na solução nutritiva (TORRE et al., 2001).

Devido a sua baixa mobilidade na planta o Ca é praticamente imóvel no floema, o mesmo encontra-se principalmente nos tecidos maduros e lenhosos como folhas velhas, ramos e raízes, podem explicar as maiores acúmulos de Ca no caule das plantas (MATTOS JR *et al.*, 2003a; OBREZA & MORGAN, 2011).

O acúmulo de Mg na parte aérea das plantas a roseira “Top secret” obteve o maior acúmulo médio em relação as roseiras “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” (Tabela 9), o acúmulo de Mg para roseira “Top secret” foi de 0,49g planta<sup>-1</sup>, comportamento diferente do observado por Carneiro (2009) em seu estudo com flores copo-de-leite em que o Mg foi o nutriente menos acumulado pelas plantas ao longo do tempo. O alto acúmulo de Mg nas roseiras neste trabalho pode ser atribuído aos altos teores deste elemento encontrado no solo (Tabela 5), em função da aplicação de calcário.

Nas hastes florais das roseiras o acúmulo de Mg pode variar conforme ocorre o aumento da salinidade e aduabação nitrogenada, na qual provocam redução na absorção de Mg, é importante ressaltar que o alto acúmulo de Ca, K e P na solução nutritiva não influenciaram no acúmulo total de magnésio (SILVA 2013).

A roseira “Top secret” obteve o maior acúmulo de S, que foi de 0,45g planta<sup>-1</sup> na parte aérea das plantas em relação as roseiras “Avalanche”, Attache” e “Ambience” (Tabela 9), Comportamento superior ao observado por Gerreiro et al., (2012), em seu estudo com acúmulo de nutrientes em flores de gérbera. Apesar do S ser requerido em pequena quantidade pela planta, e desempenhar importante função como componente de diversos aminoácidos e proteínas, o mesmo atua na síntese de clorofila, devido à sua importância nos processos metabólicos realizados nas folhas, acumula-se principalmente na parte aérea das plantas (MALAVOLTA, 2006; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Tabela 9 - Acúmulo<sup>(1)</sup> de nutrientes na parte aérea das roseiras “Top secret”, “Ambiance”, “Attache” e “Avalanche”.

Nutrientes	“Top secret”	“Ambiance”	“Attache”	“Avalanche”
----- g planta <sup>-1</sup> -----				
N	5,18 a	3,89 b	3,47 b	5,17 a
P	0,38 a	0,27 b	0,25 c	0,27 b
K	33,44 a	28,97 b	27,99 b	26,79 b
Ca	25,34 a	19,47 b	25,56 a	18,30 b
Mg	0,49 a	0,41 b	0,36 c	0,29 d
S	0,45 a	0,34 d	0,37 c	0,41 b
----- mg planta <sup>-1</sup> -----				
B	9,46 a	8,73 b	6,28 c	6,53 c
Zn	14,31 b	8,60 c	15,34 a	8,63 c
Mn	8,97 a	8,20 b	7,01 c	6,66 c
Fe	30,91 a	16,30 b	15,11 b	15,27 b

<sup>(1)</sup>Médias de 25 dados. Médias seguidas pelas mesmas letras na linha, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

De maneira geral, a ordem de acúmulo dos macronutrientes para as roseiras obedeceu as seguintes ordens  $N > K > Ca > S > Mg$  e  $P$  para “Top secret” e “Attache”,  $N > K > Ca > Mg > S$  e  $P$  para “Ambience” e “Avalanche”, ocorrendo variações apenas na ordem entre  $S$  e  $Mg$ , diferindo da ordem encontrada por Dutra (2009) e por Coelho (2011):  $K > N > Ca > P > S$  e  $Mg$  para as roseiras “Vegas” e “Tineke” e para copo-de-leite, respectivamente. Sendo a roseira “Top secret” a que apresenta as maiores médias de acumulação para os macronutrientes em relação as roseiras “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” (Tabela 9).

Em relação ao acúmulo de  $Mn$  na parte aérea das plantas, o maior acúmulo foi observado pela roseira “Top secret” que foi de  $8,97g\ planta^{-1}$ , as roseiras “Attache” e “Avalanche” tiveram acúmulos semelhantes (Tabela 9), o  $Mn$  foi o micronutriente menos acumulado pelas roseiras, diferentemente do comportamento obtido por Fonseca (2010) em seu estudo com flores ornamentais, em o  $Mn$  foi o micronutriente mais acumulado pelas plantas, é possível que o acúmulo de  $Mn$  nas roseiras seja baixo, pelo fato do próprio potencial genético da variedade da roseira, além do fato dos elevados teores dos cátions  $Ca^{2+}$ ,  $K^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , além do mesmo ser antagonista do  $Fe$ .

A roseira “Top secret” foi superior as demais cultivares, obtendo acúmulo de  $30,91mg\ planta^{-1}$ , sendo que as roseiras “Ambience”, “Attache” e “Avalanche”, foram inferiores porém, apresentaram médias semelhantes de acumulação de  $Fe$  na parte aérea (Tabela 9). O  $Fe$  foi o micronutriente mais acumulado pelas roseiras, sendo superior ao observado por Dutra (2009) em estudo com as roseiras “Vegas” e “Tineke”, com acúmulo de  $25,10$  e  $18,0mg$  de  $Fe\ planta^{-1}$ , respectivamente. Em estudo com soja Lingle et al., (1963), observou a influência de cátions sobre acúmulo de  $Fe$ , em sua observação o referido autor constatou que o  $K$  foi capaz de reduzir a absorção de ferro a partir de concentrações de  $1\ mmol_c\ L^{-1}$  na solução.

Com base no acúmulo de  $B$  na planta, a roseira “Top secret” foi a que obteve maior acúmulo, as roseiras “Attache” e “Avalanche” apresentaram mediassemelhantes de acúmulo de  $B$  na parte aérea (Tabela 9). O acúmulo de  $B$  na parte aérea das roseiras foi de  $9,46mg\ planta^{-1}$ , nas roseiras “Top secret”, no entanto em seu estudo com rosas “Shiny Terrazza” Junior et al (2014) avaliando os efeitos da doses de  $B$  observaram que no tratamento sem a adição de  $B$  ao substrato, os acúmulos foliares chegaram a  $65mg\ planta^{-1}$ , acima da faixa considerada adequada para produção de rosas ( $30-60mg\ planta^{-1}$ ) (MARTINEZ et al., 1999).

O acúmulo de B na roseira pode estar relacionado à matéria orgânica (M.O) proveniente dos resíduos vegetais das roseiras, em função das práticas de podas adotadas pela empresa, pois a M.O é uma das mais importantes fontes de B. Quando o tempo está quente e seco a decomposição diminui nas camadas mais superficiais do solo, onde há mais matéria orgânica e mais raízes, de um modo geral, além do pH e o fato da própria adubação da empresa Cearosa.

É possível que parte aérea da planta apresente maior acúmulo de B devido o mesmo estar envolvido em vários processos fisiológicos das plantas, tais como; síntese e estruturação da parede celular, metabolismo e transporte de carboidratos, lignificação, respiração, síntese e estruturação de células-guarda, divisão celular e metabolismo do ácido indolacético (AIA) (MARSCHNER, 1995).

Em relação ao acúmulo de Zn na parte aérea das plantas, o maior acúmulo foi observado na roseira “Attache” que foi de  $15,34\text{mg planta}^{-1}$ , sendo que as roseiras “Ambience” e “Avalanche” não apresentaram diferenças de acúmulo de Zn entre si (Tabela 9). O Zn foi o segundo micronutriente mais acumulado nas roseiras, o maior acúmulo de Zn na roseira “Attache” pode ser atribuído, aos efeitos dos resíduos das plantas de roseiras que depois da poda são incorporadas no solo, que pode influenciar positivamente na quantidade e disponibilidade desse elemento no solo, pois a presença do Zn nos horizontes superficiais do solo depende da liberação desse nutriente através dos resíduos das plantas depositadas na superfície e da capacidade de fixação da matéria orgânica e nos colóides do solo (FERNANDES 2006), além do fato do excesso de Zn na fertirrigação, estando prontamente disponível para planta.

De modo geral, a ordem de acúmulo dos micronutrientes para as roseiras obedeceu a seguinte ordem:  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{B}$  e Mn para cultivar “Top secret”, “Ambience” e “Avalanche”;  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Mn}$  e B para a cultivar “Attache”, ocorrendo variações entre B e Mn nas cultivares “Attache” que com exceção das demais cultivares apresentou maior acúmulo de Fe, a ordem de acúmulo de micronutrientes foi diferente da observada por Dutra (2009) em que a mesma obteve a seguinte ordem;  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn}$  e Cu para a cultivar “Vegas”;  $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{B}$  e Cu para a cultivar “Tineke”, apresentando variações entre Fe e Mn. Ordem de acúmulo semelhante à observada por Coelho (2011) em estudo com flores copo-de-leite, em que a ordem de micronutrientes foi;  $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$  na planta. A roseira “Top secret” apresentou as maiores médias de acumulação para os micronutrientes B, Mn e Fe, com exceção do Zn em que o maior acúmulo de B foi observado na roseira “Attache” (Tabela 9).

### 4.3 Exportação de nutrientes pelas hastes comerciais

A exportação de N pelas hastes comerciais das roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 2,76 e 3,45mg haste<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela) sendo superior a exportação obtida por Vilas Bôas et al., (2008) trabalhando com exportação de nutrientes pelas hastes de roseiras cultivadas a campo e em ambiente protegido, constataram que a exportação de N nas hastes das roseiras “Avalanche” em ambiente protegido e “Ambience” em campo foi de 0,21 e 0,40g haste<sup>-1</sup>, respectivamente, assim como Curvelho et al., (2012) e Barbosa (2013), também observaram que a exportação de N em haste de roseira “Carola” foi de 1,76g haste<sup>-1</sup>, sendo o N o nutriente mais exportado pelas hastes comerciais.

A maior exportação de P nas hastes comerciais foi observada na roseira “Ambience” com exportação de 0,17g haste<sup>-1</sup> (Tabela 10), sendo inferiores aos resultados obtidos por Curvelho et al., (2012) e Barbosa (2013) com roseiras “Carola” com exportação de 0,29 e 0,30g haste<sup>-1</sup>, respectivamente.

A exportação de K pelas hastes comerciais das roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 1,40 e 1,44g haste<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 10) sendo superior as exportações observadas por Vilas Bôas et al., (2008), em roseiras “Ambience” em campo, com exportação de 0,34g de K haste<sup>-1</sup> e “Avalanche” em ambiente protegido, foi de 0,17g de K haste<sup>-1</sup>.

Com base na exportação de Ca em hastes comerciais das roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 0,68 e 0,76g haste<sup>-1</sup>, respectivamente, superior a exportação da roseira “Bridal Wite” com exportação de 0,10g de Ca hastes<sup>-1</sup> (CABRERA, 2002), no entanto, inferiores as exportações de Ca obtidos por Vilas Bôas et al., (2008) trabalhando com roseiras “Avalanche” cultivada em ambiente protegido e “Ambience” em campo, com exportação de 0,87 e 0,81g de Ca haste<sup>-1</sup>, respectivamente, assim como Barbosa (2013) em estudo com a roseira “Carola” obteve exportações de Ca na haste de 0,87g haste<sup>-1</sup>.

Em relação a exportação de Mg pelas hastes comerciais das roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 0,16 e 0,20g haste<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo semelhante a exportação observada por Curvelo (2012), que observou exportação de 0,15g de Mg haste<sup>-1</sup>.

A exportação de S pelas hastes comerciais das roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 0,16 e 0,20g haste<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 10) superior as

observadas por Vila Bôas et al., (2008) estudando as roseiras “Avalanche” e “Ambience” com exportação de 0,027 e 0,036g de S por haste<sup>-1</sup> e Barbosa (2013) trabalhando com roseira “Carola” com exportação de 0,11g haste<sup>-1</sup>.

Em relação a exportação de Mn pelas hastes comerciais nas roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 1,42 e 1,58mg haste<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 10) sendo inferior as exportações observadas por Barbosa (2013) com roseira “Carola” obteve exportações de 780mg haste<sup>-1</sup>.

A exportação de Fe pelas hastes comerciais das roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 1,42 e 1,58mg haste<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 10) sendo inferior ao observado por Vila Bôas et al., (2008) em seu estudo com roseiras cultivar “Avalanche” e “Ambience” em ambiente protegido e campo, respectivamente, observou que o acúmulo de Fe foi de 1,78 e 1,69 mg haste<sup>-1</sup>, respectivamente, e Barbosa (2013) a roseira “Carola” obteve acúmulo de 1,52mg haste<sup>-1</sup>.

No que diz respeito a exportação de B pelas hastes comerciais nas roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 1,42 e 1,52mg haste<sup>-1</sup>, no entanto Barbosa (2013) estudando a roseira “Carola” obteve exportação de 460mg de B haste<sup>-1</sup>.

A exportação de Zn pelas hastes comerciais nas roseiras “Ambience” e “Avalanche” foi de 2,23 e 2,04mg haste<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 10) sendo superior a exportação observada por Vila Bôas et al., (2008), em estudo com roseiras “Avalanche” produzida em ambiente protegido e “Ambience” produzida em campo, observou-se exportação de 0,0014 e 2,46mg de Zn haste<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 9 – Exportação<sup>(1)</sup> de nutrientes através da haste comerciais das roseiras “Top secret”, “Ambiance”, “Attache” e “Avalanche”.

Nutrientes	“Top secret”	“Ambiance”	“Attache”	“Avalanche”
----- g haste <sup>-1</sup> -----				
N	3,09	2,76	2,41	3,45
P	0,14	0,17	0,14	0,11
K	1,18	1,40	0,95	1,44
Ca	0,75	0,68	0,76	0,76
Mg	0,15	0,11	0,10	0,16
S	0,15	0,16	0,17	0,20
----- mg haste <sup>-1</sup> -----				
B	1,79	3,48	4,35	3,70
Zn	2,17	2,23	2,13	2,04
Mn	4,51	1,42	1,20	1,58
Fe	5,61	2,27	4,15	4,75

<sup>(1)</sup>Média de 10 dados

A exportação dos macronutrientes para as roseiras “Top secret” e “Avalanche” seguiu a seguinte ordem:  $N > K > Ca > S > Mg > P$ ; para “Ambience” a ordem foi:  $N > K > Ca > P > S > Mg$  e para “Attache” a ordem foi:  $N > K > Ca > S > P > Mg$ . Observa-se que para as quatro cultivares a sequência N, K e Ca foi a mesma, ocorrendo variações nas sequências entre S, P e Mg. A exportação dos micronutrientes obteve-se a seguinte ordem  $Fe > Mn > Zn > B$  para a roseira “Top secret”;  $B > Fe > Zn > Mn$  para “Ambience e “Attache” e  $Fe > B > Zn > Mn$  para “Avalanche”, variando apenas entre B, Zn e Mn para “Top secret” e “Avalanche” (Tabela 10).

Semelhante à exportação dos macronutrientes observada por Dutra (2009) na qual foi:  $N > K > Ca > P > Mg > S$  para as cultivares “Vegas” e “Tineker” e para os micronutrientes a ordem foi:  $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ , com inversão de B e Zn para a cultivar “Tineker”.

Em estudo realizado com rosas em ambiente protegido e campo observou-se a seguinte ordem de nutrientes em  $g\ haste^{-1}$   $N > K > Ca > P > Mg = S$  para ambiente protegido e  $N > K > Ca > P > Mg > S$  para roseiras cultivadas em campo e para os micronutrientes em  $mg\ haste^{-1}$  obteve a seguinte ordem  $Mn > Fe > Zn > B > Cu$  para rosas em ambiente protegido e  $Zn > Fe > Mn > Cu > B$  para rosas cultivadas em campo (VILAS BÔAS et al., 2008).

O estudo mostra que os nutrientes mais exportados pelas hastes comerciais foram o N e K, devido os mesmos serem os nutrientes mais requeridos pelas rosas, pois apresentam funções importantes e distintas no desenvolvimento da roseira, as quantidades de nutrientes exportadas pelas hastes comerciais, representam importante componente de perdas de nutrientes do solo, que deverão ser restituídos, enquanto os nutrientes contidos na parte aérea podem ser incorporados ao solo através de reaproveitamento de restos culturais. (CASARINI et al., 2004).

#### **4.4 Demanda de nutrientes pela roseira**

A maior demanda de macronutriente pela roseira foi observada para N, enquanto a roseira “Attache” apresentou as menores demanda de nutrientes (Tabela 11). Em média o segundo nutriente mais exigido pelas roseiras foi o K, seguidas pelo Ca, S e P respectivamente. Com relação aos micronutrientes, a cultivar “Avalanche” apresentou as maiores demandas em ordem decrescente: Fe, Zn, Mn e B.

Em estudo realizado com roseiras “Vegas” e “Tineke” Dutra (2009) verificou que a roseira “Vegas” apresentou uma demanda crescente dos macronutrientes e um acúmulo máximo de B, Cu, Fe, Mn e Zn entre 166 e 230 dias após o transplântio, a roseira “Tineke” apresentou uma demanda crescente por N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

As maiores demandas de N e K estão coerentes com as observações feitas por Oldoni (2009) estudando flores ornamentais, que constatou ser necessárias maiores doses de N e K, devido o N ser um nutriente importante na fase de crescimento e também na fase reprodutiva de flores ornamentais, contribuindo principalmente para o crescimento da haste floral, e o K com atenção especial em seu fornecimento, principalmente no estágio de florescimento.

Tabela 10 - Demanda<sup>(1)</sup> de nutrientes pelas cultivares de roseiras

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					----- g ha <sup>-1</sup> -----				
Top secret	182,75	13,29	86,65	111,84	17,48	18,53	291,73	717,97	326,64	1001,86
Ambience	136,37	10,24	76,52	70,20	13,34	10,56	266,88	375,58	244,43	623,61
Attache	83,77	5,52	56,03	33,00	6,52	7,96	164,87	191,33	140,21	300,36
Avalanche	169,13	10,32	61,97	59,02	15,11	14,55	282,36	342,67	299,89	713,82
Média	143,00	9,84	70,29	68,51	13,11	12,9	251,46	406,88	252,79	659,91

<sup>(1)</sup>média de 25 dados

A estimativa da demanda de sustentabilidade dos nutrientes pelo Subsistema-Requerimento baseia-se na quantidade exportada de nutrientes, com o objetivo de fornecer ao solo, a cada ciclo de produção, uma dose de nutrientes suficiente para atender parte da demanda de exportação do futuro ciclo de produção. Para o termo sustentabilidade dentro do sistema, poderá ser também utilizado termos como “manutenção de uma reserva técnica”, “teor mínimo” ou “demanda de segurança”, na tentativa de definir propostas para evitar a exaustão dos nutrientes do solo em longo prazo (SILVA 2006).

Levando em consideração as hastes comerciais como a fração de exportação de nutrientes pelas roseiras como estimativa da demanda de sustentabilidade, observa-se que as cultivares “Top secret” e “Ambience” apresentam as maiores exportações de nutrientes em relação às outras cultivares, sendo a cultivar “Attache” a que apresenta a menor exportação de nutrientes pelas hastes comerciais com exceção dos micronutrientes Mn e Fe (Tabela 12).

Tabela 11 - Quantidade<sup>(1)</sup> de nutrientes exportados pelas hastes comerciais por cultivares de roseiras

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					----- g ha <sup>-1</sup> -----				
Top secret	12,82	0,60	4,91	3,13	0,63	0,64	7,43	9,01	18,74	23,29
Ambience	9,31	0,60	4,73	2,30	0,39	0,55	11,74	7,54	4,81	7,65
Attache	5,36	0,32	2,12	1,69	0,23	0,39	9,67	4,74	2,67	9,22
Avalanche	7,77	0,26	3,25	1,73	0,37	0,46	8,34	4,60	3,57	10,71

<sup>(1)</sup>média de 10 dados

Tabela 12 - Demanda total de nutrientes pelas cultivares de roseiras

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----									
Top secret	325,94	39,68	125,41	163,68	31,69	42,59	2,98	1,88	3,44	5,11
Ambience	242,79	70,42	111,29	103,15	19,53	24,68	2,77	1,11	2,48	3,14
Attache	148,54	16,68	97,10	49,25	9,59	30,86	2,75	0,94	1,43	1,54
Avalanche	294,83	30,22	89,34	86,47	22,04	33,35	2,90	0,86	3,03	3,61

Com os valores de demanda de nutrientes da planta (Tabela 10) e de sustentabilidade de nutrientes (Tabela 12) calculou-se a demanda total de cada nutriente (Tabela 13).

O requerimento total de nutrientes para as plantas de roseiras obedeceu a seguinte ordem  $N > K > S > P > Fe > Mn > B > Zn$  para a cultivar “Top secret”;  $N > K > P > S > Fe > Mn > B > Zn$  para cultivar “Ambience”;  $N > K > S > P > Fe > Mn > B > Zn$  para cultivar “Attache”;  $N > K > S > P > Fe > Mn > B > Zn$  para cultivar “Avalanche” (Tabela 13). Diferença específica da exigência nutricional e a ordem de requerimento dos nutrientes, também foi observado por Deus (2012) estudando o balanço de nutrientes na cultura do melão, que encontrou as seguintes ordens:  $K > Ca > N > P > S > Mg$  para o Amarelo e o Pele-de-sapo; a ordem  $K > N > Ca > P > S > Mg$  para Cantaloupe, a ordem  $K > N > Ca > Mg > S > P$  para o Gália é semelhante a do Cantaloupe, com exceção ao P, assim como Silva (2006) trabalhando com balanço de nutrientes na cultura do abacaxi “Pérola” e “Smooth Cayenne” observou a seguinte ordem de requerimento  $K > N > Ca > S > Mg > P > Fe > Mn > Zn > B > Cu$ ,  $K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > Cu$  e B, respectivamente.

Fatores intrínsecos influenciam diretamente a absorção e teor de nutrientes nas plantas tais como: idade, cultivar, espécie e órgãos da planta, fatores ambientais como precipitação, luminosidade e temperatura, além do solo, como disponibilidade, aporte e interação entre os nutrientes (FAGERIA, 1991). Dessa forma as diferenças na extração de nutrientes nas plantas de roseiras ocorre devido as diferenças genéticas entre as cultivares.

É importante salientar há necessidade de desenvolver pesquisas que foque trabalhos sobre requerimento dos micronutrientes pelas plantas, tendo em vista a grande escassez de dados para melhor discussão dos dados obtidos no balanço de nutrientes no sistema solo-planta para roseiras, pois a precisão destes depende muito do volume de dados disponíveis na literatura, para que haja maior confiabilidade dos resultados gerados pelo balanço de nutrientes.

#### **4.5 Suprimento de nutrientes pelo solo**

O requerimento total de nutrientes pela planta corresponde às doses dos nutrientes que deveriam ser aplicados ao solo, se o fertilizante fosse à única fonte de nutrientes para a cultura, como a planta absorve nutrientes provenientes de outras fontes, no balanço de nutrientes no sistema solo-planta para a roseira, por meio do subsistema-suprimento, estima-se a quantidade de nutrientes supridos à cultura provenientes do solo. Para o suprimento de P e K e de micronutrientes considerou-se os teores dos mesmos na análise do solo e para N considerou-se o teor de matéria orgânica do solo (MOS) nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40cm (Tabela 5).

A quantidade de N estimada a partir do teor de matéria orgânica do solo para as cultivares “Top secret”, “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” com o tempo de mineralização de 365 dias de acordo com Sousa (2004), assim o suprimento de N pelo solo é de: 119,56; 135,90; 96,06 e 84,15kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### **4.6 Balanço de nutrientes no sistema solo – planta para a cultura da roseira**

O balanço nutricional foi obtido através da diferença entre o requerimento de nutrientes pela planta (Tabela 13) e o suprimento pelo solo (Tabela 14). Valores positivos para o balanço indicam que o suprimento de nutrientes pelo solo não são suficientes para alcançar a produtividade esperada e, conseqüentemente, haverá necessidade de recomendação de fertilizantes. Valores negativos ou iguais a zero indicam que não há necessidade de recomendação de fertilizantes. Permitindo obter a dose recomendada de nutrientes para a cultura da roseira em kg ha<sup>-1</sup> para produção de hastes comerciais.

Tabela 13 - Balanço de nutrientes nas plantas de roseiras com base nas análises químicas da planta e do solo

Cultivar	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Zn	Mn	Fe
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					
Top secret	206,38	-1,59	84,96	1,10	0,32	- 0,29
Ambience	106,81	- 46,44	67,89	0,24	-1,11	-5,11
Attache	52,48	- 48,31	52,34	0,47	- 0,05	- 8,14
Avalanche	210,68	- 0,54	48,68	0,38	0,80	- 9,31

Valores negativos = o sistema não recomenda adubação e valores positivos = o sistema recomenda adubação.

Na recomendação de N é possível observar que de acordo com o balanço de nutrientes há necessidade de adução nitrogenada para todas as roseiras (Tabela 14). As recomendações encontrados neste estudo foram semelhantes as observados por Stahringer (2013), Silva (2006) e Silva (2009) avaliando trabalhos com balanço de nutrientes em laranjeira, abacaxizeiro e cacauzeiro, na qual houve a necessidade de adubação nitrogenada com cerca de 137; 301,40 e 125kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, no entanto Gamarra (2013) em seu trabalho com balanço de nutrientes na cultura do Dendê, verificou que a recomendação do sistema foi de -1520,15kg ha<sup>-1</sup> de N.

Ao utilizar 3,55g de N por planta por ano Dutra (2009), constatou que essa quantidade não foi suficiente para atingir o teor considerado adequado de N nas folhas das roseiras recomendada por Vetanovetz (1996), que considera como adequado acima a 35g kg<sup>-1</sup>. Entretanto, segundo Casarini (2004), aplicação de 10g de N por ano por planta é capaz de suprir a exigência nutricional das roseiras.

A recomendação de adubação fosfatada com base no teor de P no solo (Tabela 5), o sistema estimou que o mesmo supre as necessidades deste nutriente à roseira, não sendo necessário realizar adubação fosfatada (Tabela 14). Este fato pode ser atribuído principalmente ao alto teor P no solo estudado. Gamara (2013) trabalhando com balanço de nutrientes para a cultura do dendê também encontrou a não necessidade de se realizar adubação fosfatada no solo em estudo.

O sistema simulou recomendações de 84,96; 67,89; 52,34 e 48,68kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para as cultivares “Top secret”, “Ambience”, “Attache” e “Avalanche”, respectivamente, ou seja, há necessidade de realizar adubação potássica para atender a necessidade de K da roseira (Tabela 14). As quantidades de K<sub>2</sub>O recomendadas pelo sistema estão abaixo das estimadas por Stahringer (2013), Silva (2006) e Silva (2009), no entanto Gamarra (2013) constatou a não necessidade de adubação potássica para a cultura do dendê com o balanço de nutrientes no sistema solo-planta.

Não foi realizado balanço de nutrientes para Ca e Mg devido os mesmos serem fornecidos pela calagem, assim como para os nutrientes S e B, pois não foram feitas determinações dos mesmos no solo.

No presente trabalho é necessário que há necessidade de adubação para micronutrientes em algumas das roseiras, no entanto os valores de recomendação são próximos a zero para o Zn nas roseiras “Ambience”, “Attache” e “Avalanche” e para o Mn nas roseiras “Top secret” e “Avalanche”, para as roseiras “Ambience” e “Attache” a adubação foi capaz de suprir as necessidades da cultura para Mn, assim como para o Fe, pois o mesmo

apresentou valores negativos, ou seja, o sistema estimou que a adubação capaz de suprir a necessidade da cultura para todas as roseiras, de acordo com o balanço de nutrientes, (Tabela 14).

O balanço de nutrientes sempre indica como dose mínima, a quantidade de nutrientes que esta sendo exportada pela colheita, mesmo que o teor do nutriente no solo supre as necessidades da cultura. Neste caso, a recomendação de nutrientes pelo sistema tem como finalidade manter a sustentabilidade do solo em longo prazo, repondo o que foi exportado com o intuito de evitar a exaustão dos nutrientes do solo. Assim, os cálculos do balanço de nutrientes nas roseiras não têm a finalidade de enriquecer o solo, mas manter o equilíbrio de nutrientes no sistema solo-planta para atingir uma determinada produtividade da cultura. Dessa forma, o sistema de cálculo procura atender as necessidades da cultura em relação à capacidade de suporte do solo e ao mesmo tempo mantem a sustentabilidade do solo de nutrientes a longo prazo.

## 5.0 CONCLUSÕES

- As cultivares de roseiras apresentaram diferentes demandas de nutrientes entre as cultivares;
- Há necessidade de adubação nitrogenada, potássica e de Zn nas roseiras;
- Não há necessidade de adubação fosfatada e férrica, pois a adubação é capaz de suprir a demanda da planta;
- As roseiras “Ambience” e “Attache” não necessitam de adubação com Mn, no entanto, as roseiras “Top secret” e “Avalanche” há necessidade de complementação de adubação com Mn;

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As recomendações geradas por esse sistema dependeram principalmente da produtividade esperada e do teor do nutriente no solo.

As tabelas de adubação em uso no país, são empíricas perceberam-se falhas das mesmas, principalmente porque estas, geralmente, não consideram a produtividade esperada e porque suas recomendações não diminuem de forma contínua com o aumento do teor do nutriente no solo.

Vale ressaltar que, dependendo das circunstâncias, as recomendações do balanço de nutrientes podem ser maiores ou menores que as das tabelas, sendo que o sistema deverá ser aprimorado constantemente com a pesquisa gerada, com o intuito de obter recomendações cada vez mais exatas e que leve em consideração a maior quantidade de variáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. F. et al. **Produção de rosas de qualidade**. Belo Horizonte: Epamig, 68 p. (Boletim Técnico, 100). 2012.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; FERNANDES FILHO, E.I. **NUTRICALC 2.0 – Sistema para cálculo Del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto**. Bosque, v.16, p.129- 131, 1995.

BARBOSA, J. C. V.; **Manejo do solo em sistema de produção integrada de rosas** – Lavras: UFLA, 2013. 80 p.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

CABRERA, R.I. Evaluating yield and quality of roses with respect to nitrogen fertilization and leaf tissue nitrogen status. **Acta Horticulturae**. The Hague, n. 511, p. 133-141, 2000.

CADAHIA, C.; EYMAR, A.; SANCHEZ, A.; LOPEZ-VELA, D.; MUNOZ-CARPENA, R.; Differences in nutrient uptake of four rose cultivars in sand culture. **Acta Horticulturae**, n.458, p.335-341.1998.

CARVALHO, F. T. **Sistema de interpretação de análise de solo para recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do milho**. 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

CARNEIRO, D. N. M. **Acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em fase inicial de cultivo**. 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (*Rosa sp.*) em ambiente protegido**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido**. 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CASARINE, E.; FOLEGATTI, M.V. Aspectos importantes na nutrição mineral de rosas. In: FLOREZ, R.V.J.; FERNANDEZ, A.C.; MIRANDA, L.D.; CHAVES, C.B.; GUZMAN, P.J.M. **Avances sobre fertirriego em la floricultura colombiana**. Bogotá, Universidade Nacional de Colômbia, Facultad de Agronomia. p. 163-178. 2006.

CLARKSON, D. T.; SMITH, F. W.; BERG P. J. vanden. Regulation of sulphate transport in a tropical legume, *Macroptilium atropurpureum*, cv. Siratro. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 34, p. 1463-1483, 1983.

COELHO, L. L. **Índices biométricos e acúmulo de nutrientes em copo-de-leite em fase de produção** / Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2011.

CURVELO, I.C S.; ALMEIDA, E. F. A.; LESSA, M. A.; REIS, S. N.; TAQUES, T. C.; SANTOS, B. G.; **Acúmulo de macronutrientes em roseiras em função do manejo do solo** Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 9, Belo Horizonte, 2012.

DEON, M. D. **Crescimento e nutrição mineral da soja submetida a excesso de P, S, K, Ca e Mg em solução nutritiva** / Piracicaba, SP. Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.

DEUS, J. A. L. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para o meloeiro com base no balanço nutricional**. 2012. 121f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas- Universidade federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

DIAS, V. P; FERNANDES, E. **Fertilizantes: Uma Visão Global**. Sintética BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

**DIVISÃO DE PESQUISA PEDOLÓGICA (DNPA)**. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado do Ceará. Boletim Técnico n.º 28. Convênio de mapeamento de solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN/ MA/CONTAP/USAID/ETA, Recife, 1973.

DUTRA, A. V. **Nutrição e produção de rosas de corte, cultivares “Vegas” e “Tineke”**- Piracicaba, 2009.94p. : il. Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.

**Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**/ editor técnico, Fábio César da Silva. 2º edição – Brasília, DF : Embrapa, informação tecnológica 2009.

FAGERIA, N. K. Tolerance of rice cultivars to salinity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 281-288, 1991.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade brasileira de ciência do solo, 432 p. 2006.

FONSECA, A. S. **Absorção de nutrientes em duas cultivares de copo-de-leite colorido (*Zantedeschia sp.*) sob fertirrigação**. 2010. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

#### **FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HIDRICOS**

(FUNCEME). Calendário de chuvas no estado do Ceará – Outubro de 2014 - Fevereiro de 2015. Disponível em:

<http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/mensal>>. Acesso em: 31 de janeiro de 2016.

FREIRE, F. J. **Sistema para cálculo do balanço nutricional e recomendação de corretivos e fertilizantes para cana-de-açúcar**. 2001. 144 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Planta) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR). Plano estratégico para as exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil – Relatório final**. Janeiro de 2005.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA**. Números do setor: Gargalos da floricultura. Campinas: IBRAFLOR, 2015. Disponível em:< [http://www.ibraflor.com/ns\\_mer\\_interno.php](http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php)>. Acesso em: 18 Dez. 2015.

**IPA (INSTITUTO AGRONOMOICO DE PERNAMBUCO)**. Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco.2011, f 94. Recife, 2011.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 777 p.2002.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Vendas de flores nos dias das mães e dos namorados de 2011: economia aquecida sustenta expansão do consumo**. 2011. Disponível em: <[www.hortica.com.br](http://www.hortica.com.br)>. Acesso em: 8 ago. 2011.

JÚNIOR, L. A. Z. Produção e qualidade de rosas em razão de doses de boro aplicadas no substrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Tereza do Oeste, v.38, p.524-531, 2014.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México : Fondo de Cultura Economica, 478 p. 1948.

GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. **Accumulation and exportation of nutrients in beet crop**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, mar./abr., 2007.

GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D.M.; LUDWIG, F. Acúmulo de nutrientes em gébera de vaso em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**: v. 30, n. 2, abr. - jun. 201-208, 2012.

LINGLE, J. C.; TIFFIN, L. O.; BROWN, J. C. Iron uptake-transport of soybeans as influenced by other cations. **Plant Physiology**, Rockville, v. 38, p. 71-76, 1963.

MATSUNAGA, M.; OKUYAMA, M.H.; BESSA JUNIOR, A.A. **Cultivo em estufas de rosa cortada: custos e rentabilidade**. **Informações Econômicas**, v. 25, n.8, p. 49-58. 1995.

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

MATTOS JR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K. **Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees**. *Sci. Agric.* 60:155-160, 2003a.

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

MELLO, M. S. **Sistema de interpretação de análise de solo e de recomendação de calagem e fertilizante para a cultura de tomate**. 2000. 91 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

MILLS, H.A.; JONES, J.B. **Plant analysis handbook II**. Athens: MicroMacro Publishing, , 422p. 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Cadeia produtiva de flores e mel / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, v. 9; 140 p – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007.

MORAIS, E.R.C. **Formas de potássio em solos do Estado de Minas Gerais e sua disponibilidade para plantas de milho**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, (Tese de Mestrado) 85p. 1999.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. Jt. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 399 p. 1999.

OBREZA, T. A.; MORGAN, K. T. Nutrition of Florida Citrus Trees. SL 253. University of Florida-IFAS. **Soil and Water Science Department**, 90p. 2011.

OLIVEIRA, F. H. T. **Sistema para recomendação de calagem e adubação para a cultura da bananeira**. 2002. 88 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B. Desenvolvimento de um sistema para recomendação de adubação para a cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 29, n. 1, p.131-143, 2005.

OLDONI CM. **Produção de gérberras**. Informe Agropecuário 30: 67-73. 2009.

OLIVEIRA, J. R. V. **Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de teca – nutriteca**. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Planta) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

POSSAMAI, J. M. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para o cultivo do algodoeiro**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

PREZOTTI, L. C. **Sistema para recomendação de corretivos e de fertilizantes para a cultura do café arábica**. 2001. 93 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

RAFFAELI, V. **Sistema de interpretação de análise de solo e de recomendação de nutrientes para arroz irrigado**. 2000. 76 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

ROSA, G. N. G. P. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do coqueiro**. 2002. 76 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SANTOS, F. C. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SANTOS, H. Q. **Sistema para cálculo do balanço de nutrientes e recomendação de calagem e adubação de pastagem para bovinos de corte**. 2003. 138 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SANTOS, F. C.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; EDIYAMA, C. S. **Modelagem da recomendação de fertilizantes para a cultura da soja**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 32 (4): 1661-1674, 2008.

SECRETARIA DE AGRICULTURA IRRIGADA (SEAGRI). **Agronegócio da floricultura no Estado do Ceará**. 2002. Disponível em [http://www5.prossiga.br/arranjos/vortais/floricultura\\_ce\\_oquee001.html](http://www5.prossiga.br/arranjos/vortais/floricultura_ce_oquee001.html),> Acesso em 17 out. 2005.

SILVA, A. P. **Sistema de recomendação de fertilidade e corretivos para a cultura do abacaxizeiro**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SILVA JÚNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; DUTRA, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 364-368, 2006.

SILVA, J. V. O. **Produção e partição de biomassa e nutrientes e parametrização de um sistema para recomendação de N, P e K para cacauzeiros**. 2009. 85f.– Dissertação

(Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Ilheus, BA: UESC, 2009.

SILVA, A. P.; ALVAREZ V., V. H.; SOUZA, A. P.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; DANTAS, J. P. **Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi** – Fertcalc-Abacaxi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 33(5):1269-1280, 2009.

SILVA, E. M. **Cultivo de roseira em ambiente protegido sobre níveis de salinidade do solo e relações nitrogênio: potássio**. 2013. 94p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, SP: ESALQ, 2013.

SOUZA, R.B. **Níveis críticos de enxofre em solos e em folhas de cultivares de café**. (Tese de Doutorado) Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 88p. 1999.

SOUZA, D. M. G. LOBATO, E. REIN, T. A. **Correções de solo e adubação**. 416 f. Adubação com fósforo pg 147 – 168. 2ª edição 2004.

SOUZA, D. M. G. LOBATO, E. **Correções de solo e adubação**. 416 f. Adubação com nitrogênio pg 129 – 145. 2ª edição 2004.

SOUZA, A. G.; CHALFUN, N. N. J.; FAQUIN, V.; SOUZA, A. A.; NETO, A. L. S.; **Massa seca e acúmulo de nutrientes em mudas enxertadas de pereira em sistema hidropônico**. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 240-246, Março 2015.

STAHRRINGER, N. I. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da laranjeira com base no balanço nutricional (Ferticalc-Laranja)**. 2013.120 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E. R. Santarém et al. 3. ed. – Porto Alegre: Artmed, 719 p. 2004.

TAMIMI YN; MATSUYAMA DT. 1999. **Distribution of nutrients in CUT-flower roses and the quantities of biomass and nutrients removed during harvest**. *HortScience* 34: 251-253. 1999.

TORRE, S., FJELD, T., GISLEROD, H. R. Effects of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. **Scientia-Horticulturae**, v. 90, n.3-4, p. 291-304. 2001.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Uma nova abordagem nas recomendações de adubação**. 2004. 133 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

TOMÉ JÚNIOR, J. B.; NOVAIS, R. F. Utilização de modelos como alternativas às tabelas de recomendação de adubação. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n. 3, p. 8-11, 2000.

TRIBUNA DO CEARÁ. **Expectativa da Floresce é que a produção cearense cresça cerca de 15% em 2014, impulsionada pelo mercado de paisagismo**. 2014. Disponível em <http://tribunadoceara.uol.com.br/noticias/ceara/em-dois-anos-exportacao-de-flores-cai-20-ceara/>, > Acesso em 20 de Abr. 2015.

VASCONCELLOS, C.A.; MARRIEL, I.E.; SANTOS, F.G. & MAGALHÃES, C.A.O. **Influência do manejo de solo e do resíduo de sorgo na mineralização do nitrogênio e a relação N-NH<sup>4+</sup> e N-NO<sup>3-</sup>**. Santa Maria, RS,1999.

VETANOVETZ, R.P. Tissue analysis and interpretation. In: REED, D.W. **Water, media and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball Publishing, cap.9, p.197-219. 1996.

VILLAS BÔAS RL; GODOY LJG; BACKES C; LIMA CP; FERNANDES DM. Exportação de nutrientes e qualidade de cultivares de rosas em campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4; 515-519. 2008.

ZERCHE, S. Nitrogen uptake and total dry matter production of cut chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* hybrids) in relation to shoot height and planting date. **Gartenbauwissenschaft**, v.62, n.3, p.119-128, 1997.

WHITE, J.W.; HOLCOMB, E.J. Water requirements and irrigation practices. In: LANGHANS, R.W. **A manual of greenhouse rose production**. Michigan:Roses, cap.12, p.71-86. 1987.

## ANEXOS

ANEXO 1 - Quadrado médio da análise de variância de matéria seca da parte aérea

Quadrado médio	GL	Parte aérea
Cultivar (A)	3	7555,15**
Resíduo	16	492,57
Coletas (B)	4	9179,59**
Int. (AxB)	12	95404,28**
Resíduo	64	596,60
CV% (A)		9,25
CV% (B)		10,18

\*\* e ns, Significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo F, respectivamente.

ANEXO 2 - Produtividade das roseiras pelas hastes, em função das cultivares e diferentes épocas de coleta de plantas

Cultivar	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Médias
----- haste ha <sup>-1</sup> -----						
Top Secret	4.703,62	4.224,20	5.267,39	2.053,46	4.489,63	4.147,66
Ambience	2.672,53	3.766,28	4.061,27	3.722,09	2.618,39	3.368,11
Attache	1.966,40	2.379,73	3.096,48	1.769,05	1.884,11	2.219,15
Avalanche	2.156,59	2.440,43	2.327,28	2.128,79	2.197,83	2.250,18

## ANEXO 3 - Requerimento de nutrientes pela planta

“Top secret”

$$\text{REQplanta (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{DEMplanta} \times 100/\text{ER}$$

$$\text{REQplanta (N)} = 182,75 \times 100/60 = 304,58 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (P)} = 13,29 \times 100/35 = 37,97 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (K)} = 86,65 \times 100/73 = 118,69 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Ca)} = 111,84 \times 100/70 = 159,77 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mg)} = 17,48 \times 100/70 = 24,97 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (S)} = 18,53 \times 100/45 = 41,17 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (B)} = 291,73 \times 100/10 = 2,91 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Zn)} = 717,97 \times 100/40 = 1,79 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mn)} = 326,64 \times 100/10 = 3,26 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Fe)} = 1001,86 \times 100/20 = 5,00 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Ambience”

$$\text{REQplanta (N)} = 136,37 \times 100/60 = 227,28 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (P)} = 24,05 \times 100/35 = 68,71 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (K)} = 76,52 \times 100/73 = 104,82 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (K)} = 86,65 \times 100/73 = 118,69 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Ca)} = 70,20 \times 100/70 = 100,28 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mg)} = 13,34 \times 100/70 = 19,05 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (S)} = 10,56 \times 100/45 = 23,46 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (B)} = 266,88 \times 100/10 = 2,66 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Zn)} = 375,58 \times 100/40 = 0,93 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mn)} = 244,43 \times 100/10 = 2,44 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Fe)} = 623,61 \times 100/20 = 3,11 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Attache”

$$\text{REQplanta (N)} = 83,77 \times 100/60 = 139,61 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (P)} = 5,52 \times 100/35 = 15,77 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (K)} = 56,03 \times 100/73 = 76,75 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Ca)} = 33 \times 100/70 = 47,14 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mg)} = 6,52 \times 100/70 = 9,31 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (S)} = 13,34 \times 100/45 = 29,64 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (B)} = 266,88 \times 100/10 = 2,66 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Zn)} = 375,58 \times 100/40 = 0,93 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mn)} = 140,21 \times 100/10 = 1,41 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Fe)} = 300,36 \times 100/20 = 1,50 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Avalanche”

$$\text{REQplanta (N)} = 169,13 \times 100/60 = 281,88 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (P)} = 10,32 \times 100/35 = 29,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (K)} = 61,697 \times 100/73 = 84,89 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Ca)} = 59,02 \times 100/70 = 84,31 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQplanta (Mg)} = 15,11 \times 100/70 = 21,58 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{planta}} (\text{S}) = 14,55 \times 100/45 = 32,33 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{planta}} (\text{B}) = 282,36 \times 100/10 = 2,82 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{planta}} (\text{Zn}) = 342,67 \times 100/40 = 0,85 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{planta}} (\text{Mn}) = 299,89 \times 100/10 = 3,0 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{planta}} (\text{Fe}) = 713,82 \times 100/20 = 3,56 \text{ kg ha}^{-1}$$

#### ANEXO 4 - Requerimento de sustentabilidade

“Top secret”

Logo, o (REQ sust) é expresso por:

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{kg ha}^{-1}) = (\text{QNE} \times 100 / \text{ER})$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{N}) = (12,82 \times 100 / 60) = 21,36 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{P}) = (0,60 \times 100 / 35) = 1,71 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{K}) = (4,91 \times 100 / 73) = 6,72 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Ca}) = (3,13 \times 100 / 80) = 3,91 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Mg}) = (0,63 \times 100 / 80) = 0,78 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{S}) = (0,64 \times 100 / 45) = 1,42 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{B}) = (7,43 \times 100 / 10) = 0,074 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Zn}) = (9,01 \times 100 / 40) = 0,090 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Mn}) = (18,74 \times 100 / 10) = 0,187 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Fe}) = (23,29 \times 100 / 20) = 0,116 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Ambience”

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{N}) = (9,31 \times 100 / 60) = 15,51 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{P}) = (0,60 \times 100 / 35) = 1,71 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{K}) = (4,73 \times 100 / 73) = 6,47 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Ca}) = (2,30 \times 100 / 80) = 2,87 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Mg}) = (0,39 \times 100 / 80) = 0,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{S}) = (0,55 \times 100 / 45) = 1,22 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{B}) = (11,74 \times 100 / 10) = 0,117 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Zn}) = (7,54 \times 100 / 40) = 0,0188 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Mn}) = (4,81 \times 100 / 10) = 0,0481 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Fe}) = (7,65 \times 100 / 20) = 0,0382 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Attache”

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{N}) = (5,36 \times 100 / 60) = 8,93 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{P}) = (0,32 \times 100 / 35) = 0,91 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{K}) = (14,86 \times 100 / 73) = 20,35 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Ca}) = (1,69 \times 100 / 80) = 2,11 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Mg}) = (0,23 \times 100 / 80) = 0,28 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{S}) = (0,55 \times 100 / 45) = 1,22 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{B}) = (9,67 \times 100 / 10) = 0,0967 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Zn}) = (4,74 \times 100 / 40) = 0,0118 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Mn}) = (2,67 \times 100 / 10) = 0,0267 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{sust}} (\text{Fe}) = (9,22 \times 100 / 20) = 0,046 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Avalanche”

$$REQ_{sust} (N) = (7,77 \times 100 / 60) = 12,95 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (P) = (0,26 \times 100 / 35) = 0,74 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (K) = (3,25 \times 100 / 73) = 4,45 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (Ca) = 1,73 \times 100 / 80 = 2,16 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (Mg) = (0,37 \times 100 / 80) = 0,46 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (S) = (0,46 \times 100 / 45) = 1,02 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (B) = (8,34 \times 100 / 10) = 0,083 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (Zn) = (4,60 \times 100 / 40) = 0,011 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (Mn) = (3,57 \times 100 / 10) = 0,035 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{sust} (Fe) = (10,71 \times 100 / 20) = 0,0535 \text{ kg ha}^{-1}$$

ANEXO 5 - Requerimento total de nutrientes pelas plantas

“Top secret”

$$REQ_{total} (\text{kg ha}^{-1}) = REQ_{planta} + REQ_{sust}$$

$$REQ_{total} (N) = 304,58 + 21,36 = 325,94 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (P) = 37,97 + 1,71 = 39,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (K) = 118,69 + 6,72 = 125,41 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (Ca) = 159,77 + 3,91 = 163,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (Mg) = 24,97 + 6,72 = 31,69 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (S) = 41,17 + 1,42 = 42,59 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (B) = 2,91 + 0,074 = 2,98 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (Zn) = 1,79 + 0,090 = 1,88 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$REQ_{total} (Mn) = 3,26 + 0,18 = 3,44 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Fe}) = 5,0 + 0,11 = 5,11 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Ambience”

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{N}) = 227,28 + 15,51 = 242,79 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{P}) = 68,71 + 1,71 = 70,42 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{K}) = 104,82 + 6,47 = 111,29 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Ca}) = 100,28 + 2,87 = 103,15 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Mg}) = 19,05 + 0,48 = 19,53 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{S}) = 23,46 + 1,22 = 24,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{B}) = 2,66 + 0,011 = 2,77 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Zn}) = 0,93 + 0,18 = 1,11 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Mn}) = 2,44 + 0,048 = 2,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Fe}) = 3,11 + 0,038 = 3,14 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Attache”

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{N}) = 139,61 + 8,93 = 148,54 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{P}) = 15,77 + 0,72 = 16,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{K}) = 76,75 + 20,35 = 97,1 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Ca}) = 47,14 + 2,11 = 49,25 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Mg}) = 9,31 + 0,28 = 9,59 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{S}) = 29,64 + 1,22 = 30,86 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{B}) = 2,66 + 0,096 = 2,75 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Zn}) = 0,93 + 0,011 = 0,94 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Mn}) = 1,41 + 0,02 = 1,43 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Fe}) = 1,50 + 0,04 = 1,54 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Avalanche”

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{N}) = 281,88 + 12,95 = 294,83 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{P}) = 29,48 + 0,74 = 30,22 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{K}) = 84,89 + 4,45 = 89,34 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Ca}) = 84,31 + 2,16 = 86,47 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Mg}) = 21,58 + 0,46 = 22,04 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{S}) = 32,33 + 1,02 = 33,35 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{B}) = 2,82 + 0,083 = 2,90 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Zn}) = 0,85 + 0,011 = 0,86 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Mn}) = 3,0 + 0,035 = 3,03 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{REQ}_{\text{total}} (\text{Fe}) = 3,56 + 0,053 = 3,61 \text{ kg ha}^{-1}$$

ANEXO 6 - Suprimento de nutrientes pelo solo

“Top secret”

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{kg ha}^{-1}) = (\text{TAS} / \text{TR}) \times \text{PE}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{N}) = 119,56 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{P}) = (701,7/68) \times 4 = 41,27 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{K}) = (809,16/80) \times 4 = 40,45 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{Ca}) = (1.727,44/76) \times 4 = 90,88 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{Mg}) = (299/79) \times 4 = 15,12 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{Zn}) = (18,34/93) \times 4 = 0,78 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{Mn}) = (51,48/66) \times 4 = 3,12 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}} (\text{Fe}) = (55,36/41) \times 4 = 5,40 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Ambience”

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{N}) = 135,90 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{P}) = (1.986,66/68) \times 4 = 116,86 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{K}) = (868,02/80) \times 4 = 43,4 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Ca}) = (1.627,24/76) \times 4 = 85,64 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Mg}) = (335,50/79) \times 4 = 16,98 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Zn}) = (20,29/93) \times 4 = 0,87 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Mn}) = (59,23/66) \times 4 = 3,59 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Fe}) = (84,61/41) \times 4 = 8,25 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Attache”

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{N}) = 96,06 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{P}) = (1.104,95/68) \times 4 = 64,96 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{K}) = (895,32/80) \times 4 = 44,76 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Ca}) = (921,84/76) \times 4 = 48,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Mg}) = (363/79) \times 4 = 18,36 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Zn}) = (10,76/93) \times 4 = 0,47 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Mn}) = (25,02/66) \times 4 = 1,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Fe}) = (99,6/41) \times 4 = 9,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Avalanche”

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{N}) = 84,15 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{P}) = (522,93/68) \times 4 = 30,76 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{K}) = (813,28/80) \times 4 = 40,64 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Ca}) = (1.587,16/76) \times 4 = 83,52 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Mg}) = (355,74/79) \times 4 = 18 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Zn}) = (11,37/93) \times 4 = 0,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Mn}) = (36,82/66) \times 4 = 2,20 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{SUP}_{\text{solo}}(\text{Fe}) = (99,6/41) \times 4 = 9,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

#### ANEXO 7 - Suprimento de nitrogênio pela matéria orgânica do solo

$\text{SUP}(\text{N})_{\text{matéria orgânica (Top secret)}} = \text{para cada 1\% de (MOS), corresponde a 30kg de N}$

$\text{SUP}(\text{N})_{\text{matéria orgânica (Top secret)}} = 22,76 \text{ g kg}^{-1}$  (0 -20cm);  $17,09 \text{ g kg}^{-1}$  (20 -40cm)

Logo;  $= 68,28 + 51,27 = 159,56 \text{ kg de N ha}^{-1}$

$\text{SUP}(\text{N})_{\text{matéria orgânica (Ambience)}} = \text{para cada 1\% de (MOS), corresponde a 30kg de N}$

$\text{SUP}(\text{N})_{\text{matéria orgânica (Ambience)}} = 23,36 \text{ g kg}^{-1}$  (0 -20cm);  $21,94 \text{ g kg}^{-1}$  (20 -40cm)

Logo;  $= 70,08 + 65,82 = 135,90 \text{ kg de N ha}^{-1}$

$\text{SUP}(\text{N})_{\text{matéria orgânica (Attache)}} = \text{para cada 1\% de (MOS), corresponde a 30kg de N}$

$\text{SUP}(\text{N})_{\text{matéria orgânica (Attache)}} = 19,48 \text{ g kg}^{-1}$  (0 -20cm);  $12,54 \text{ g kg}^{-1}$  (20 -40cm)

Logo;  $= 58,44 + 37,62 = 96,06 \text{ kg de N ha}^{-1}$

SUP (N) matéria orgânica (Avalanche) = para cada 1% de (MOS), corresponde a 30kg de N

SUP (N) matéria orgânica (Avalanche) = 17,09g kg<sup>-1</sup> (0 -20cm); 10,96g kg<sup>-1</sup> (20 -40cm)

Logo; = 51,27 + 32,88 = 84,15kg de N ha<sup>-1</sup>

#### ANEXO 8 - Balanço nutricional

“Top secret”

BN = REQ<sub>total</sub> - SUP<sub>total</sub>

BN (N) = 325,94 – 119,56 = 206,38 kg ha<sup>-1</sup>

BN (P) = 39,68 - 41,27 = -1,59 kg ha<sup>-1</sup>

BN (K) = 125,41 - 40,45 = 84,96 kg ha<sup>-1</sup>

BN (Zn) = 1,88 - 0,78 = 1,10 kg ha<sup>-1</sup>

BN (Mn) = 3,44 - 3,12 = 0,32 kg ha<sup>-1</sup>

BN (Fe) = 5,11 - 5,40 = -0,29 kg ha<sup>-1</sup>

“Ambience”

BN (N) = 242,79 – 135,98 = 106,81 kg ha<sup>-1</sup>

BN (P) = 70,42 - 116,86 = -46,44 kg ha<sup>-1</sup>

BN (K) = 111,29 - 43,40 = 67,89 kg ha<sup>-1</sup>

BN (Zn) = 1,11 – 0,87 = 0,24 kg ha<sup>-1</sup>

BN (Mn) = 2,48 - 3,59 = -1,11 kg ha<sup>-1</sup>

BN (Fe) = 3,14 - 8,25 = -5,11 kg ha<sup>-1</sup>

“Attache”

$$\text{BN (N)} = 148,54 - 96,06 = 52,48 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (P)} = 16,68 - 64,99 = -48,31 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (K)} = 97,1 - 44,76 = 52,34 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (Zn)} = 0,94 - 0,47 = 0,47 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (Mn)} = 1,43 - 1,48 = -0,05 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (Fe)} = 1,54 - 9,68 = -8,14 \text{ kg ha}^{-1}$$

“Avalanche”

$$\text{BN (N)} = 294,83 - 84,15 = 210,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (P)} = 30,22 - 30,76 = -0,54 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (K)} = 89,34 - 40,66 = 48,68 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (Zn)} = 0,86 - 0,48 = 0,38 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (Mn)} = 3,03 - 2,23 = 0,80 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$\text{BN (Fe)} = 3,61 - 9,68 = -9,31 \text{ kg ha}^{-1}$$