



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

JOSÉ ARIDIANO LIMA DE DEUS

**SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES PARA O
MELOEIRO COM BASE NO BALANÇO NUTRICIONAL**

**FORTALEZA
CEARÁ – BRASIL
2012**

JOSÉ ARIDIANO LIMA DE DEUS

**SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES PARA O
MELOEIRO COM BASE NO BALANÇO NUTRICIONAL**

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
CEARÁ – BRASIL
2012**

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

-
- D495s Deus, José Aridiano Lima de.
Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para o meloeiro com base no balanço nutricional / José Aridiano Lima de Deus. – 2012.
121 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Mestrado em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2012.
Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.
Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.
Coorientação: Prof.Dr. Júlio César Lima Neves.
1. *Cucumis melo* L.. 2.Meloeiro - Cultura. 3. Meloeiro - Adubação. I. Título.

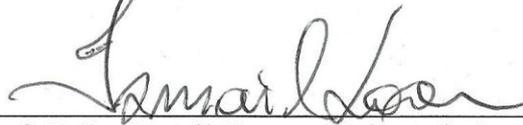
JOSÉ ARIDIANO LIMA DE DEUS

**SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES
PARA O MELOEIRO COM BASE NO BALANÇO NUTRICIONAL**

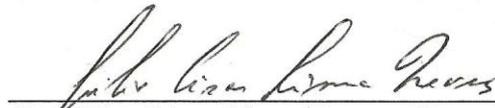
Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Planta, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Aprovada em: 22 / 06 / 2012

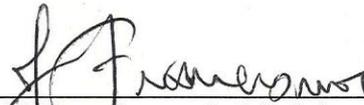
BANCA EXAMINADORA



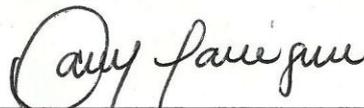
Prof. D.Sc. Ismail Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. D.Sc. Júlio César Lima Neves (Co-orientador)
Universidade Federal de Viçosa – UFV



Prof. D.Sc. José Francismar de Medeiros (Examinador)
Universidade Federal do Semiárido – UFERSA



D.Sc. Carlos Alberto Kenji Taniguchi (Examinador)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Aos meus pais José Arimatéia e Luzirene Maria por todo amor, esforço e dedicação aos meus estudos. A minha querida irmã Adriana Maria pelo carinho. Aos meus avós paternos José Felipe e Rosa de Oliveira e avó materna Luzia Maria por todo o apoio e incentivo. A minha namorada Fabiana de Albuquerque e aos seus pais Bartolomeu Alencar e Maria Berenice, pessoas maravilhosas.

OFEREÇO

Ao meu querido avô Joaquim Rodrigues de Lima (in memoriam) pelo exemplo, caráter e dedicação à família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre estar presente ao meu lado, me protegendo e dando forças para superar todos os obstáculos. Muito obrigado.

À Universidade Federal do Ceará, pelo maravilhoso curso de Pós-Graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas que me proporcionou todo suporte e base para o meu desenvolvimento profissional.

Ao professor Ismail Soares, pela orientação, pelo apoio e pela confiança depositada em mim para a realização não apenas desse trabalho, mas de todos que foram desenvolvidos desde os tempos de graduação. Meus mais sinceros agradecimentos.

Ao professor Júlio César Lima Neves, pela co-orientação, pela ótima recepção na UFV, por prontamente se disponibilizar a participar desse projeto, além de todo incentivo, confiança e auxílio no desenvolvimento desse trabalho.

Ao professor José Francismar de Medeiros, por toda contribuição na disponibilização dos dados que foram cruciais para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao pesquisador Carlos Alberto Kenji Taniguchi, pelas valiosas sugestões e contribuições que foram fundamentais no enriquecimento do presente trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que possibilitou o desenvolvimento de parte da dissertação além da realização de disciplina na UFV, através do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD).

Aos professores das disciplinas que cursei durante o mestrado: Boanerges Aquino, Ismail Soares, Claudivan Lacerda, Marlos Bezerra, Assis Júnior, Jaedson Mota, Mirian Costa, Fernando Hernandez, Reinaldo Cantarutti (UFV) e Víctor Hugo (UFV) por todos os conselhos e ensinamentos.

Aos colegas de curso, Jordânia Gabriel, Naiara Célide, Ana Paula Santos, Alcione Guimarães, Hermes de Paula, Maria Auxiliadora, Rafaela Watanabe, Antonia Arleudina, Eurileny Lucas, Bruno Laércio, Alide Watanabe, Edineide Barbosa, Leo Jakson, Thales Pantaleão, Eudes Pinheiro, Wilson Santos, Ailton Mascarenhas, Daniel Pontes, Virginia Pires e Gisllaine Marques, além dos demais que conheci ao longo desses dois anos.

Aos amigos que fiz quando cursei disciplina na UFV, Sandra Araújo, Járison Nunes e Nicolás Stahringer, especialmente Sandra pela amizade e hospitalidade quando retornei à Viçosa.

Aos amigos dos tempos de Residência Universitária 1601: Hildernando Barreto, César Araújo, Francisco Lobato, Manoel Alves, Orleandro Carlota, Osvaldo Martins e Mocineis Cavalcante.

Aos grandes amigos dos tempos de Agrotécnica, Juliano Fernandes, Jonoenos Soares, Valéria Silva, Rafael Chagas e Ozeas Dias.

À todos que fizeram parte da Escola Zacarias Ferreira de Souza, em Lagoinha – Quixeré – CE, onde fiz o meu ensino fundamental, e que me proporcionou toda base necessária para que eu pudesse prosseguir nos estudos.

À todos que fizeram parte da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – CE, onde residi, e fiz o ensino médio e técnico, sendo o local que me incentivou e motivou para chegar à universidade.

À todos que fizeram parte da Universidade Federal do Ceará, onde fiz minha graduação em Agronomia, e me instigou a sonhar cada vez mais alto.

Por fim, à toda minha família, que sempre me apoiou e incentivou durante o curso, além de todas as pessoas que direta ou indiretamente foram importantes e contribuíram para a realização deste trabalho.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

RESUMO

O meloeiro é uma das cucurbitáceas mais exigentes em relação à adubação, sendo necessários conhecimentos de solo, exigência nutricional e eficiência na utilização de nutrientes, para uma adubação adequada. Objetivou-se a parametrização de um sistema para recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do meloeiro (Ferticalc-Melão) com base no balanço nutricional. O sistema apresenta um módulo para correção da acidez no solo utilizando dois métodos de recomendação de calagem. Para estimar a adubação recomendada o sistema foi subdividido: subsistema requerimento (REQ), que contempla a demanda de nutrientes pela planta, considerando a eficiência de recuperação dos nutrientes aplicados, além de uma dose que atende ao critério de “sustentabilidade” apenas para o nutriente K, e o subsistema suprimento (SUP), que corresponde à oferta de nutrientes pelo solo e água de irrigação. Após a determinação do REQ_{total} e SUP_{total}, realizou-se o balanço nutricional, no qual em resultado positivo (REQ > SUP), recomenda-se a aplicação de fertilizantes, e negativo ou nulo (REQ ≤ SUP), não se recomenda aplicar. Foram feitas simulações para quatro diferentes tipos de meloeiro: Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, numa faixa de produtividade esperada total de 15.000 a 45.000 kg ha⁻¹ considerando diferentes valores de P-rem. O sistema estimou que o Gália foi o menos exigente em P enquanto o Pele-de-sapo mostrou-se mais exigente. Dentre os tipos, o Cantaloupe foi menos exigente em N e Ca, enquanto o Amarelo exigiu menos K, Mg e S. Para os micronutrientes, o Amarelo foi o que menos exigiu Fe, Cu e Zn, enquanto Mn foi menos demandado pelo Cantaloupe. O suprimento dos nutrientes K, Ca e Mg pela água de irrigação foram respectivamente, 23,40; 1.216,00 e 136,08 kg ha⁻¹ para as condições de solo (AS - I) e 6,24; 48,00 e 4,86 kg ha⁻¹ para (AS-II). De maneira geral, o sistema recomendou adubação com macronutrientes para (AS-II) com exceção para Mg e Ca, enquanto para (AS-I) foi recomendado apenas para N e P, em função dos altos teores de K, Ca e Mg no solo e água de irrigação. Comparando com outros métodos o sistema mostrou-se mais dinâmico e flexível nas suas recomendações. Através da análise de sensibilidade do sistema, constatou que a variável que mais influenciou as recomendações foi a produtividade, seguida dos teores de nutriente no solo. O sistema apresentou resultados satisfatórios em relação às recomendações, porém necessita ser avaliado sob condições de campo para seu aperfeiçoamento em futuras versões.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., balanço nutricional, requerimento de nutrientes, suprimento de nutriente, modelagem.

ABSTRACT

The melon is one of cucurbitaceae most demanding in relation to fertilization, being necessary knowledge of soil, nutritional requirements and nutrient use efficiency, for a proper fertilization. The objective was parameterization of a system for recommendation of fertilizers for the melon (Ferticalc-Melon) based on the nutrient balance. The system features a module for soil acidity correction using two methods of liming. To estimate the fertilizer recommended, the system was subdivided: requirement subsystem (REQ), which includes the demand for nutrients by the plant, whereas the efficiency of nutrient recovery, and a dose that meets the criterion of "sustainability" only for the nutrient K, and supply subsystem (SUP), which corresponds to the supply of nutrients from the soil and irrigation water. After determining the REQ amount and SUP amount, held the nutritional balance, in which a positive result ($REQ > SUP$), it is recommended that the application of fertilizer, and negative or zero ($REQ \leq SUP$), not recommended to apply. Simulations were made for four different types of melon: Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, in the range of productivity expected total of 15,000 to 45,000 kg ha⁻¹ considering different values of P-rem. The system estimated that the Gália was the least demanding in P while Pele-de-sapo was the most demanding. Among the types, Cantaloupe was the least demanding in N and Ca, while the Amarelo requires less K, Mg and S. For the micronutrients, Amarelo was the least demanded that Fe, Cu and Zn, whereas Mn was less demanded by Cantaloupe. The supply of nutrients K, Ca and Mg by irrigation water were respectively, 23.40; 1,216.00 e 136.08 kg ha⁻¹ to soil conditions (AS - I) and 6.24; 48.00 and 4.86 kg ha⁻¹ to (AS-II). In general, the system recommended fertilization with macronutrients for (AS-II) except for Mg and Ca, while for (AS-I) was recommended only N and P, due to high levels of K, Ca and Mg in the soil and irrigation water. Compared with other methods the system proved to be more dynamic and flexible in its recommendations. By analyzing the sensitivity of the system, found that the variable that most influenced the recommendations was the productivity, then the nutrient content in soil. The system showed good results in relation to the recommendations, but needs to be evaluated under field conditions for your improvement in future versions.

Key words: *Cucumis melo* L., nutritional balance, nutrient demand, nutrient supply, modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais países produtores de melão no ano de 2010	19
Figura 2 - Evolução na produção, exportação, valor de exportação e ranking mundial nas exportações brasileira de melão.....	20
Figura 3 - Tipos comerciais de melões mais utilizados no Brasil: Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C), Pele-de-sapo (D), Charentais (E) e Honey Dew (F).....	22
Figura 4 - Fluxograma genérico utilizado pelo Ferticalc-Melão para estimar o requerimento de nutrientes pelo meloeiro.....	43
Figura 5 - Doses de P_2O_5 recomendadas* pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da variação percentual do nível crítico do solo	97
Figura 6 - Doses de N, P_2O_5 e K_2O recomendadas* pelo Ferticalc-Melão em função da produtividade esperada, para diferentes tipos de meloeiro.....	98
Figura 7 - Doses de Ca, Mg e S recomendadas* pelo Ferticalc-Melão em função da produtividade esperada, para diferentes tipos de meloeiro.....	99
Figura 8 - Doses de Fe, Cu, Zn e Mn recomendadas* pelo Ferticalc-Melão em função da produtividade esperada, para diferentes tipos de meloeiro.....	100
Figura 9 - Análise de sensibilidade das doses de N recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos, em função da produtividade	102
Figura 10 - Análise de sensibilidade das doses de P_2O_5 recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de P no solo e valor de P-rem	103
Figura 11 - Análise de sensibilidade das doses de K_2O recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de K no solo e na água, além da dose de sustentabilidade.....	103
Figura 12 - Análise de sensibilidade das doses de Ca recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de Ca no solo e na água	104
Figura 13 - Análise de sensibilidade das doses de Mg recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de Mg no solo e na água	104

Figura 14 - Análise de sensibilidade das doses de S recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de S	105
Figura 15 - Análise de sensibilidade das doses de Fe recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de Fe.....	105
Figura 16 - Análise de sensibilidade das doses de Cu recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de Cu	106
Figura 17 - Análise de sensibilidade das doses de Mn recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de Mn	106
Figura 18 - Análise de sensibilidade das doses de Zn recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de Zn no solo e valor de P-rem.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Acúmulos médios de macronutrientes em plantas de melão do tipo Amarelo ¹	30
Tabela 2 - Recomendação de adubação mineral para todo ciclo de meloeiro irrigado	30
Tabela 3 - Detalhamento da recomendação de adubação mineral para todo ciclo de meloeiro de acordo com o período fenológico	31
Tabela 4 - Recomendação de adubação com micronutrientes de acordo com o teor no solo para a cultura do meloeiro	31
Tabela 5 - Peso da matéria seca da parte aérea total, flores e frutos, em função da idade	34
Tabela 6 - Peso da matéria seca da parte aérea total e frutos, além de extração de nutrientes aos 69 dias após a semeadura em meloeiro Pele-de-sapo.....	35
Tabela 7 - Peso da matéria seca da parte aérea total, flores e frutos, em função da idade	36
Tabela 8 – Acúmulo de matéria seca de folhas + ramos e da parte aérea total e extração de nutrientes aos 69 dias após a semeadura em meloeiro Pele-de-sapo.....	36
Tabela 9 – Valor médio de \hat{Y} em função da textura do solo	41
Tabela 10 - Coeficiente de utilização biológica no fruto (CUB_F) * para os diferentes tipos de meloeiro utilizados no Ferticalc-Melão	45
Tabela 11 - Índice de colheita do nutriente (ICNut) * para os diferentes tipos de meloeiro utilizados no Ferticalc-Melão	46
Tabela 12 - Taxa de recuperação do nutriente pela planta (TRpl) de meloeiro em percentagem para os diferentes nutrientes adotados pelo ¹ FERTICAL-Melão	47
Tabela 13 - Taxa de recuperação do nutriente pelo extrator adotado pelo Ferticalc-Melão	52
Tabela 14 – Análises químicas e físicas dos solos utilizados para recomendações de calagem e adubação pelo sistema Ferticalc-Melão.....	53
Tabela 15 - Análises químicas de água utilizadas para recomendação de adubação pelo sistema Ferticalc-Melão.....	55
Tabela 16 - Recomendações do Ferticalc-Melão para distribuição da adubação em fundação e em cobertura com base na recomendação total	56
Tabela 17 – Recomendações para distribuição da adubação N, P e K em cobertura (fertirrigação) ¹	58
Tabela 18 – Recomendações para distribuição da adubação de Ca, Mg e S em cobertura (fertirrigação) ¹	59
Tabela 19 - Valores de pH inicial e final, fator capacidade tampão (\hat{Y}), variação estimada do pH (Δ pH) e necessidade de calagem (NC)	62

Tabela 20-Requerimento total de P pelo meloeiro para a obtenção da produtividade esperada	64
Tabela 21 - Requerimento total de N, K, Ca, Mg e S pelo meloeiro para a obtenção da produtividade esperada	68
Tabela 22 - Requerimento total de Fe, Cu, Zn e Mn pelo meloeiro para a obtenção da produtividade esperada	69
Tabela 23 - Suprimento de macronutrientes pelo solo, em função do P-rem com base nas análises de solo	72
Tabela 24 - Suprimento de K, Ca e Mg, com base nas análises químicas de água	73
Tabela 25 - Suprimento total de macronutrientes com base nas análises de solo (AS-I) e água, em função do P-rem (exemplo 1)	74
Tabela 26 - Suprimento total de macronutrientes com base na análise de solo (AS-I), sem o uso da análise de água em função do P-rem (exemplo 2).....	75
Tabela 27 - Suprimento total de macronutrientes com base nas análises de solo (AS-II) e água, em função do P-rem (exemplo 3)	76
Tabela 28 - Suprimento total de macronutrientes com base na análise de solo AS-II, sem o uso da análise de água em função do P-rem (exemplo 4).....	77
Tabela 29 - Suprimento de micronutrientes pelo solo, em função do P-rem com base nas análises de solo	78
Tabela 30 - Balanço nutricional de macronutrientes com base em nas análises química de solo e água.....	79
Tabela 31 - Balanço nutricional de micronutrientes com base em nas análises química de solo e água.....	82
Tabela 32 – Recomendação total de macronutrientes e distribuição na adubação em fundação e em cobertura (Fertirrigação)	84
Tabela 33 - Distribuição do total recomendado em cobertura (Fertirrigação) para macronutrientes em kg ha ⁻¹ para o tipo amarelo	87
Tabela 34-Recomendação de micronutrientes com base nas análises química do solo e água	89
Tabela 35 – Comparação da recomendação de macronutrientes pelo Ferticalc-Melão com outros métodos.....	91
Tabela 36 – Comparação da recomendação de micronutrientes pelo Ferticalc-Melão com outros métodos.....	94
Tabela 37 - Nível crítico de P para atingir a produtividade esperada em função do P-rem	95
Tabela 38 - Nível crítico de nutrientes no solo para atingir a produtividade esperada	96
Tabela 39 - Faixa de variação utilizada para análise de sensibilidade do Ferticalc-Melão....	102

SUMÁRIO

1.0 – INTRODUÇÃO	15
2.0 – HIPÓTESE	17
3.0 – OBJETIVO	17
3.1 – Geral	17
3.2 – Específico	17
4.0 – REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1 – Aspectos gerais sobre o meloeiro	18
<i>4.1.1 – Origem, taxonomia e classificação</i>	18
<i>4.1.2 – Importância econômica</i>	18
4.2 – Aspectos de cultivo do meloeiro	21
<i>4.2.1 – Cultivares e híbridos</i>	21
<i>4.2.2 – Plantio</i>	23
<i>4.2.3 – Fertirrigação</i>	24
<i>4.2.4 – Crescimento e desenvolvimento do meloeiro</i>	25
<i>4.2.5 – Colheita e pós-colheita</i>	25
4.3 – Aspectos nutricionais do meloeiro	27
<i>4.3.1 – Exigência nutricional do meloeiro</i>	27
<i>4.3.2 – Macronutrientes</i>	27
<i>4.3.3 – Micronutrientes</i>	28
<i>4.3.4 – Dinâmica de absorção e distribuição de nutrientes na planta e acúmulo de matéria seca</i>	29
<i>4.3.5 – Atuais formas de recomendação na adubação do meloeiro</i>	30
4.4 – Sistema Ferticalc	32
<i>4.4.1 – Demanda de nutrientes pela planta</i>	33
<i>4.4.1.1 – Componente exportável</i>	34
<i>4.4.1.2 – Demais componentes</i>	35
<i>4.4.2 – Fornecimento de nutriente pelo solo</i>	36
<i>4.4.3 – Sustentabilidade</i>	37
<i>4.4.4 – Comparação de recomendações do Ferticalc com outros métodos</i>	37
5.0 – MATERIAL E MÉTODOS	39
5.1 – Desenvolvimento do Sistema Ferticalc–Melão	39
5.2 – Necessidade de Calagem	39

5.3 – Subsistemas do Ferticalc–Melão	43
<i>5.3.1 – Sistema Requerimento</i>	43
<i>5.3.2 – Sistema Suprimento</i>	50
<i>5.3.2.1 – Suprimento de nutrientes pelo solo</i>	51
<i>5.3.2.2 – Suprimento de nutrientes pela água de irrigação</i>	53
5.4 – Cálculo da dose de nutriente a aplicar	55
<i>5.4.1 – Adubação de fundação e cobertura</i>	56
5.5 – Simulações do sistema e análise de sensibilidade	60
6.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
6.1 – Recomendação de calagem pelo Ferticalc-Melão	61
6.2 – Subsistemas requerimento e suprimento de nutriente pela planta	63
<i>6.2.1 – Requerimento total de nutriente pela planta</i>	63
<i>6.2.2 – Suprimento total de nutriente pelo solo e água de irrigação</i>	70
6.3 – Balanço nutricional pelo Ferticalc-Melão	78
6.4 – Recomendações de adubação pelo Ferticalc-Melão	82
6.5 – Comparação com outros métodos de recomendação de adubação	89
6.6 – Análise de sensibilidade	101
7.0 – CONCLUSÕES	108
REFERÊNCIAS	109

1.0 – INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das culturas de maior importância econômica no país, sendo no mercado de frutas frescas umas das principais no rol das exportações brasileiras. Sua importância se eleva no que diz respeito às principais áreas produtoras, que se encontra em quase sua totalidade no semiárido nordestino, promovendo o desenvolvimento econômico através da geração de emprego e renda em uma das regiões mais carentes do país.

Na região Nordeste há dois principais polos de produção, no qual um se destina ao mercado externo e está localizado na divisa entre os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, na Chapada do Apodi, enquanto o outro se destina ao mercado interno e encontra-se na divisa dos estados da Bahia e Pernambuco, no submédio vale do Rio São Francisco.

A cultura exige elevado nível tecnológico para sua condução no campo e em pós-colheita, tendo em vista a alta exigência do mercado na obtenção de frutos de boa qualidade em relação ao tamanho, formato, cor da casca e ao teor de sólidos solúveis. Segundo Haynes (1985), o fator decisivo para a obtenção de altas produtividades e frutos de boa qualidade do meloeiro é a disponibilidade de nutrientes no solo.

Entre as cucurbitáceas o melão é a mais exigente em relação à adubação, na qual para efetuarla de forma adequada são necessários conhecimentos de solo, exigências nutricionais da planta e dos nutrientes que devem ser aplicados, sempre considerando à época e modo de aplicação, a quantidade e a fonte de cada nutriente (FARIA; FONTES, 2002).

Atualmente, as principais formas de recomendações de adubação para a cultura do meloeiro no país baseiam-se no uso de tabelas de recomendação com base na análise de solo, ou testes com adubação realizada nas áreas produtoras por médios e grandes produtores, sendo essa última tratada como “segredo de estado” (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002).

Essas formas de recomendação da adubação, em especial as tabelas, foram e são de grande importância para atingir os status de produtividade que a cultura possui hoje. Entretanto, o uso das mesmas apresenta alguns inconvenientes como, restrição geográfica, baixa flexibilidade, alto custo, não varia com a produtividade esperada, com teor e capacidade tampão do nutriente no solo, apresentado dessa forma ausência de perspectivas futuras para evolução das mesmas.

Basicamente, um bom método de recomendação deve levar em consideração informações sobre exigência nutricional da cultura, disponibilidade de nutrientes no solo e a

produtividade esperada, não esquecendo, da correta reposição de nutrientes no solo no intuito de garantir a manutenção da fertilidade natural.

Dessa forma, percebe-se que a necessidade de um programa de recomendação de corretivos e fertilizantes deve promover a correta reposição e manutenção dos nutrientes no solo, que são absorvidos pela cultura do meloeiro e exportados da área de cultivo.

Com base no exposto, Novais e Smyth (1999) propuseram a substituição das atuais tabelas de recomendação por um sistema de cálculo com maior base científica, de aplicação mais abrangente, sem restrições regionalistas e aberto a crescente aperfeiçoamento, através da lógica de sua constituição.

Atualmente, este sistema já contempla algumas culturas de importância agrícola no país, através de trabalhos desenvolvidos pelo Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Desta forma, busca-se a inclusão do meloeiro a esse sistema, devido sua importância econômica no país, como também pela necessidade de adoção as novas tecnologias que visam reduzir custos de ordem financeira e ambiental, além de melhorar a produtividade atual da presente cultura.

2.0 – HIPÓTESE

Com base na filosofia de balanço nutricional através do uso de modelos mecanísticos e empíricos, é possível desenvolver um sistema capaz de quantificar a demanda de nutrientes pela planta para alcançar uma dada produtividade.

3.0 – OBJETIVO

3.1 – Geral

Parametrização do sistema de Recomendação de Corretivos e Fertilizantes para a cultura do meloeiro (Ferticalc-Melão), desenvolvido a partir de dados disponíveis na literatura relacionada à nutrição mineral da presente cultura.

3.2 – Específico

- a) reunir e sistematizar dados e informações relacionadas à eficiência de utilização de nutrientes no meloeiro;
- b) sugerir uma moldura de cálculos que se adéqua a informatização, para recomendação de corretivos e fertilizantes no meloeiro na forma de aplicativo;
- c) estimar a quantidade de nutrientes necessários para obter uma produtividade específica, que varie continuamente com a produtividade esperada, teores de nutrientes na água de irrigação, além dos teores e capacidade tampão dos nutrientes no solo;
- d) recomendar a dose de corretivos e fertilizantes por meio de simulações, conforme resultados de análises de solo e água.

4.0 – REVISÃO DE LITERATURA

4.1 – Aspectos gerais sobre o meloeiro

4.1.1 – Origem, taxonomia e classificação

A origem do meloeiro ainda não foi totalmente elucidada, devido à existência de teorias com centros de origem bastante diferentes. Segundo Mallick e Massui (1986), a dificuldade de se determinar com exatidão o centro de origem desta cultura, está na existência de um único continente, denominado de Pangéia, e que depois se fragmentaria, formando os atuais continentes. Com base nesta teoria, o provável centro de origem do gênero *Cucumis* seria o Sudoeste da África e a Índia peninsular, mais precisamente na Índia, Arábia e Irã. Essa teoria se firma em estudos de diversos autores relatado por Mallick e Massui (1986), na qual foram encontrados tipos idênticos de meloeiro nestas regiões e suas adjacências.

O meloeiro é uma angiosperma na qual sua classificação taxonômica corresponde a Classe: Dicotyledoneae, Ordem: Cucurbitales, Família: Cucurbitaceae, Subfamília: Cucurbitioideae, Tribo: Melothriaceae, Subtribo: Cucumerinae e o Gênero *Cucumis* (JEFFREY, 1990).

Devido a grande diversidade de genótipos e fenótipos de melões cultivados em todo mundo, o meloeiro apresenta diversas classificações, sendo atualmente a mais aceita para espécie *Cucumis melo*, a sugerida por Robinson e Dereck-Walters (1997), dividindo a espécie em seis variedades ou grupos botânicos: *cantaloupensis*, *inodorus*, *conomon*, *dudaim*, *flexuosus* e *momordica*.

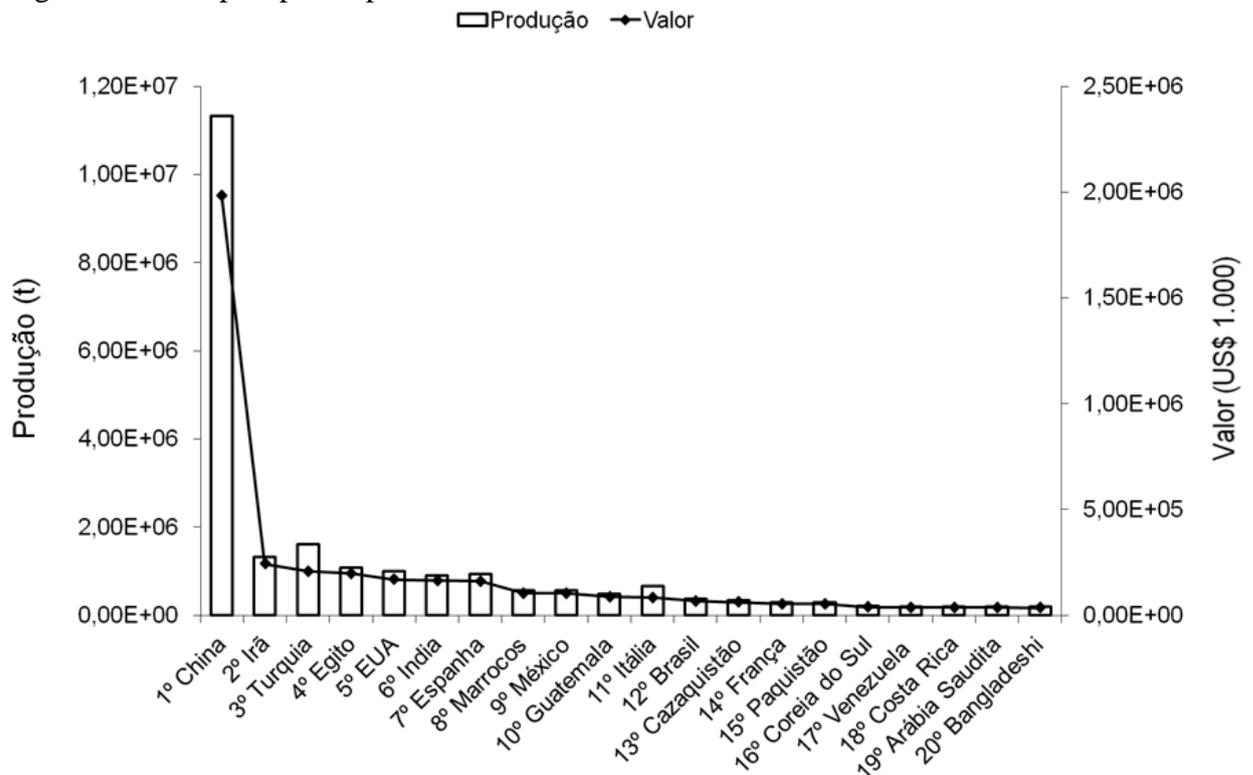
No Brasil, os principais tipos comerciais de melão pertencem à variedade *Cucumis melo* var. *inodorus* Naud, que correspondem aos melões sem aroma, por isto a denominação inodoros, e o *Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud, sendo a grande maioria representados por melões que apresenta aroma denominados de aromáticos (ARAGÃO, 2011).

4.1.2 – Importância econômica

O meloeiro é cultivado em diversas partes do mundo, sendo China, Irã e Turquia os principais países produtores no ano de 2010 (FAOSTAT, 2012) que juntas detêm mais de 60% da produção mundial, somente a China foi responsável por mais de 50% (Figura 1),

entretanto os mesmos não figuram entre os maiores exportadores, sendo Espanha, Guatemala, Brasil, EUA e México no ano de 2009 (FAOSTAT, 2012). O Brasil já chegou ao patamar de 2º maior exportador de melão nos anos de 2007 e 2008, caindo para 3º no ano de 2009 (Figura 2).

Figura 1 - Principais países produtores de melão no ano de 2010



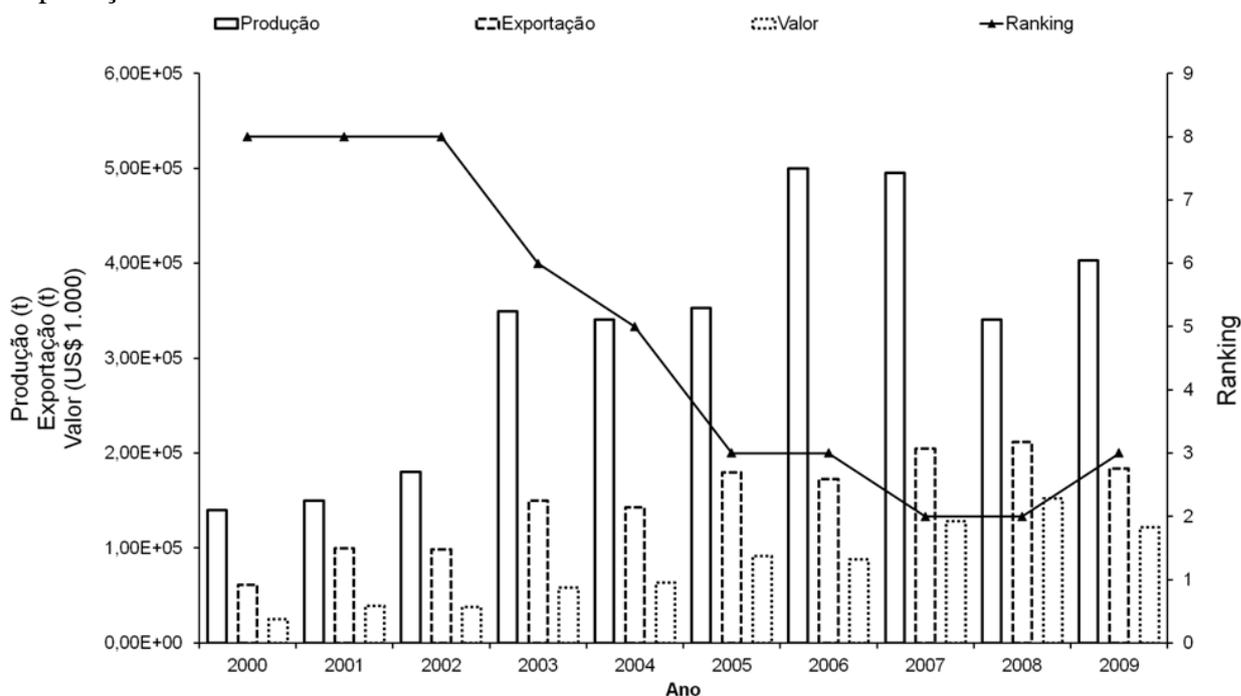
Fonte: FAOSTAT (2012)

Na safra de 2008 houve decréscimo significativo na produção de melão em relação ao ano de 2007, sendo esse fato atribuído a saída desse segmento de umas das principais empresas produtoras, situada em Mossoró-RN. Nesta ocasião, o estado do Ceará assumiu a liderança em produção e nas exportações brasileira dessa fruta, com produção de 170.424 t (54% da produção país), e área plantada de 6.803 hectares (52% do total cultivado no país), atingindo um valor da produção de R\$ 150.887.000, com rendimento médio de 25.051 kg ha⁻¹. O Estado do Rio Grande do Norte, nesse mesmo ano, produziu 100.584 t de melão (32% da produção total do país) em 3.591 hectares (27% do total cultivado no país), com valor da produção de R\$ 53.513.000 (IBGE, 2010; PONTES FILHO, 2010).

Segundo dados do Serviço de Comércio Exterior (SECEX, 2011), no que se refere ao mercado de frutas frescas, nos anos de 2009 e 2010, o melão foi a fruta, em volume, mais exportada pelo país, sendo a 1º em valor de exportação no ano de 2009, e a 2º no ano de 2010

ficando atrás apenas da uva, devido ao câmbio desfavorável aliado a crise financeira na União Europeia (principal importador do melão brasileiro). Nesse período houve queda de 0,10% no valor das exportações e 3,31% no volume exportado da fruta.

Figura 2 - Evolução na produção, exportação, valor de exportação e ranking mundial nas exportações brasileira de melão



Fonte: FAOSTAT (2012)

A cultura do melão foi implantada comercialmente no Brasil em meados da década de 60, nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo. Neste período, o mercado interno era abastecido quase na sua totalidade por importações de frutos provenientes do Chile e Espanha (ARAÚJO; VILELA, 2002). As regiões Sul e Sudeste logo perderam a expressividade na produção do melão devido aos fatores ambientais que limitaram a produtividade e a qualidade do produto (DIAS *et al.*, 1998). Além disto, deu-se início aos cultivos comerciais na região Nordeste, que apresenta ótimas condições de clima (alta insolação e baixa pluviosidade) para cultura.

No Brasil, a região Nordeste se destaca na produção de melão, na qual detém 95% da produção nacional, correspondente aos estados de Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Bahia (DANTAS, 2010), e destes, o primeiro e o segundo despontam como os principais produtores e exportadores do país.

Vale salientar que os estados do Rio Grande do Norte e Ceará são privilegiados por serem livres da mosca das cucurbitáceas (*Anastrepha grandis*), além da comercialização

ser favorecida devido ao auge de sua safra ocorrer de setembro a janeiro, que coincide com a entressafra mundial (SENAR, 2007). Daí, o grande potencial da região nas exportações brasileiras.

4.2 – Aspectos de cultivo do meloeiro

4.2.1 – Cultivares e híbridos

Um das primeiras decisões que agricultor deve tomar, para conseguir obter sucesso com a cultura do melão ou qualquer outra cultura é a escolha do material genético que será utilizado. Segundo Costa e Silva (2002), o agricultor deve levar em consideração principalmente a exigência do mercado a facilidade de comercialização, além das características agrônômicas, susceptibilidade às doenças e pragas, conservação pós-colheita, resistência ao transporte, procedência e disponibilidade de sementes.

Para Sousa *et al.* (1999), o produtor de melão deve avaliar as características das cultivares de polinização aberta ou híbridos disponíveis no mercado, tais como: potencial produtivo, duração dos estádios de desenvolvimento (vegetativo, reprodutivo) e características do fruto (formato, peso médio, espessura da polpa e da casca, sabor, aroma, conteúdo de sólidos solúveis e textura).

A variação fenotípica é umas das principais características do gênero *Cucumis* (BATES; ROBSON, 1995). Segundo Stepansky, Kovalski e Perl-Treves (1999), o meloeiro apresenta frutos com grande variabilidade de formas, peso, sabor, superfície da casca e coloração tanto da casca quanto da polpa, além da presença ou não de aroma.

Dessa forma, para facilitar a comercialização dos frutos, o meloeiro é classificado por “tipos”, com características fenotípicas semelhantes de frutos, e de fácil identificação e diferenciação dos demais (ARAGÃO, 2011). Os seis tipos de melão mais produzidos comercialmente no Brasil são:

- a) Amarelo - são inodoros, possui casca amarela e polpa branco-creme, sendo também conhecido como Amarelo Espanhol ou Valenciano (Figura 3A).
Exemplos de cultivares e híbridos: AF-4945, Canarian, Dourado, Dry 9150, Eldorado 300, Favo, Goldex, Goldmine, Iracema, Louro, Meloro, Natal, Primax, SF 6/01, SF 10/00, Soleares e Vereda;
- b) Cantaloupe - são aromáticos, possui frutos esféricos, com ou sem suturas e com polpa de coloração salmão (Figura 3B).

Exemplos de cultivares e híbridos: Acclaim, Coronado, Florentino, Hy-Mark, Olympic Express, Rock, Ropey King, Sedna e Torreon;

- c) Gália - são aromáticos com pouca reticulação, frutos de forma arredondada, casca amarelada quando maduro e polpa branco-esverdeada (Figura 3C).

Exemplos de cultivares e híbridos: Amaregal, Cyro, Denny, Estoril, Galileu e McLaren;

- d) Pele-de-sapo - são inodoros, possui casca e polpa verdes com frutos de tamanho grande e polpa de consistência firme (Figura 3D).

Exemplos de cultivares e híbridos: Daimiel, Medelin, Meloso, Sancho, SF 15/00 e Tendency;

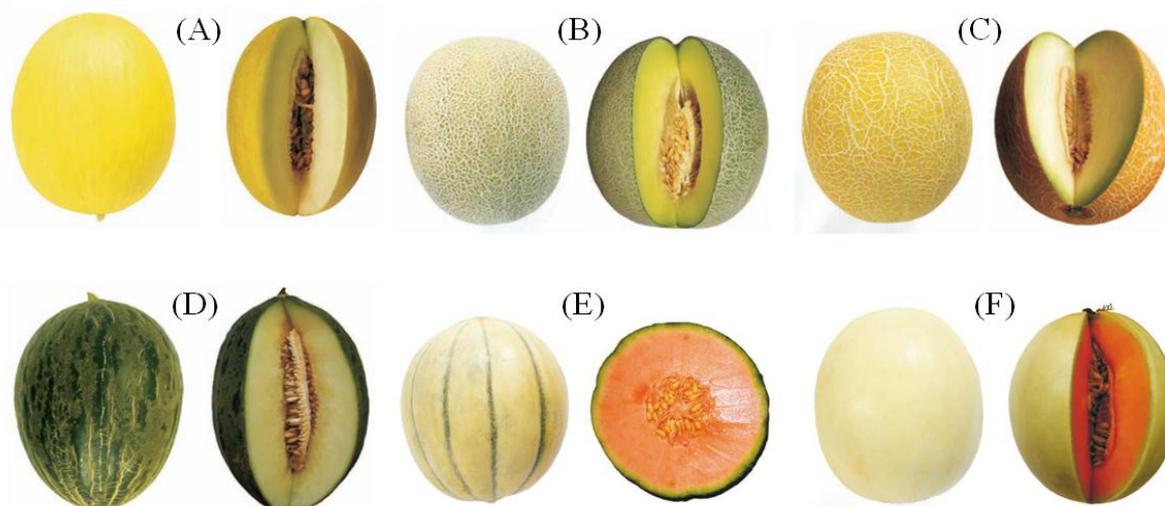
- e) Honey Dew - são inodoros, possui casca lisa de cor variando de branco a amarelo, a polpa pode ter coloração verde, salmão ou branca (Figura 3E).

Exemplos de cultivares e híbridos: Athenas, Orange County, Royal Sweet e Saturno;

- f) Charentais - são aromáticos, podendo apresentar frutos globulares ou arredondados com a presença de gomos e rendilhamento, com polpa espessa de coloração variando de laranja a salmão (Figura 3F).

Exemplos de cultivares e híbridos: Apodi, Concorde, Magrite, Mehary e Sunrise.

Figura 3 - Tipos comerciais de melões mais utilizados no Brasil: Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C), Pele-de-sapo (D), Charentais (E) e Honey Dew (F).



Fonte: Cultivo de melão: manejo, colheita, pós-colheita e comercialização/Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR – Brasília: SENAR, 2007.

Com relação ao melão tipo Cantaloupe, há atualmente, uma divisão em subtipos, Cantaloupe Italiano, Cantaloupe Americano e Cantaloupe Harper, sendo esse último o subtipo que mais vem ganhando espaço no mercado. Nos últimos anos, vem ocorrendo uma introdução do melão Cantaloupe subtipo Harper nas principais regiões produtoras com o propósito de substituir o tipo americano, que apresenta curta vida de pós-colheita e valor de brix médio (DAMASCENO, 2011).

4.2.2 – *Plantio*

O método de plantio mais utilizado pela cultura do melão é por meio da semeadura direta, ou seja, a semeadura em local definitivo, entretanto, essa prática vem sendo gradativamente substituída pelo método do transplântio, que consiste na transferência da muda do seu local de origem para o campo. Esse fato está relacionado principalmente ao elevado custo das sementes em especial de híbridos. O transplântio de mudas apresenta como vantagem o menor custo de produção, devido a menor necessidade de sementes em comparação a semeadura direta (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Com relação à época de plantio, pode haver variação principalmente em função das condições climáticas. Para Costa e Silva (2002), a época mais adequada é aquela em que, durante todo o ciclo da cultura, ocorrem condições climáticas favoráveis. Estes mesmos autores destacam que deve ser considerada características da região como clima, localização, altitude e época do ano.

No polo de produção de melão localizado entre os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, o plantio vem sendo realizado no período não chuvoso, entre os meses de junho/julho a novembro/dezembro, e em razão do ciclo curto é realizado mais de um cultivo por ano nessa região (SILVA ; COSTA; CARRIJO, 2002).

Em geral, para outras regiões que apresentam clima frio, o plantio é feito entre os meses de outubro a fevereiro, enquanto regiões de clima ameno, no período de agosto a março, enquanto em regiões de clima quente, o plantio pode ser feito durante o ano todo, porém, devem ser evitadas as épocas onde possa ocorrer chuvas intensas (COSTA; SILVA, 2002).

Além dos fatores climáticos, é importante considerar a variação de preços do melão ao longo do ano, tanto no mercado interno como externo, sendo estas umas das principais razões do sucesso do Brasil nas exportações, pois a entressafra no mercado mundial

acontece entre os meses de setembro a janeiro, período esse ideal para o cultivo do melão na região Nordeste (SENAR, 2007).

4.2.3 – Fertirrigação

A aplicação de fertilizante via água de irrigação (fertirrigação) é importante, pois facilita a aplicação das quantidades dos nutrientes exigidos pelas culturas em cada fase de seu ciclo. A fertirrigação, prática comum nos cultivos tecnificados na região Nordeste, aliada à irrigação localizada são componentes que asseguram o sucesso no cultivo de melão na região do semiárido brasileiro, sem a qual seria impossível a produção em escala e obtenção de produtos de boa qualidade para a exportação (BRAGA *et al.*, 2011).

A fertirrigação consiste na aplicação de fertilizantes via água de irrigação, fornecendo os nutrientes na região radicular das culturas, conforme sua curva de absorção, permitindo que a concentração na solução do solo seja suficiente para atender a absorção da cultura em quantidades e proporções adequadas (MEDEIROS, 2008). Pinto, Brotel e Feitosa Filho (1997) destacam a importância de se determinar as doses ótimas de nutrientes para ser aplicado por meio dessa prática para as culturas.

A fertirrigação é um dos principais fatores no aumento de produtividade e na redução nos custos de produção da cultura (DANTAS, 2010), tendo em vista que o meloeiro é altamente exigente em água e nutrientes.

A adubação via água de irrigação é comprovadamente eficiente no aumento de produtividade, melhoria da qualidade dos frutos, redução de mão de obra, consumo de energia e gastos com equipamentos, sem contar na maior eficiência na utilização de nutrientes, principalmente os mais móveis (COSTA *et al.*, 1986; FARIA *et al.*, 2000).

No entanto, apesar da melhoria na produtividade e maior eficiência na utilização de nutrientes, é uma técnica avançada que exige elevado conhecimento teórico para atingir todo seu potencial.

De modo geral, o tempo de fertirrigação deve estar entre 50 a 70% do tempo de irrigação, para que ocorra pressurização do sistema e a lavagem da tubulação após a aplicação dos fertilizantes (MEDEIROS, 2008).

4.2.4 – Crescimento e desenvolvimento do meloeiro

Por ser uma cultura que apresenta alto valor agregado num período de tempo relativamente curto, em média de 70 dias, esta cultura tem atraído desde pequenos produtores às grandes empresas, expandido a cada ano a área plantada (DANTAS, 2010).

O meloeiro é uma cultura de ciclo curto. A acumulação de matéria seca da planta apresenta um padrão, na qual, verifica-se um crescimento inicial lento até 15 dias após a germinação, depois deste período intensifica-se, atingindo maiores incrementos de crescimento entre 30 e 45 dias e a maturação dos frutos ocorre entre 70 a 75 dias após a sementeira (FARIA; FONTES, 2002).

No Pele-de-sapo o acúmulo máximo de matéria seca ocorre no período entre 30 e 45 dias após o transplante (MEDEIROS *et al.*, 2012), além disso, constataram que ao final do ciclo da cultura os frutos foram os drenos principais de fotoassimilados, seguidos das folhas e do caule.

O monitoramento do crescimento e desenvolvimento da cultura, é um importante meio de otimizar as práticas de manejo, como fornecimento adequado da lâmina de irrigação para cada fase fenológica da cultura (FARIAS *et al.*, 2003) e de nutrientes (HAAG *et al.*, 1981; PRATA, 1999).

Estudando curvas de acúmulo de matéria seca e absorção de macronutrientes (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2006), demonstram que essas são ferramentas importantes que podem ser utilizadas para estabelecer a dose diária a ser aplicada em fertirrigação e, conseqüentemente, a melhor forma de parcelamento dos nutrientes de acordo com o ritmo de crescimento e de absorção dos nutrientes pela cultura.

4.2.5 – Colheita e pós-colheita

O ponto de colheita do meloeiro leva em consideração alguns indicadores como desenvolvimento da zona de abscisão do pedúnculo, mudança na coloração e firmeza da casca, além do mais utilizados, que são idade dos frutos e teor de sólidos solúveis totais (°Brix) (PRATT, 1971; MORETTI; ARAÚJO, 2002). Esses fatores sofrem grande influência do clima, pois sob condições ambientais da Espanha e dos Estados Unidos, o período de cultivo é superior a 100 dias, enquanto que no do Nordeste do Brasil, os mesmos genótipos atingem o ponto de colheita com idade inferior a 70 dias (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002).

Para realizar a colheita no meloeiro é necessário levar em consideração diversos fatores, em especial os frutos que apresentam vida útil relativamente curta e quando se objetiva transportá-los por longas distâncias, como é o caso de frutos de melão para exportação (GOMES JÚNIOR *et al.*, 2001).

A qualidade de frutos em meloeiro envolvem diversos atributos relacionados à precocidade, concentração de produção, aparência do fruto, qualidade da polpa e armazenamento (McCREIGHT; NERSON; GRUMET, 1993; VARGAS *et al.*, 2010). Sendo constatado por diversos autores influência positivo da adubação sobre a qualidade de frutos (WELLS; NUGENT, 1980; DUTRA, 2005; CALLEGARI, 2009; COSTA *et al.*, 2010).

A pós-colheita é a fase em que os frutos serão selecionados e classificados de acordo com o destino de mercado, sendo nessa fase feita a padronização por meio da qualidade dos frutos. As principais características avaliadas que determina a qualidade pós-colheita dos frutos de melão são: °Brix, firmeza da polpa, perda de peso e as aparências externa e interna (GOMES JÚNIOR *et al.*, 2001).

Dessa forma, as etapas que se seguem após a colheita do fruto no campo é o transporte até os *packing-houses*, onde os frutos são selecionados, classificados, embalados e armazenados até serem transportados para sua comercialização.

Após a recepção nos *packing-houses* é realizada a limpeza, retirando materiais estranhos aderidos aos frutos. Em seguida é feita a seleção com base na ausência de danos mecânicos, manchas, ataque de pragas ou doenças dentre outros, enquanto que a classificação é realizada através das características do cultivar, coloração da casca, °Brix, firmeza do fruto e peso e tamanho (MORETTI; ARAÚJO, 2002). Conforme esses autores, a classificação quanto ao tamanho é feito por meio do agrupamento de frutos de tamanho semelhantes, na qual é designado de tipo, que varia do tipo 5 ao 14, que corresponde a 5 e 14 frutos acomodados numa mesma caixa, respectivamente. Já a classificação por meio do °Brix varia conforme o tipo de meloeiro sendo necessário que os frutos apresentem entre 10 e 12, 12 e 14, e próximo a 10 para os tipos Amarelo, Gália e Cantaloupe, respectivamente. Finalmente, os frutos são embalados, formados os paletes e armazenados até que sejam transportados para comercialização.

4.3 – Aspectos nutricionais do meloeiro

4.3.1 – Exigência nutricional do meloeiro

Dentre as cucurbitáceas, o meloeiro é uma das culturas mais exigentes com relação à adubação (FARIA; FONTES, 2002). Segundo Silva *et al.* (2000), o potássio (K) e o nitrogênio (N) são os dois nutrientes mais extraídos pelo meloeiro, e juntos, correspondem a mais de 80% do total de nutrientes extraídos pela planta, com valores em torno de 45 e 38% respectivamente.

Entretanto, os nutrientes K, N e cálcio (Ca) apresentam diferenças na absorção e acumulação dos mesmos pela planta, como observado em trabalhos de Rincon *et al.* (1998), com o cultivar Toledo, na qual a absorção de nutrientes seguiu a seguinte ordem: N > K > Ca > magnésio (Mg) > fósforo (P), com produtividade de 53 t ha⁻¹. Por outro lado, Canato, Barbosa e Cecílio Filho (2001) verificaram que o Ca foi o nutriente mais acumulado na parte aérea da planta, seguido do K, N, Mg, P e enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu). Já em meloeiro do tipo Pele-de-sapo fertirrigado com doses de N e K, Silva Júnior (2005) obteve a seguinte sequência de extração dos nutrientes: K > Ca > N > P > Mg. Esta diferença pode ser devido à diferença genética entre os cultivares, como também no manejo nutricional dado a cultura (GLASS, 1989).

4.3.2 – Macronutrientes

O N é bastante extraído pelo meloeiro, sendo muito importante para a qualidade do fruto, influenciando na consistência da polpa, coloração e formação dos frutos (BHELLA; WILCOX, 1986). O mesmo exerce ainda influência no crescimento e desenvolvimento, tendo efeito direto nas relações fonte-dreno por alterar a distribuição de assimilados entre a parte vegetativa e reprodutiva (HUETT; DETTMANN, 1991). O N promove modificações morfofisiológicas na planta, estando relacionado com a fotossíntese, desenvolvimento e atividades das raízes, absorção iônica de nutrientes, crescimento e diferenciação celular (CARMELLO, 1999). Além de influenciar no percentual de suco, teor de sólidos solúveis totais, acidez total e espessura da casca (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002).

Com relação ao P, o mesmo possui papel fundamental no crescimento e desenvolvimento do meloeiro (AMORIM *et al.*, 2008), por atuar diretamente sobre a fase

reprodutiva da planta, aumentando o número de frutos e o teor total de sólidos solúveis (NEGREIROS *et al.*, 2003).

O K é o macronutriente mais extraído pelo meloeiro (VITTI *et al.*, 1995), atuando de forma direta sobre a massa dos frutos devido à importância do K na translocação dos carboidratos. De acordo com Menezes *et al.* (2000), o K aumenta o tamanho, a espessura da casca e a acidez dos frutos, melhorando a qualidade e aumentando a resistência ao transporte e armazenamento, além de conferir resistência ao ataque de pragas e doenças e resistência às temperaturas adversas. O mesmo atua ainda, como catalisador de algumas reações enzimáticas, e está envolvido com a turgidez das células, abertura e fechamento dos estômatos, e no processo de síntese e acumulação de carboidratos (CARRIJO *et al.*, 2004).

Da mesma forma como K e N, o Ca é bastante exigido pelo meloeiro (CANATO; BARBOSA; CECÍLIO FILHO, 2001). O Ca é importante para obtenção de frutos de boa qualidade tanto na aparência, com a redução da podridão apical, como no aumento da vida de prateleira (LESTER, 1996). De acordo com Martinez, Carvalho e Souza (1999) e Cantón (1999), a concentração de Ca na folha de melão varia de 20 a 70 g kg⁻¹.

Já o Mg, é importante na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA. O Mg também faz parte da estrutura da molécula de clorofila. Outra função importante deste nutriente está no fato de aumentar a absorção de P na forma de H₂PO₄⁻ pela planta, sendo que o mesmo atua como “carreador de fosfato”, o qual se explica possivelmente pela sua participação na ativação de ATPases da membrana envolvidas na absorção iônica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Segundo Taiz e Zeiger (2004), a deficiência desse nutriente é caracterizada por clorose entre as nervuras foliares, ocorrendo primeiro nas folhas mais velhas devido à mobilidade desse elemento.

Com respeito ao S, o mesmo atua na estrutura de aminoácidos, proteínas, vitaminas, coenzimas, polissacarídeos dentre outros (PRADO, 2008), porém não existem estudos diretos com este nutriente no desenvolvimento da planta e na qualidade de fruto em meloeiro, sendo recomendado usar combinações sulfato de amônio e superfosfato triplo, ou uréia e superfosfato simples, para garantir o suprimento de S às plantas (AQUINO, 2008).

4.3.3 – Micronutrientes

Da mesma forma que o S, as informações sobre os micronutrientes na cultura do meloeiro ainda são escassas, não sendo comuns estudos com estes nutrientes na avaliação do crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade do fruto. Dentre os micronutrientes, o

boro (B) atua na qualidade do melão, na qual a deficiência deste nutriente provoca a deformação dos frutos e a ondulação ou encroscamento da casca, causando o empedramento, caracterizado pela formação de cristais de açúcar na polpa (MENEZES *et al.*, 2000). Segundo os mesmos autores, a deficiência de molibdênio (Mo) origina o amarelecimento e a queima das bordas das folhas do meloeiro provoca a redução no porte da planta e no número de frutos.

4.3.4 – Dinâmica de absorção e distribuição de nutrientes na planta e acúmulo de matéria seca

Além dos subsídios atuais que servem como base para a recomendação de corretivos e fertilizantes, outra ferramenta que pode auxiliar e aumentar a precisão das mesmas é o conhecimento da marcha de absorção e do acúmulo de nutrientes nas fases de desenvolvimento da planta, pois permite determinar em qual período de cultivo os elementos são mais exigidos, além de fornecer informações de grande importância para um plano de manejo da adubação e/ou fertirrigação (FRANCO, 2006).

O uso de curvas de absorção de nutriente e acúmulo de matéria seca devem ser usada como base nos estudos de fertilidade dos solos e manejo do uso de fertilizantes (PRATA, 1999), pois permitem conhecer as necessidades nutricionais da cultura, durante o crescimento da planta. Dessa forma, é possível determinar o período de maior demanda de nutrientes associados à produção de biomassa, obtendo informações seguras sobre épocas mais adequadas de aplicação e quantidades requeridas de fertilizantes (DANTAS, 2010).

O acúmulo de macronutrientes se intensifica a partir de 30 dias após o plantio (Belfort *et al.*, 1986). Nesta fase, a taxa de absorção de nutrientes aumenta e continua até a fase inicial da colheita (TYLER; LORENZ, 1964).

Em trabalhos realizados por Belfort *et al.* (1986), com o melão Valenciano Amarelo CAC, pode-se observar os acúmulos médios dos macronutrientes (Tabela 1) ao longo de seu ciclo fenológico.

Estudando híbridos de melão rendilhado (CANATO; BARBOSA; CECÍLIO FILHO, 2001), verificaram que os teores de macro e micronutrientes na parte aérea da planta apresentavam a seguinte sequência: $Ca > K > N > Mg > P \approx S > Fe > Mn > Zn > Cu$. Com relação ao acúmulo nos frutos, os autores obtiveram a seguinte ordem: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > Mn > Cu$.

Tabela 1 - Acúmulos médios de macronutrientes em plantas de melão do tipo Amarelo¹

Dias após emergência	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg ha ⁻¹ -----					
15	0,17	0,03	0,18	0,11	0,04	0,01
30	1,42	0,23	1,60	2,02	0,38	0,07
45	26,58	3,51	32,57	18,72	6,12	1,38
60	75,18	11,13	95,19	49,23	18,89	5,32
75	115,38	17,30	144,52	63,71	27,74	7,94

¹Estimado para 5.000 plantas/ha, com uma produção de 19,6 t ha⁻¹

Fonte: adaptação de BELFORT *et al.* (1986) e FARIA E FONTES (2002)

A quantidade e a proporcionalidade em que os nutrientes são absorvidos pelas plantas são em funções de características intrínsecas do vegetal, como também de fatores externos envolvidos durante o processo de crescimento e desenvolvimento da cultura. Desta forma, as informações das exigências nutricionais são fundamentais para assegurar a máxima eficácia e utilização dos fertilizantes sem provocar excesso, conseguindo um desenvolvimento ótimo para cultura (VIVANCOS, 1996; TEMOTÉO, 2006).

O conhecimento da partição de assimilados pode contribuir para um manejo adequado das culturas, favorecendo o desenvolvimento, e, conseqüentemente, aumento na produtividade por meio do incremento na produção de biomassa total favorecendo a transferência de assimilados para as partes colhidas da planta (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

4.3.5 – Atuais formas de recomendação na adubação do meloeiro

Com relação à adubação no meloeiro, têm-se na literatura alguns exemplos de tabelas de recomendação, na qual podemos destacar trabalhos de Crisóstomo *et al.* (2002) para N, P e K (Tabela 2), bem como sugestão de parcelamento de acordo com o período fenológico da cultura (Tabela 3).

Tabela 2 - Recomendação de adubação mineral para todo ciclo de meloeiro irrigado

Produtividade esperada -- t ha ⁻¹ --	N kg ha ⁻¹	P resina (mg dm ⁻³)			K solo (mmol _c dm ⁻³)		
		0 a 25	26 a 60	> 60	0 a 1,5	1,6 a 3,0	> 3,0
		----- kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ -----			----- kg ha ⁻¹ de K ₂ O -----		
< 20	80	160	120	80	200	160	100
20 a 30	100	200	160	100	250	200	140
> 30	120	240	180	140	300	240	180

Fonte: adaptação de CRISÓSTOMO *et al.* (2002)

Tabela 3 - Detalhamento da recomendação de adubação mineral para todo ciclo de meloeiro de acordo com o período fenológico

Época de adubação	Produtividade esperada	N	P resina (mg dm ⁻³)			K solo (mmol _c dm ⁻³)		
			0 a 25	26 a 60	> 60	0 a 1,5	1,6 a 3,0	> 3,0
	-- t ha ⁻¹ --	kg ha ⁻¹	---- kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ ----			---- kg ha ⁻¹ de K ₂ O ----		
Plantio	< 20	10	130	100	60	20	20	10
	20 a 30	10	160	130	80	20	20	10
	> 30	10	190	140	100	30	20	20
< 20 dias	< 20	20	-	-	-	20	20	10
	20 a 30	20	-	-	-	20	20	10
	> 30	20	-	-	-	30	20	20
20 a 45 dias	< 20	40	30	20	20	40	30	20
	20 a 30	50	40	30	20	50	40	30
	> 30	60	50	40	40	60	50	40
46 a 55 dias	< 20	10	-	-	-	80	60	40
	20 a 30	20	-	-	-	100	80	60
	> 30	30	-	-	-	120	100	70
> 55 dias	< 20	-	-	-	-	40	30	20
	20 a 30	-	-	-	-	50	40	30
	> 30	-	-	-	-	60	50	40

Fonte: adaptação de CRISÓSTOMO *et al.* (2002)

No caso do meloeiro é interessante aplicar a maior parte do P no plantio, diminuir N e aumentar K à medida que as plantas se desenvolvem e se formam os frutos. Os mesmos autores apresentam ainda, a recomendação para os micronutrientes B, Cu, Mn e Zn conforme exposto na tabela 4.

Tabela 4 - Recomendação de adubação com micronutrientes de acordo com o teor no solo para a cultura do meloeiro

Elemento	Teor no solo	Dose de nutriente
	-- mg dm ⁻³ --	-- kg ha ⁻¹ --
B (água quente)	0 a 0,6	1
	> 0,6	0
Cu (DTPA)	0 a 0,3	2
	> 0,3	0
Mn (DTPA)	0 a 1,5	5
	> 1,5	0
Zn (DTPA)	0 a 0,7	3
	> 0,7	0

Fonte: adaptação de CRISÓSTOMO *et al.* (2002)

4.4 – Sistema Ferticalc

A idéia original foi proposta por Novais e Smyth (1999), para descrever o balanço de massa do nutriente P. Embora inicialmente as sugestões tenham sido apenas para P, o sistema de cálculos proposto, serviu de modelo para elaborar o sistema Ferticalc para os demais nutrientes e contempla diversas culturas (TOMÉ JÚNIOR, 2004).

O Ferticalc é uma nova abordagem para a construção de Sistemas de Recomendações de Corretivos e Fertilizantes, que vem sendo desenvolvida pelo Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Baseando-se no ponto de vista alternativo, sugerido por Novais e Smyth (1999), busca-se a substituição do empirismo das tabelas por sistemas de cálculos que possuam maior base científica, permitindo uma aplicação mais abrangente, sem restrições regionalistas, e que sejam abertos ao crescente aperfeiçoamento, devido à lógica de sua constituição (TOMÉ JÚNIOR, 2004).

O sistema está fundamentado nos princípios do balanço nutricional entre as perdas e os ganhos de nutrientes no sistema solo-planta. O balanço nutricional é obtido pela diferença entre o requerimento do nutriente pela cultura e o suprimento pelo solo e pelos resíduos orgânicos (SILVA, 2006), levando em consideração a sustentabilidade em longo prazo.

Este sistema, denominado de Ferticalc, 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 (KURIHARA, 2004).

O sistema já contempla diversas culturas 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).

De acordo com Tomé Júnior e Novais (2000), em termo genérico, o sistema Ferticalc possui a seguinte lógica:

$$\text{Nutfert} = [(\text{Nutplanta} - \text{Nutsolo}) + \text{Nutsust}] / \text{Ef} \quad (\text{Equação 1})$$

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 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 JÚNIOR., 2004). Além disso, considera-se a necessidade de 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.

4.4.1 – Demanda de nutrientes pela planta

Para a utilização do sistema genérico de cálculos para recomendação, é importante, ter os teores de nutrientes em todas as partes da planta com suas respectivas produções de matéria seca. Devido à existência de uma estreita relação entre a produção de matéria seca da planta com a do componente exportado da planta, conforme a seguinte relação:

$$\mathbf{DC = f(CE)} \qquad \mathbf{(Equação 2)}$$

Em que,

DC = demais componentes, em kg ha⁻¹ de massa seca;

CE = componente exportável, em kg ha⁻¹ de massa seca de fruto.

No caso do meloeiro o CE equivale ao fruto, enquanto DC correspondem às raízes, ramos e folhas. A terminologia adotada em DC e CE são utilizadas dessa forma para que o sistema contemple todas as culturas, pois o CE varia de acordo com as culturas, como grãos, frutos, colmo, folhas e etc. Para algumas, o CE corresponde a toda parte aérea da

planta, na qual envolve mais de um órgão, e às vezes nem sempre é um órgão da planta, como por exemplo, o látex da seringueira e água de coco do coqueiro (TOMÉ JÚNIOR, 2004).

Com esta relação é possível fazer a estimativa da massa seca dos DC em função do CE, que irá representar no sistema genérico a produtividade almejada. Entretanto, na literatura a partição de nutriente nos órgãos da planta é escassa para algumas culturas. Neste caso, utiliza-se o Índice de Colheita (IC), que pode ser definido como a relação da produção econômica sobre a produção biológica total, na qual a (Equação 2) passou a ter a seguinte forma:

$$DC = (CE/IC) - CE \quad \text{(Equação 3)}$$

Em que,

DC = demais componentes, em kg ha⁻¹ de massa seca;

CE = componente exportável, em kg ha⁻¹ de massa seca de fruto;

IC = índice de colheita.

4.4.1.1 – Componente exportável

Para o meloeiro, o fruto é o componente exportador e são raras as informações sobre teores de nutriente no fruto e exportação dos mesmos através da colheita. Belfort *et al.* (1986) verificaram que, para uma produção estimada de 19,6 t ha⁻¹ de frutos de melão, com uma população de 5.000 plantas ha⁻¹ e dois frutos por planta, foram exportados 101,8 kg ha⁻¹ de nutrientes, distribuídos em 34,90 de N; 6,41 de P; 51,70 de K; 2,83 de Ca; 4,17 de Mg e 1,79 de S. Neste mesmo trabalho, observa-se o acúmulo intenso de massa seca de flores e frutos aos 75 dias após a emergência, chegando a atingir 50,30% de toda parte aérea da planta (Tabela 5).

Tabela 5 - Peso da matéria seca da parte aérea total, flores e frutos, em função da idade

Dias após emergência	flores e frutos		parte aérea total	
	----- g planta ⁻¹ -----		----- kg ha ⁻¹ -----	
15	-	0,68	-	4,40
30	-	7,56	-	37,80
45	20,52	153,70	102,60	768,50
60	227,30	539,45	1136,50	2697,25
75	455,65	905,88	2278,25	4529,40

Fonte: adaptação de BELFORT *et al.* (1986)

Com relação aos micronutrientes, Belfort (1985) encontrou a seguinte exportação, em g ha⁻¹: 32,80 de B, 20,90 de Cu, 49,20 de Fe, 23,80 de Mn e 53,60 de Zn.

No meloeiro Pele-de-sapo, as folhas e frutos foram os principais drenos (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2005). Do total acumulado na parte aérea do meloeiro, mais de 50% do P encontrava-se nos frutos, enquanto que, para o N e o K, foram obtidos 37 e 42%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 - Peso da matéria seca da parte aérea total e frutos, além de extração de nutrientes aos 69 dias após a semeadura em meloeiro Pele-de-sapo

Extração	Matéria seca	N	K	P	Ca	Mg
----- g planta ⁻¹ -----						
Frutos	69,66	1,27	5,82	0,63	2,27	0,21
Parte aérea total	165,75	3,40	13,95	1,11	9,68	0,76
----- % -----						
Frutos	42	37	42	57	23	28
Parte aérea total	100	100	100	100	100	100

Fonte: adaptação de SILVA JÚNIOR *et al.* (2005)

4.4.1.2 – Demais componentes

Raízes, ramos e folhas representam os demais componentes do meloeiro. Na literatura, informações acerca do acúmulo e partição de nutrientes entre esses componentes, ainda são escassas e necessitam ainda de muitas pesquisas que foquem essa área da nutrição de plantas. Dentre os componentes apresentados, as informações de acúmulo de nutrientes são mais facilmente encontradas para as folhas, seguido de ramos, porém, com relação às raízes essas informações não são facilmente encontradas.

Em trabalhos realizados por Belfort *et al.* (1986), é possível observar a participação de ramos e folhas em relação a parte aérea total do meloeiro (Tabela 7), porém, nesse trabalho não foi avaliado o componente raiz.

O crescimento de ramos apresentou um aumento mais acelerado de matéria seca a partir dos 30 dias, chegando a atingir 175,55 g no final do ciclo, correspondendo a 19,38% da parte aérea total da planta. As folhas apresentaram comportamento semelhante aos ramos, apresentando rápido crescimento após 30 dias, e aos 75 dias chegou a representar 30,32% da parte aérea total.

No trabalho realizado por Silva Júnior *et al.* (2005) com meloeiro Pele-de-sapo, observou-se que a acumulação de macronutrientes nas folhas + ramos, foi responsável pela

extração de mais de 50% dos macronutrientes de toda parte aérea da planta, com exceção para P (Tabela 8).

Tabela 7 - Peso da matéria seca da parte aérea total, flores e frutos, em função da idade

Dias após emergência	ramos	folhas	parte aérea total	ramos	folhas	parte aérea total
	----- g planta ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----		
15	0,16	0,72	0,68	0,80	3,60	4,40
30	1,34	6,22	7,56	6,70	31,30	37,80
45	42,20	90,78	153,70	212,00	453,90	768,50
60	90,25	221,90	539,45	451,25	1109,50	2697,25
75	175,55	274,68	905,88	877,75	1373,40	4529,40

Fonte: adaptação de BELFORT *et al.* (1986)

Tabela 8 – Acúmulo de matéria seca de folhas + ramos e da parte aérea total e extração de nutrientes aos 69 dias após a semeadura em meloeiro Pele-de-sapo

Extração	Matéria seca	N	K	P	Ca	Mg
	----- g planta ⁻¹ -----					
Folhas + Ramos	96,09	2,13	8,13	0,48	7,41	0,55
Parte aérea total	165,75	3,40	13,95	1,11	9,68	0,76
	----- % -----					
Folhas + Ramos	58	63	58	43	77	72
Parte aérea total	100	100	100	100	100	100

Fonte: adaptação de SILVA JÚNIOR *et al.* (2005)

4.4.2 – Fornecimento de nutriente pelo solo

Para determinar a quantidade de nutrientes demandada pela cultura, Novais e Smyth (1999), sugerem a realização de cálculos que transforme a quantidade de nutrientes demandada pela cultura em nível crítico (NC) do nutriente no solo, correspondente ao nível crítico ideal, verificando a diferença entre NC ideal e o teor atual do nutriente no solo (TOMÉ JÚNIOR, 2004). Dessa forma, eventuais diferenças positivas são transformadas em quantidade de nutriente a aplicar, na forma de corretivos e fertilizantes após descontar as contribuições através de resíduos da cultura anterior, adubos orgânicos, dentre outros.

A quantidade de nutrientes suprida pelo solo, em mg dm⁻³, foi obtida dividindo-se o teor do nutriente encontrado na análise de solo pela taxa de recuperação do extrator do respectivo nutriente aplicado ao solo, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (SILVA *et al.*, 2009). Segundo os mesmos autores, o sistema atualmente considera os seguintes extratores em análise química: Mehlich-1 (P, K, Fe, Mn e Zn), Resina

(P e K), KCl (Ca e Mg), DTPA (Cu, Fe, Mn e Zn), CaCl₂ e água quente (B) e Ca (H₂PO₄)₂ em HOAc (S). Vale ressaltar que para os nutrientes P, S e Zn, foi considerado o efeito da capacidade tampão do solo.

4.4.3 – Sustentabilidade

Além da demanda de nutriente pela planta e o fornecimento do mesmo pelo solo, busca-se no Ferticalc, garantir a sustentabilidade do sistema, que inicialmente refere-se ao critério de garantir a manutenção da fertilidade do solo. Nos trabalhos relacionados ao Ferticalc, procurou-se evitar que o cálculo da oferta de nutrientes pelo solo considerasse toda a sua reserva de nutrientes em forma “lábil” ou trocável.

Porém, no que se refere em análise da sustentabilidade de sistemas agrícolas, deve-se ter em mente que essa análise envolve muito mais do que a manutenção da fertilidade do solo, mas apenas esse aspecto foi considerado no sistema Ferticalc até então e, isso devido a dificuldade de definir a sustentabilidade em si, como também, na ausência de dados na literatura que aborde a influência do meio sobre a sustentabilidade, tendo em vista que além da fertilidade, há outros como risco de erosão, rentabilidade da exploração agrícola e consumo interno de produtos, são exemplos de importantes fatores que devem ser considerados e questões como essas deverão ser alvo de futuros estudos visando o aprimoramento do sistema (TOMÉ JÚNIOR, 2004).

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.

4.4.4 – Comparação de recomendações do Ferticalc com outros métodos

Nas recomendações de doses de nutrientes para as culturas contempladas pelo o sistema Ferticalc, observa-se, diferenças quando comparadas a outros métodos. Para a cultura da soja, verificou-se que as doses de P e K recomendada para cultivos de alta produtividade está sendo subestimadas pelas tabelas de recomendação para a presente cultura (SANTOS *et al.*, 2008). De forma semelhante, o sistema recomenda maiores doses de P e K, além de N para o abacaxizeiro, quando comparados aos demais métodos (SILVA *et al.*, 2009). Segundo Possamai (2003), para cultivos de alta produtividade de algodoeiro, as doses de N

recomendada pelo sistema Ferticalc são bem superiores as tabelas de recomendação, diferente de P, K e S, na qual o sistema recomenda doses inferiores das atuais tabelas. Contudo, o sistema precisa ter seu desempenho avaliado sob condições práticas de formar a permitir seu aperfeiçoado (SILVA *et al.*, 2009).

É importante frisar, que para todas as culturas contempladas pelo Ferticalc, o sistema é considerado como uma alternativa mais versátil na recomendação de corretivos e fertilizantes em relação as tabelas de recomendação, pois o mesmo, considera variáveis como: cultivar, peso do fruto, densidade de plantio, dentre outros. Além de realizar recomendações localmente específicas que variam conforme a produtividade esperada.

5.0 – MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – Desenvolvimento do Sistema Ferticalc–Melão

Utilizando os princípios do balanço nutricional, o Ferticalc-Melão combina modelos mecanísticos e empíricos, para alimentar o sistema de forma semelhante às proposições de Oliveira *et al.* (2005), utilizando a menor quantidade de informações possíveis, sem, contudo, comprometer a exatidão das recomendações.

O sistema através de sua estrutura possibilita que à medida que novos dados estejam disponíveis na literatura ou seu usuário disponha de informações específicas para sua condição de cultivo, permita atualizações conforme novas versões venham a ser geradas.

Para o desenvolvimento e alimentação do sistema Ferticalc–Melão, foram utilizados dados disponíveis na literatura referentes ao crescimento e acumulação de nutrientes no meloeiro para diferentes tipos: Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo. Foram feitas correlações das quantidades de nutrientes acumuladas nos tecidos vegetativos e reprodutivos do meloeiro.

5.2 – Necessidade de Calagem

Os principais polos de produção do meloeiro estão em solos geralmente alcalinos, encontrando-se com frequência teores elevados de cálcio trocável, dispensando dessa forma o uso de calcário, porém por ser um sistema genérico, o mesmo deve abranger ao máximo, diferentes condições de solo, inclusive solos ácidos, bastante comuns em diversas regiões do Brasil. Dessa forma, o sistema Ferticalc-Melão apresenta um módulo referente à necessidade de calagem (NC), para solos onde haja necessidade da correção da acidez e que apresentem baixos teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) trocáveis. O sistema inicialmente irá corrigi-los e a partir daí dar início às recomendações de adubação. Quando não houver necessidade de calagem, o sistema partirá para a recomendação de adubação.

A recomendação de calagem para o meloeiro através do Ferticalc-Melão é determinada por dois métodos: neutralização do alumínio trocável (Al^{3+}) e elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} , e saturação por bases (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). Essas recomendações são utilizadas de forma semelhante às culturas anteriores contempladas pelo sistema Ferticalc como arroz, milho, tomate, café, cana-de-açúcar, banana, coco, soja,

algodão, teca, pastagens e abacaxi, porém o seu diferencial foi na forma de como o sistema escolhe qual método deve ser empregado pelo o usuário.

Para o método da neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+} (Equação 4), foram considerados características do solo, como capacidade tampão do solo (\hat{Y}), tolerância da cultura à saturação por Al^{3+} (mt) e as exigências da cultura em termos de Ca e de Mg (X), conforme expresso na equação abaixo extraído de SILVA *et al.* (2009), em que considerou-se para o meloeiro mt de 5% e X de $3,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

$$NC = \hat{Y} [Al^{3+} - (mt \cdot t / 100)] + [X - [(Ca^{2+} + Mg^{2+})]] \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que,

NC = necessidade de calagem, em kg ha^{-1} ;

\hat{Y} = capacidade tampão do solo;

Al^{3+} = acidez trocável, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

mt = saturação por Al^{3+} tolerada pela cultura, em %;

t = CTC efetiva, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

X = valor relacionado à exigência da cultura em Ca e Mg, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

De acordo com Alvarez V. e Ribeiro (1999) a determinação do valor de \hat{Y} é variável com a capacidade tampão da acidez do solo, sendo o mesmo estimado em função do fósforo remanescente (P-rem) (Equação 5).

$$\hat{Y} = 4,002 - 0,125901 \text{ P-rem} + 0,001205 (\text{P-rem})^2 - 0,00000362 (\text{P-rem})^3$$

$$R^2 = 0,999 \quad \text{(Equação 5)}$$

Em que,

P-rem = P remanescente, em mg L^{-1} .

Se o usuário não dispor do P-rem da análise de solo, poderá optar por fazer uma estimativa desse valor através do teor de argila, utilizando a equação 6, ou utilizando os valores médios de \hat{Y} obtidos através da mesma (Tabela 9) (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

$$\hat{Y} = 0,0302 + 0,06532 \text{ Arg} - 0,000257 \text{ Arg}^2 \quad R^2 = 0,999 \quad (\text{Equação 6})$$

Em que,

Arg = teor de argila, em %.

Tabela 9 – Valor médio de \hat{Y} em função da textura do solo

Textura	Teor de argila (%)	\hat{Y}
Solos arenosos	< 15	0,5
Solos de textura média	15 – 35	1,5
Solos argilosos	35 – 60	2,5
Solos muito argilosos	> 60	3,5

Fonte: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijaoComumRO/calagem.htm>

Com relação ao método da saturação por bases (Equação 7), a qual considera a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V), elevando o valor atual da saturação por bases do solo (Va) para um valor esperado (Ve), corrigindo-se, assim, o pH do solo para um valor considerado adequado à cultura. Cada cultura possui o Ve ideal, sendo utilizado para o meloeiro 80% (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

$$NC = T (Ve - Va) / 100 \quad (\text{Equação 7})$$

Em que,

NC = necessidade de calagem, em t ha⁻¹;

T = CTC a pH 7 = SB + H⁺ + Al³⁺, em cmol_c dm⁻³;

SB = soma de bases = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺, em cmol_c dm⁻³;

Va = saturação por bases atual do solo [(SB/T) . 100], em %;

Ve = saturação por bases esperada para a cultura.

Dessa maneira, o sistema Ferticalc-Melão possui duas formas de recomendação da necessidade de calagem, tendo em vista que cada método utilizado, apesar de ter por objetivo principal corrigir a acidez e melhorar a disponibilidade de nutrientes no solo, fazem uso de formas diversas para atingir o objetivo, na qual cada um apresenta especificidades quanto à sua recomendação conforme determinadas situações. Dessa forma, o sistema sugere o método mais conveniente de acordo com as informações apresentadas nas análises de solo indicadas pelo usuário. Então após determinar a Necessidade de Calagem pelos métodos (Equações 4 e 7), o sistema estima a variação do pH obtida em função da quantidade de corretivo

recomendado pelas equações 4 e 7, a partir da equação 8 (MELLO, 2000) com base, portanto, na acidez potencial. Com o resultado obtido pela equação 8, multiplica-se esse valor com a NC determinada por cada método, somando esse valor com o pH inicial, conforme a equação 9 apresentada abaixo:

$$\Delta\hat{p}H = -0,0234647 + 1,49415^{**} [1 / (H^+ + Al^{3+})] \quad R^2 = 0,814 \quad \text{(Equação 8)}$$

$$\text{pH final} = (NC \cdot \Delta\hat{p}H) + \text{pH inicial} \quad \text{(Equação 9)}$$

Em que,

$\Delta\hat{p}H$ = variação estimada do pH, em unidade de pH para cada $t \text{ ha}^{-1}$ de CaCO_3 (PRNT 100%);

pH final = valor estimado do pH no solo para ambos dos métodos utilizados;

$(H^+ + Al^{3+})$ = Acidez potencial, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

NC = necessidade de calagem, em $t \text{ ha}^{-1}$;

pH inicial = valor de pH apresentado na análise de solo.

Após determinado a NC pelos dois métodos e estimado o pH final, realiza-se três procedimentos para determinar qual a dose de corretivo que será utilizado para corrigir a acidez do solo.

I – Determina-se entre os resultados de NC qual é a menor e a maior dose, e observa-se qual o valor da soma de Ca e Mg (\sum_{CaMg}) presente na análise de solo, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, sendo que, se $\sum_{CaMg} < X$, que no caso, do melão X é igual $3,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, opta-se pela recomendação de maior valor, caso $\sum_{CaMg} \geq X$, segue para o procedimento II;

II – Observa-se o valor da CTC a pH 7 (T) na análise de solo, no qual determina-se a faixa entre \sum_{CaMg} e a T em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, sendo então avaliado se ambas NC encontram-se dentro ou não dessa faixa. Considerando que a aplicação de $1 t \text{ ha}^{-1}$ de CaCO_3 neutraliza $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, caso ambas ultrapassem essa faixa, a NC será igual ao T independente do método utilizado, caso apenas um permaneça dentro da faixa, essa será a NC recomendada, porém se ambas ficarem dentro da faixa, segue para o procedimento III;

III – Nessa etapa considera-se o valor de pH final estimado obtido através dos cálculos da NC, sendo considerado aquele que elevar o pH para uma faixa ideal para a cultura ou mais próximo desta. Para a cultura do meloeiro essa faixa é de 6,4 a 7,2 (FILGUEIRA, 2000).

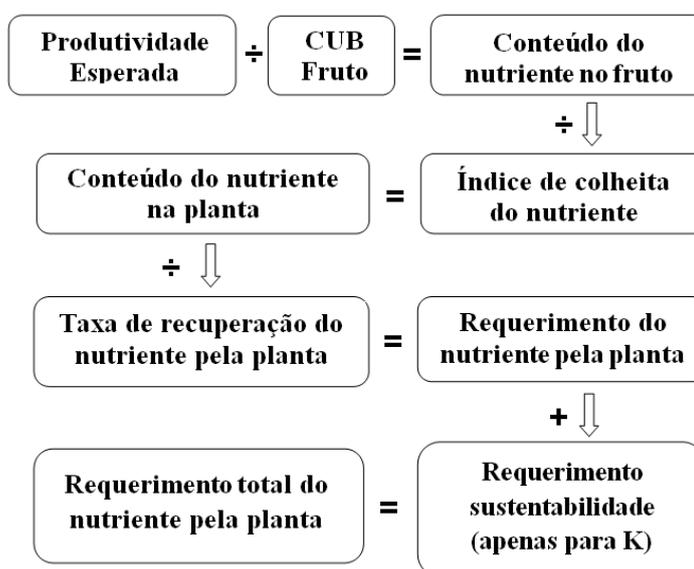
5.3 – Subsistemas do Ferticalc–Melão

O sistema Ferticalc–Melão foi dividido em dois subsistemas: subsistema requerimento (REQ) e suprimento (SUP). O subsistema REQ corresponde à demanda da planta aos nutrientes, considerando a eficiência da planta na recuperação de nutrientes aplicados, como também uma dose que atenda o critério de “sustentabilidade” para o potássio, enquanto o subsistema SUP corresponde à oferta de nutrientes pelo solo e água de irrigação.

5.3.1 – Subsistema Requerimento

O requerimento de nutriente pelo meloeiro foi determinado conforme apresentado na Figura 4. Inicialmente, tomou-se a produtividade que se deseja alcançar com a cultura, ou seja, a produtividade esperada, respeitando o potencial genético dos tipos de meloeiro utilizados.

Figura 4 - Fluxograma genérico utilizado pelo Ferticalc–Melão para estimar o requerimento de nutrientes pelo meloeiro



Para o meloeiro foram utilizadas variações de produtividade de 15 a 45 t ha⁻¹. Os tipos utilizados foram Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo. Inicialmente foram feitas tentativas para trabalhar a nível de cultivar e/ou híbrido, porém, por ser a primeira versão do sistema desenvolvida para a cultura do meloeiro, tendo como um dos objetivos ser genérico e o mais abrangente possível, optou-se em trabalhar a nível de tipo. Para futuras versões e

aprimoramento do Ferticalc-Melão buscar-se-á desenvolver o sistema para atender cultivares e híbridos de forma mais específica, tendo em vista que os mesmos estão constantemente sendo desenvolvidos.

Para determinação da produtividade esperada, foi considerada uma faixa de produtividade de frutos totais que abrangesse os tipos utilizados, além de uma população média de plantas ha⁻¹ de 12.500 (2 x 0,4 m); 16.666 (2 x 0,3 m); 13.513 (1,85 x 0,4 m) e 13.513 (1,85 x 0,4 m) para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Após estabelecer a produtividade esperada, fez-se a conversão da mesma em matéria seca de frutos, considerando que esta corresponde em média a 6% da matéria fresca total de fruto (Equação 10), a partir disso, o sistema estima o conteúdo do nutriente no fruto necessário para obter tal produtividade, através da divisão entre a produtividade esperada em matéria seca pelo coeficiente de utilização biológica (CUB) de cada nutriente (Equação 11).

$$\text{MSF} = \text{PROD} \cdot 0,06 \quad \text{(Equação 10)}$$

$$\text{C_NutFru} = \text{MSF} / \text{CUB_F} \quad \text{(Equação 11)}$$

Em que,

MSF = matéria seca de frutos, em kg ha⁻¹;

PROD = produtividade total de fruto, em kg ha⁻¹, utilizando para simulações 15.000, 22.5000, 30.000, 37.500 e 45.000 kg ha⁻¹;

C_NutFru = conteúdo de nutriente no fruto, em kg ha⁻¹;

CUB_F = coeficiente de utilização biológica no fruto, em kg kg⁻¹.

O CUB é um índice que indica a capacidade da planta em converter o nutriente absorvido em matéria seca total, sendo expresso em kg kg⁻¹ (PRADO, 2008). Dessa maneira, pode-se dizer que para uma dada produtividade de frutos, plantas que apresentam CUB maiores em relação a outras para um determinado nutriente são mais eficientes (SANTOS *et al.*, 2008).

Para o meloeiro utilizou-se valores médios de CUB gerados a partir de dados da literatura (teses, dissertação, monografias e artigos) para os respectivos tipos (Tabela 10). Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas no programa Excel[®], e foram realizadas as operações de cálculos conforme a lógica do sistema. Foram determinadas as médias do CUB para todos os tipos. Nos casos onde não foi possível obter o CUB específico para cada tipo,

como para os nutrientes Ca e S para os tipos Gália e Pele-de-sapo, respectivamente, e para Fe, Cu, Zn e Mn para o Gália e Pele-de-sapo, foi utilizado o CUB médio calculado com base nos outros tipos de meloeiro.

Tabela 10 - Coeficiente de utilização biológica no fruto (CUB_F)* para os diferentes tipos de meloeiro utilizados no Ferticalc-Melão

	N ¹	P ²	K ³	Ca ⁴	Mg ⁵	S ⁶	Fe ⁷	Cu ⁸	Zn ⁹	Mn ¹⁰
	----- kg kg ⁻¹ -----									
Amarelo	47	198	36	60	929	199	13.178	21.278	32.366	14.654
Cantaloupe	95	216	24	206	286	337	12.686	18.226	18.794	34.592
Gália	72	502	34	96	112	331	12.230	21.000	32.560	22.480
P.de sapo	59	102	18	35	284	297	12.230	21.000	32.560	22.480
\bar{Y}	66	189	30	96	485	297	12.697	21.001	27.722	22.482
Mín.	34	90	10	30	112	108	5.585	14.633	11.693	11.900
Máx.	161	502	78	351	1304	498	25.138	30.142	50.175	37.567
S	25,25	100,51	9,55	89,09	399,62	114,68	5.493	5.077	5.651	10.047
Nº	84	44	87	20	35	20	26	11	17	11
Int. Conf.	5,40	29,70	2,01	39,04	132,39	50,26	2.112	3.000	2.686	5.938
LI	60,90	159,60	28,08	56,99	352,63	246,61	10.586	18.000	25.035	16.544
LS	71,70	219,00	32,09	135,07	617,41	347,13	14.809	24.001	30.408	28.420
C.V	38,08	53,10	31,74	92,77	82,39	38,63	43,26	24,18	20,39	44,69

\bar{Y} = média, Mín = valor mínimo, Máx = valor máximo, S = desvio padrão, Nº = número de dados observado, Int. Conf. = intervalo de confiança (0,05), L.I = limite inferior do intervalo de confiança, L.S = limite superior do intervalo de confiança e C.V = Coeficiente de variação. *Valores médios obtidos a partir de trabalhos: PRATA (1999)^{1,2,3,5,6,7,9 e 10}; SILVA JÚNIOR (2005)^{1,2,3,4 e 5}; DUARTE (2002)^{1,2,3,4 e 5}; TEMÓTEO (2006)^{1 e 3}; DAMASCENO (2011)^{1,2 e 3}; GURGEL *et al.* (2010)^{1,2,3,4,5,7,8,9 e 10}; GURGEL *et al.* (2008)^{1,2,3,4,7,8,9 e 10}; PAULA (2007)^{1 e 3}; KANO (2002)^{2,5,6 e 7}; BELFORT *et al.* (1986)¹; LIMA (2001)^{2,3,4,5,6,7,9 e 10}; MOTA (1999)³.

Vale ressaltar que os valores de CUB são influenciados por fatores edafoclimáticos, biológicos e de manejo, porém não há informações na literatura para o meloeiro que permitem relacionar os valores de CUB com esses fatores, sendo, portanto considerados apenas valores médios de CUB, desconsiderando tais influências para a primeira versão do Ferticalc-Melão.

Após determinar o conteúdo do nutriente no fruto (C_NutF), estimou-se o conteúdo do nutriente na planta (C_NutP), através da divisão do C_NutF pelo índice de colheita do nutriente (ICNut), que diferente do índice de colheita de massa seca (IC), refere-se à relação entre o nutriente acumulado no órgão exportado (fruto) sobre o nutriente acumulado em toda a planta. No caso do meloeiro foram considerados todos os órgãos, exceto as raízes, devido a inexistência de dados, assim como o CUB_F, os valores utilizados na primeira versão do Ferticalc-Melão provêm de dados gerados a partir da literatura (Tabela 11).

Tabela 11 - Índice de colheita do nutriente (ICNut)* para os diferentes tipos de meloeiro utilizados no Ferticalc-Melão

	N ¹	P ²	K ³	Ca ⁴	Mg ⁵	S ⁶	Fe ⁷	Cu ⁸	Zn ⁹	Mn ¹⁰
	----- kg kg ⁻¹ -----									
Amarelo	0,64	0,76	0,72	0,41	0,25	0,72	0,32	0,44	0,75	0,28
Cantaloupe	0,48	0,49	0,70	0,21	0,25	0,30	0,20	0,51	0,79	0,21
Gália	0,34	0,42	0,65	0,29	0,44	0,43	0,25	0,45	0,72	0,25
P.de sapo	0,48	0,53	0,54	0,23	0,32	0,42	0,25	0,45	0,72	0,25
\bar{Y}	0,45	0,61	0,66	0,29	0,36	0,42	0,26	0,45	0,76	0,25
Mín.	0,15	0,34	0,38	0,10	0,13	0,14	0,07	0,26	0,38	0,15
Máx.	0,76	0,88	1,29	0,46	0,58	1,38	0,53	0,54	0,91	0,43
S	0,14	0,18	0,18	0,11	0,13	0,29	0,11	0,09	0,07	0,07
Nº	84	44	87	20	35	20	26	11	17	11
Int. Conf.	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04	0,13	0,04	0,05	0,03	0,04
LI	0,42	0,55	0,62	0,25	0,32	0,29	0,22	0,40	0,72	0,21
LS	0,48	0,66	0,70	0,34	0,40	0,55	0,31	0,50	0,79	0,29
C.V	31,12	29,78	26,80	37,17	34,95	68,72	44,00	19,74	8,62	29,76

\bar{Y} = média, Mín = valor mínimo, Máx = valor máximo, S = desvio padrão, Nº = número de dados observado, Int. Conf. = intervalo de confiança (0,05), L.I = limite inferior do intervalo de confiança, L.S = limite superior do intervalo de confiança e C.V = Coeficiente de variação. *Valores médios obtidos a partir de trabalhos: PRATA (1999)^{1,2,3,5,6,7,9 e 10}; SILVA JUNIOR (2005)^{1,2,3,4 e 5}; DUARTE (2002)^{1,2,3,4 e 5}; TEMÓTEO (2006)^{1 e 3}; DAMASCENO (2011)^{1,2 e 3}; GURGEL *et al.* (2010)^{1,2,3,4,5,7,8,9 e 10}; GURGEL *et al.* (2008)^{1,2,3,4,7,8,9 e 10}; PAULA (2007)^{1 e 3}; KANO (2002)^{2,5,6 e 7}; BELFORT *et al.* (1986)¹; LIMA (2001)^{2,3,4,5,6,7,9 e 10}; MOTA (1999)³.

Os valores de ICSNut foram calculados com base no requerimento (demanda de nutriente pela planta) a partir da taxa de recuperação do nutriente pela planta (TRpl), pois a planta não absorve 100% do nutriente aplicado via fertilizante, devido a fatores como perdas e competição da planta com o solo (SANTOS *et al.*, 2008).

A TRpl expressa a eficiência da planta na absorção do nutriente proveniente do adubo e foi definida como a quantidade de nutriente absorvida por unidade de nutriente aplicado (CRASWELL; GODWIN, 1984 *apud* SANTOS *et al.*, 2008), sendo determinada pela equação 12:

$$\text{TRpl} = [(\text{NAPCF} - \text{NAPCNF}) / \text{QNA}] \cdot 100 \quad \text{(Equação 12)}$$

Em que,

TRpl = taxa de recuperação aparente do nutriente pela planta, em %;

NAPCF = nutriente absorvido pela cultura fertilizada, em kg ha⁻¹;

NAPCNF = nutriente absorvido pela cultura não fertilizada, em kg ha⁻¹;

QNA = quantidade do nutriente aplicado, em kg ha⁻¹.

Os valores da TRpl são influenciados por fatores edáficos (pH, teor do nutriente, capacidade tampão do solo e da matéria orgânica), climáticos (temperatura, radiação, precipitação), biológicos (micorrização), da própria planta (cultivar, idade e morfologia de

raízes), e de manejo (dose, fonte e forma de aplicação do adubo), sendo a influência desses fatores, também, variável em função do nutriente considerado (WELCH *et al.*, 1949; BUREAU *et al.*, 1953; RANDALL *et al.*, 1975a,b; HAM; CADWELL, 1978; BALIGAR; FAGERIA, 1997) *apud* Santos (2002).

Devido a dificuldade de se obter TRpl para a cultura do meloeiro, para a primeira versão do aplicativo foram utilizados valores obtidos em culturas contempladas anteriormente com o sistema Ferticalc (Tabela 12). Vale ressaltar que os valores expostos nessa tabela são usados como garantias mínimas a serem utilizadas, tendo em vista que na prática, espera-se que a TRpl do meloeiro sejam superiores a estas devido a sua forma de manejo da adubação, que é utilizada quase na sua totalidade via água de irrigação (fertirrigação), que aumenta a eficiência da planta na absorção de nutrientes.

Tabela 12 - Taxa de recuperação do nutriente pela planta (TRpl) de meloeiro em percentagem para os diferentes nutrientes adotados pelo ¹FERTICALC-Melão

Nutriente	Equação/taxa	R ²	Fonte
Nitrogênio	TRpl _N = 0,60	-	Oliveira (2002)
Fósforo	TRpl _P = (4,508***e ^{0,0347*Prem-60})/100 ∇ 2,58 ≤ P _{rem-60} ≤ 40,18	0,837	Santos <i>et al.</i> (2008)
Potássio	TRpl _K = 0,65	-	Oliveira (2002) ²
Cálcio	TRpl _{Ca} = 0,80	-	Oliveira <i>et al.</i> (2005)
Magnésio	TRpl _{Mg} = 0,80	-	Oliveira <i>et al.</i> (2005)
Enxofre	TRpl _S = 0,45	-	Oliveira <i>et al.</i> (2005)
Ferro	TRpl _{Fe} = 0,20	-	Silva (2006)
Cobre	TRpl _{Cu} = 0,10	-	Silva (2006)
Zinco	TRpl _{Zn} = 0,40	-	Oliveira (2002)
Manganês	TRpl _{Mn} = 0,10	-	Silva (2006)

¹Os valores apresentados acima são arbitrários devido à ausência de informações específicas para esta cultura. Esperam-se que as TRpl do meloeiro sejam maiores do que essas apresentadas, devido a atual forma de adubação utilizada na cultura (Fertirrigação), que favorece a absorção dos nutrientes pela cultura e aumenta eficiência no uso de fertilizantes. Portanto, uso desses valores justificam-se como sendo valores mínimos a serem adotados; ²Valor aproximado.

Como descrito anteriormente, os valores da TRpl utilizados pelo Ferticalc-Melão (Tabela 12), não contemplam os fatores que influenciam essa característica, devido principalmente a ausência de dados que possibilitem a interação destes, sendo utilizado apenas para o nutriente P, o fator capacidade tampão do solo, com base em trabalho de Muniz (1983) para a cultura da soja e adaptado por Santos *et al.* (2008), sendo considerado aplicação de fonte solúvel de fosfato. Porém, não pode ser utilizado a equação para a TRpl de P conforme apresentada na (Tabela 12), sem realizar a correção para TRpl de P para sulco, tendo em vista que, a equação apresentada sem o fator de correção a aplicação de P a lanço e incorporada na camada de 0-20 cm, que no caso da cultura do melão aplicação de P e dos

outros nutrientes é de forma localizada. Com base nisso, utilizou-se o fator de correção (Fc) de acordo com Santos *et al.* (2008) e em seguida determinou se a TRpl de P corrigida para o sulco conforme as equações 13 e 14:

$$Fc = 4,2 - 0,04 \cdot P\text{-rem} \quad \text{(Equação 13)}$$

$$TRpl_{Ps} = TRpl_P \cdot Fc \quad \text{(Equação 14)}$$

Em que,

Fc = fator de correção da aplicação de P a lançar a partir do P-rem, em mg L^{-1} ;

P-rem = fósforo remanescente, em mg L^{-1} ;

TRpl_Ps = taxa de recuperação de P pela planta, corrigido para aplicação em sulco, em %.

Vale ressaltar que é de suma importância pesquisas com meloeiro para obter dados de TRpl para macro e micronutrientes, abordando principalmente P, S e Zn, dando assim subsídios as futuras versões do sistema Ferticalc-Melão.

O requerimento total de cada nutriente pela planta (RTNutP) para atingir a produtividade esperada foi obtido através da relação entre o CNutP e a TRpl (Equação 15).

$$RTNutP = (CNutP / TRpl) \cdot CMR \quad \text{(Equação 15)}$$

Em que,

RTNutP = requerimento total de cada nutriente pela planta, em kg ha^{-1} ;

CNutP = conteúdo de cada nutriente na planta, em kg ha^{-1} ;

TRpl = taxa de recuperação aparente do nutriente pela planta, em %;

CMR = considerando que 80% da massa de raízes encontram-se na profundidade de 0 a 20 cm, sendo essa a camada efetiva de disponibilidade de nutriente.

Para K, além dessa relação, utilizou se a dose de sustentabilidade, de forma semelhante às culturas já contempladas com o sistema Ferticalc, e para os demais nutrientes não foi considerado o requerimento sustentabilidade. Para calcular o requerimento sustentabilidade para K (Req_SusK) considerou-se a quantidade total de K exportado pela cultura, ou seja, 100% do conteúdo de K no fruto corrigido pela TxRecPl_K (Equação 16).

$$\text{Req_SusK} = (\text{C_K_NutFru} / \text{TxRecPl_K}) \quad \text{(Equação 16)}$$

Em que,

Req_SusK = requerimento sustentabilidade para o nutriente K, em kg ha^{-1} ;

C_K_NutFru = conteúdo de K no fruto, em kg ha^{-1} ;

TxRecPl_K = taxa de recuperação de K pela planta, em %.

A dose de sustentabilidade tem como intuito evitar o esgotamento das reservas dos nutrientes no solo ao longo do tempo e garantir uma produtividade mínima em cultivos subsequentes (CANTARUTTI *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2009). Entretanto, para o meloeiro essa dose foi utilizada apenas para o nutriente K, que apesar de ser passível de perdas por lixiviação, pode-se acumular no solo, tornando-se fonte para cultivos posteriores, além do fato de ser exigido em grandes quantidades pelo meloeiro. Segundo Bortoluzzi *et al.* (2005) as reservas de K do solo constituem um importante fator de produtividade para as culturas.

Dessa forma, o requerimento total de K pela planta (RTNutP) que é calculado pela equação 15, passa a ser obtido conforme abaixo.

$$\text{RTNutP_K} = (\text{RTNutP} + \text{Req_SusK}) \cdot \text{CMR} \quad \text{(Equação 17)}$$

Em que,

RTNutP_K = requerimento total de K pela planta, em kg ha^{-1} ;

RTNutP = requerimento de K pela planta, em kg ha^{-1} ;

Req_SusK = requerimento sustentabilidade para o nutriente K, em kg ha^{-1} , e para os demais nutrientes será considerado requerimento zero;

CMR = considerando que 80% da massa de raízes encontram-se na profundidade de 0 a 20 cm, sendo essa a camada efetiva de disponibilidade de nutriente.

Para os demais nutrientes optou-se por não utilizar a dose de sustentabilidade, por diversas razões. No caso de N, devido sua grande dinâmica no solo, não é possível assegurar que doses acima do requerimento da planta estejam disponíveis no solo para cultivos subsequentes, além do fato, que sob condições tropicais, a adubação nitrogenada apresenta baixa eficiência, pois o NH_4^+ e o NO_3^- principais formas de N disponíveis para as plantas apresentam elevado potencial de perdas por volatilização e desnitrificação, respectivamente (GAMBOA; PEREZ; BLASCO, 1971; OSINAME *et al.*, 1983; COELHO *et al.*, 2007).

Com relação ao P, segundo Raij (1991), os solos típicos de regiões tropicais são naturalmente pobres nesse nutriente, tendo como agravante alta capacidade de fixação de íons fosfato, através de reações como adsorção e precipitação, limitando dessa forma a produtividade das culturas.

Para os nutrientes Ca e Mg, não foram empregados a dose de sustentabilidade devido os mesmos serem corrigidos com a calagem, levando-se em consideração que os corretivos utilizados além de conter o Ca, sejam também fontes de Mg.

No caso do S, a dose de sustentabilidade poderia ser usada, podendo este vir a ser utilizado nas futuras versões do sistema, entretanto, informações sobre S ainda são incipientes, sendo necessários mais estudos a respeito. A ausência da dose de sustentabilidade para o S não comprometerá o sistema, tendo em vista que, a cultura receberá a quantidade necessária deste nutriente, além de que, alguns fertilizantes comumente utilizados na cultura do melão apresentam o S em sua composição, como por exemplo, sulfato de potássio, sulfato de magnésio, sulfato de amônio, sulfato de zinco.

Quanto aos micronutrientes, a planta os exigem em pouquíssima quantidade, além de estes apresentarem uma faixa estreita entre a deficiência e a toxidez, e como na cultura do meloeiro a adubação é realizada de forma parcelada, sendo comum aplicações via foliar, optou-se em não utilizar uma dose superior a recomendada.

5.3.2 – *Subsistema Suprimento*

Referem-se aos nutrientes disponibilizados pelo solo e pela água de irrigação, dessa forma o suprimento total de nutrientes estimado pelo Ferticalc-Melão, para a cultura do meloeiro foi expresso da seguinte forma:

$$\mathbf{SUP_{total} = SUP_{solo} + SUP_{\acute{a}gua} \quad (Equa\c{c}\tilde{a}o\ 18)}$$

Em que,

SUP_{solo} = suprimento de nutrientes pelo solo, em $kg\ ha^{-1}$, para N o valor de SUP_{solo} foi igual a zero;

$SUP_{\acute{a}gua}$ = suprimento dos nutriente K, Ca e Mg pela água de irrigação, em $kg\ ha^{-1}$, para os demais macro e micronutrientes o valor de $SUP_{\acute{a}gua}$ foi igual a zero.

Em culturas anteriores contempladas pelo sistema, o SUP conta com suprimento de nutrientes provenientes da calagem (algodão e abacaxi), resíduos orgânicos ou restos culturais (banana, café e soja) e matéria orgânica (abacaxi e pastagem). Esses suprimentos podem variar conforme a cultura, sendo adequado para algumas culturas e para outras não, além disso, há possibilidade de outras formas de suprimento, como utilizado para o meloeiro, que no caso o suprimento de nutrientes é pela água de irrigação.

Para o meloeiro não serão consideradas as formas de suprimento listadas anteriormente, pois, o sistema utiliza a calagem como forma indireta de suprimento de Ca e Mg, tendo como objetivos principais neutralizar o Al tóxico, aumentar a disponibilidade de nutrientes e a saturação por bases, melhorando dessa forma as características químicas do solo para receber a cultura. Os resíduos orgânicos, que representam os restos culturais não serão considerados em virtude da prática comum de eliminar os restos culturais logo após a colheita por questões sanitárias (ALENCAR *et al.*, 2002). Em relação ao suprimento pela matéria orgânica, as culturas em geral, apresentam baixa eficiência na utilização do N proveniente da mesma, em função da falta de sincronismo entre sua liberação e a demanda da planta, associado às perdas por lixiviação (MYERS *et al.*, 1994), além do fato, do sistema considerar quantitativamente, esse suprimento pequeno em relação ao requerido pela cultura em solos da região Nordeste.

5.3.2.1 – Suprimento de nutrientes pelo solo

O SUPsolo foi obtido a partir dos teores de nutrientes presente na análise de solo, considerando a camada de 0 a 20 cm, que corresponde a profundidade efetiva do sistema radicular do meloeiro. A quantidade de nutriente fornecido pelo solo foi obtida da seguinte forma:

$$\text{SUP}_{\text{solo}} = (\text{TN}_{\text{AS}} / \text{TR}_{\text{ext}}) \cdot \text{CCS} \quad \text{(Equação 19)}$$

Em que,

SUP_{solo} = suprimento de nutriente pelo solo, em kg ha⁻¹, para N o valor será igual a zero;

TN_{AS} = teor do nutriente no solo de acordo com análise de solo, em kg ha⁻¹;

TR_{ext} = taxa de recuperação do extrator do nutriente no solo, em %, conforme tabela 13;

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

Tabela 13 - Taxa de recuperação do nutriente pelo extrator adotado pelo Ferticalc-Melão

Nutriente	Extrator	Equação/taxa	R ²	Fonte
Fósforo	Mehlich-1	$TR_P = 0,0672821 + 0,0121615^{**}P_{rem-60}$	0,681	Possamai (2003)
Fósforo	Resina	$TR_P = 0,419^{***}(P_{rem-60})^{0,128099}$	0,694	Possamai (2003)
Potássio	Mehlich-1	$TR_K = 0,70$	-	Prezotti (2001) ¹
Cálcio	KCl	$TR_{Ca} = 0,70$	-	Prezotti (2001) ¹
Magnésio	KCl	$TR_{Mg} = 0,70$	-	Prezotti (2001) ¹
Enxofre	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	$TR_S = 0,40$	-	Rosa (2002) ¹
Ferro	Mehlich-1	$TR_{Fe} = 0,409$	-	Aspiazú (2004)
Cobre	Mehlich-1	$TR_{Cu} = 0,500$	-	Prezotti (2001) ¹
Zinco	Mehlich-1	$TR_{Zn} = 0,360254 - 0,00233886^{ns} P_{rem-60} + 0,000119843^{**}(P_{rem-60})^2$	0,932	Possamai (2003)
Manganês	Mehlich-1	$TR_{Mn} = 0,881$	-	Aspiazú (2004)

^{ns} e ^{**} não significativo e significativo 1 %, respectivamente; ¹Valor aproximado.

Com relação a TR_{ext} o sistema Ferticalc-Melão considera os seguintes extratores nas análises químicas do solo: Mehlich-1 para P, K, Fe, Cu, Zn e Mn; KCl para Ca e Mg além de Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc para S, para P, utiliza-se também o extrator Resina (Tabela 13). Para os nutrientes P e Zn extraídos com Mehlich-1 considera-se o fator capacidade tampão, tendo em vista que, a disponibilidade no solo sofre influência desse fator. Para os demais, utilizam-se taxas fixas, pelo fato dos mesmos apresentarem baixa influência do poder tampão além de apresentar bons resultados em trabalhos anteriores com o sistema Ferticalc.

Para determinar a quantidade de nutriente suprida pelo solo, foram consideradas análises químicas/físicas de solos de duas regiões produtoras de melão, com valores adaptados de Diniz *et al.* (2007); Costa *et al.* (2011); Lima (2001) e Dantas (2007) (Tabela 14). A primeira amostra de solo corresponde a um Cambissolo Háplico com pH mais elevado, representativos de áreas produtoras da Chapada do Apodi nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (AS - I), a segunda de um Neossolo Quartzarênico com pH mais baixo, característico de áreas do submédio Vale do São Francisco nos estados da Bahia e Pernambuco (AS - II).

Tabela 14 – Análises químicas e físicas dos solos utilizados para recomendações de calagem e adubação pelo sistema Ferticalc-Melão

Característica	AS – I	AS – II	Extrator
pH	7,09	5,1	Água (1:1)
P (mg dm ⁻³)	2,06	1,17	Mehlich-1
K (cmolc dm ⁻³)	0,55	0,07	Mehlich-1
Ca (cmolc dm ⁻³)	4,73	0,10	KCl
Mg (cmolc dm ⁻³)	1,45	0,10	KCl
Na (cmolc dm ⁻³)	0,16	0,04	KCl
S (mg dm ⁻³)	10,30	2,34	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
Al (cmolc dm ⁻³)	0,00	1,06	KCl
H + Al (cmolc dm ⁻³)	0,67	4,83	Acetato de Ca 0,5 mol L ⁻¹ – pH 7,0
SB (cmolc dm ⁻³)	6,88	0,31	-
t (cmolc dm ⁻³)	6,88	1,37	-
T (cmolc dm ⁻³)	7,55	5,14	-
V (%)	91,11	6,09	-
m (%)	0,0	77,37	-
B (mg dm ⁻³)	0,11	-	Água quente
Cu (mg dm ⁻³)	2,6	0,13	Mehlich-1
Fe (mg dm ⁻³)	5,08	13,44	Mehlich-1
Mn (mg dm ⁻³)	81	7,44	Mehlich-1
Zn (mg dm ⁻³)	2,50	1,09	Mehlich-1
P _{rem-60} (mg L ⁻¹)	*(38,69)	*(40,58)	-
Areia (%)	69,8	91,0	-
Silte (%)	14,7	6,0	-
Argila (%)	15,5	30	-

Fonte: valores adaptados de Diniz *et al.* (2007); Costa *et al.* (2011); Lima (2001) e Dantas (2007); *Valor estimado pela equação: $P_{rem} = 52,44 - 0,9646** \text{ arg} + 0,005** \text{ arg}^2$; $R^2 = 0,75$ (FREIRE, 2001), sendo $\text{arg} =$ argila (%); AS – I: Análise de solo para exemplo com valores hipotéticos para Cambissolo Háptico; AS – II: Análise de solo para exemplo com valores hipotéticos para Neossolo Quartzarênico.

5.3.2.2 – Suprimento de nutrientes pela água de irrigação

Na região da Chapada do Apodi, a água utilizada na irrigação é de origem subterrânea, provenientes de poços profundos (confinados no arenito) e de poços tubulares rasos (influenciados pelo calcário), apresentando concentrações de sais relativamente elevadas, podendo ser superior a 2000 mg L⁻¹ (3,0 dS m⁻¹) (MEDEIROS, 1992; OLIVEIRA; MAIA, 1998; MEDEIROS *et al.*, 2003).

Os nutrientes que serão considerados supridos pela água de irrigação serão K, Ca e Mg, desses o íon Ca predomina em grandes quantidades nas análises químicas de água da região. Conforme estudos realizados por Medeiros *et al.* (2003), que avaliaram a qualidade da água de irrigação em municípios situados nas regiões produtoras de melão dos estados Ceará e Rio Grande do Norte, verificaram que as amostras apresentam baixa sodicidade e elevada alcalinidade.

Outro nutriente importante que poderia ser considerado suprido pela água de irrigação seria o íon NO_3^- , no entanto, para a primeira versão do sistema, não será considerado pelo fato, de não ser comum sua quantificação em análises químicas de água para irrigação. O NO_3^- é com frequência o principal íon lixiviado no solo para mananciais subterrâneos (ANDRADE *et al.*, 2009), principalmente em áreas irrigadas com intenso uso de fertilizantes nitrogenados. Sendo, portanto, seu uso justificado para as próximas versões.

Para determinar o SUPágua, o sistema utiliza valores de análise química da água, correspondente aos nutrientes K, Ca e Mg utilizando a equação 20, conforme Paula (2007):

$$\text{SUPágua} = (\text{LTA} \cdot \text{TNA} \cdot \text{PA}) / 100 \quad \text{(Equação 20)}$$

Em que,

SUPágua = suprimento dos nutriente K, Ca e Mg pela água de irrigação, em kg ha^{-1} ; para os demais macro e micronutrientes o valor de SUPágua igual a zero;

LTA = lâmina total de água aplicada no ciclo da cultura, em mm;

TNA = teor do nutriente ou íons na água de irrigação, em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$;

PA = peso atômico de cada elemento ou íon contido na água.

Na obtenção da LTA, utilizará a equação 21, conforme Paula (2007):

$$\text{LTA} = \text{LMD} \cdot \text{CT} \quad \text{(Equação 21)}$$

Em que,

LTA = lâmina total de água aplicada no ciclo da cultura, em mm;

LMD = lâmina média de água diária utilizada pela cultura, em mm dia^{-1} ;

CT = duração do ciclo de vida da cultura, em dias.

Para a primeira versão do Ferticalc-Melão, o usuário optará em fazer uso ou não da quantidade de nutrientes presentes na água de irrigação (Tabela 15). Caso o mesmo escolha, fazer o uso, será utilizado inicialmente uma LTA média, comum na região produtora do polo CE/RN. Ainda com relação a LTA, o mesmo passará a ser mais dinâmico nas futuras versões, pois o sistema irá informar a quantidade exata de água a ser aplicada na irrigação diariamente, com base na evapotranspiração da cultura no dia anterior, prática já utilizada

entre alguns produtores. Dessa forma até o final do ciclo, será contabilizado de forma mais precisa a quantidade de nutriente aplicada através da água de irrigação.

Tabela 15 - Análises químicas de água utilizadas para recomendação de adubação pelo sistema Ferticalc-Melão

Água	CE	pH	RAS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	*SO ₄ ⁻²
Fonte	dSm ⁻¹	água		-----				mmol _c L ⁻¹	-----		
I ¹	3,90	6,90	6,33	15,2	2,80	0,15	19,00	25,20	4,80	0,20	Pres.
II ²	0,08	-	0,14	0,60	0,10	0,04	0,08	0,16	0,70	0	-
III ³	1,64	6,72	1,52	8,72	2,97	**0,25	3,69	6,97	7,41	-	-

*Análise qualitativa; ¹Análise de água subterrânea proveniente da Chapada do Apodi (NOGUEIRA, 2010); ²Análise de água superficial proveniente do Rio São Francisco (CORDEIRO, 2001); ³Médias de análises de água subterrânea proveniente de diversos municípios da região da Chapada do Apodi (MEDEIROS *et al.*, 2003).

5.4 – Cálculo da dose de nutriente a aplicar

Após a determinação do subsistema requerimento (REQ) e suprimento (SUP), utiliza-se os resultados no balanço nutricional conforme equação 22. Se o balanço for positivo (REQ > SUP), recomenda-se a aplicação de fertilizantes; caso seja negativo ou nulo (REQ ≤ SUP) não recomenda a aplicação de fertilizantes.

$$\text{BN} = \text{REQ}_{\text{total}} - \text{SUP}_{\text{total}} \quad (\text{Equação 22})$$

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.

Para os nutrientes P e K, as recomendações foram convertidas para P₂O₅ e K₂O, utilizando os fatores 2,29 e 1,20, respectivamente.

Depois de estabelecida a quantidade total de nutrientes exigida para cada tipo de meloeiro a uma dada produtividade, o sistema recomenda a quantidade de nutriente a ser aplicada em fundação, para N, P e K, e o parcelamento desses e demais nutrientes pela fertirrigação, com base na marcha de absorção de nutrientes pela cultura.

5.4.1 – Adubação de fundação e cobertura

A adubação de fundação foi considerada apenas para os nutrientes N, P e K, sendo dividida em duas partes, a primeira em fundação e a segunda em cobertura, distribuída juntamente com a água de irrigação (fertirrigação), conforme recomendações apresentadas na tabela 16.

O Ferticalc-Melão propõem uma distribuição da adubação em fundação e em cobertura, específica para cada tipo de meloeiro. Utilizando banco de dados com informações sobre a adubação mineral em meloeiro, tabulados em planilhas eletrônicas no programa Excel[®], a partir de experimentos de campo com a cultura, foram estratificada a produtividade obtida pelos diferentes tipos de meloeiro, considerando apenas produtividades igual e, ou superior a 30.000 kg ha⁻¹. Logo após, verificou-se a quantidade total de N, P e K aplicada em fundação e em cobertura. Sendo em seguida, feita uma média aritmética para cada tipo (Tabela 16).

Tabela 16 - Recomendações do Ferticalc-Melão para distribuição da adubação em fundação e em cobertura com base na recomendação total

Fonte	Cultura/Tipo	Distribuição	N	P	K
			----- % -----		
Montag (1999)	Meloeiro	Fundação	15	100	15
		Cobertura	85	0	85
Crisóstomo <i>et al.</i> (2002)	Meloeiro	Fundação	10	80	10
		Cobertura	90	20	90
¹ Ferticalc-Melão	² Amarelo	Fundação	8	50	2
		Cobertura	92	50	98
³ Cantaloupe		Fundação	25	65	25
		Cobertura	75	35	75
⁴ Gália		Fundação	11	32	13
		Cobertura	89	68	87
⁵ Pele-de-sapo		Fundação	24	56	14
		Cobertura	76	44	86

¹Distribuição sugerida pelo sistema com base nas adubações utilizadas em experimentos de campos como produtividade total de frutos ≥ 30.000 kg ha⁻¹; ²Base de dados para o tipo Amarelo utilizada para sugerir distribuição pelo Ferticalc-Melão: ARAÚJO JÚNIOR (2008); OLIVEIRA (2010); FERNANDES (2010); PEREIRA (2010); TOMAZ (2008); ³Base de dados para Cantaloupe utilizada para sugerir distribuição pelo Ferticalc-Melão: ARAÚJO JÚNIOR (2008); DANTAS (2007); PEREIRA (2010); GERHARDT (2007); PRATA (1999); DUARTE (2002); DAMASCENO (2011); ⁴Base de dados para Gália utilizada para sugerir distribuição pelo Ferticalc-Melão: PEREIRA (2010); GERHARDT (2007); SANTOS JÚNIOR (2007); ⁵Base de dados para Pele-de-sapo utilizada para sugerir distribuição pelo Ferticalc-Melão: PEREIRA (2010); RODRIGUES (2008); DANTAS (2008); TEMÓTEO (2006).

A escolha por qual forma de distribuição da recomendação de adubação, em fundação e cobertura, fica a critério do usuário, que utilizará a distribuição que melhor se adapta as suas condições de cultivo.

A adubação de fundação conforme a tabela 16 deve ser aplicada em dose única no sulco de plantio antes da semeadura ou trasplante, já a adubação de cobertura deve ser parcelada ao longo do ciclo da cultura, da mesma forma o usuário optará por qual recomendação utilizará (Tabela 17).

De acordo com Fontes e Lima (1993) a marcha de absorção de nutriente pela planta é uma ferramenta imprescindível para o manejo dos fertilizantes nas culturas, pois informa a quantidade de nutriente absorvida ao longo do ciclo da cultura demonstrando qual época o nutriente é mais absorvido.

Dessa maneira, com base na marcha de absorção de nutrientes pelo meloeiro conforme trabalhos de Prata (1999), Silva Júnior (2005) e Damasceno (2011), o sistema Ferticalc-Melão propõem a distribuição do restante dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S recomendados em cobertura, para ser distribuído por meio da fertirrigação conforme os períodos estabelecidos (Tabela 17 e 18).

Tabela 17 – Recomendações para distribuição da adubação N, P e K em cobertura (fertirrigação)¹

Fonte	Cultura/Tipo	Dias após sementeira ou transplante						
		0-15	15-25	25-30	30-35	35-40	40-50	> 50
----- % N -----								
² Montag (1999)	Meloeiro	24		19		57		
³ Crisóstomo <i>et al.</i> (2002)	Meloeiro	22		56		22		
Ferticalc-Melão	⁶ Amarelo	1	60		34		5	
	⁷ Cantaloupe	7	20		18	21	19	15
	⁸ Gália	9	17		33		35	
	⁹ P. de sapo	5		8		15		33
----- % ⁴ P -----								
Montag (1999)	Meloeiro	0						
Crisóstomo <i>et al.</i> (2002)	Meloeiro	0		100		0		
Ferticalc-Melão	Amarelo	5	52		32		11	
	Cantaloupe	6	18		21	27	26	2
	Gália	4	46		32		18	
	P. de sapo	6		12		21		30
----- % K -----								
Montag (1999)	Meloeiro	18		21		61		
⁵ Crisóstomo <i>et al.</i> (2002)	Meloeiro	11		22		45		
Ferticalc-Melão	Amarelo	3	28		58		11	
	Cantaloupe	6	15		17	23	24	15
	Gália	4	12		30		38	
	P. de sapo	5		10		25		39

¹Distribuição do total recomendado em cobertura (fertirrigação) para cada nutriente, essas recomendações devem ser parceladas de preferência diariamente conforme a quantidade especificada para cada período;

²Considerando uma faixa de produtividade de 30-50 t ha⁻¹, com ciclo de 75 ou 85 dias após transplante ou sementeira, respectivamente;

³Recomenda-se 22 % do total em cobertura dos 20 aos 45 e 45 a 55 dias, acima dos 55 dias não recomenda-se aplicar N;

⁴Para aplicação de P em cobertura, sempre utilizar fontes solúveis como MAP, ácido fosfórico dentre outros;

⁵Recomenda-se 11, 22, 45 e 22 % do total em cobertura para K, após o plantio até os 20, 21 aos 45, 45 aos 55 e acima de 55 dias respectivamente;

⁶Recomenda-se a aplicação de 5, 11 e 11 % do total em cobertura, dos 45 até 60 dias para N, P e K, respectivamente. Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelo tipo Amarelo adaptado de PRATA (1999);

⁷Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelo tipo Cantaloupe adaptado de DAMASCENO (2011);

⁸Recomenda-se a aplicação de 35, 18 e 38 % do total em cobertura, dos 45 até 60 dias para N, P e K, respectivamente e 6, 0 e 16 % acima dos 60 dias para N, P e K, respectivamente. Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelo tipo Gália adaptado de PRATA (1999);

⁹Recomenda-se a aplicação de 25, 27 e 12 % do total em cobertura, dos 50 aos 55 dias para N, P e K, respectivamente e 14, 4 e 9 % dos 55 até 69 dias para N, P e K, respectivamente. Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelo tipo Pele-de-sapo. Adaptado de SILVA JÚNIOR (2005).

Tabela 18 – Recomendações para distribuição da adubação de Ca, Mg e S em cobertura (fertilirrigação)¹

Fonte	Cultura/Tipo	Dias após semeadura ou transplântio					
		0-15	15-25	25-30	30-35	35-40	40-50
----- % ² Ca -----							
Ferticalc-Melão	Amarelo	2,5	17,5		55		25
	Cantaloupe	2	30		55		13
	Gália	4	26		55		15
	P. de sapo	2	8		39		49
----- % ³ Mg -----							
Ferticalc-Melão	Amarelo	4	8		58		30
	Cantaloupe	1	15		71		13
	Gália	3	15		66		16
	P. de sapo	2	6		38		54
----- % ⁴ S -----							
Ferticalc-Melão	Amarelo	8	25		66		1
	Cantaloupe	1	9		33		57
	Gália	1	25		50		24
	P. de sapo	2	13		24		61

¹Distribuição do total recomendado em cobertura (fertilirrigação) para cada nutriente, essas recomendações devem ser parceladas de preferência diariamente conforme a quantidade especificada para cada período;

²Recomenda-se 25, 13, 15 e 49 % do total em cobertura para Ca, dos 45 até 60 dias, respectivamente. Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelos respectivos tipos, adaptado de PRATA (1999);

³Recomenda-se 30, 13, 16 e 54 % do total em cobertura para Mg, dos 45 até 60 dias, respectivamente. Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelos respectivos tipos, adaptado de PRATA (1999);

⁴Recomenda-se 1, 57, 24 e 61 % do total em cobertura para S, dos 45 até 60 dias, respectivamente. Recomendações com base na marcha de absorção de nutriente pelos respectivos tipos, adaptado de PRATA (1999).

Devido a ausência de dados específicos para os nutrientes Ca, Mg e S nos trabalhos de Montag (1999) e Crisóstomo *et al.* (2002), o sistema utiliza apenas a marcha de absorção de nutrientes apresentada por Prata (1999), para gerar as recomendações de distribuição dos nutrientes ao longo do ciclo para cada tipo de meloeiro (Tabela 18).

Para as recomendações de micronutrientes, o sistema Ferticalc-Melão não estabelece um método de parcelamento ao longo do ciclo, tendo em vista a grande dificuldade em obter informações sobre marcha de absorção em micronutrientes, além da dificuldade em parcelar ao longo do ciclo, pequenas quantidades de fertilizante, ficando dessa forma, a cargo do usuário a decisão de como utilizar a quantidade recomendada de micronutrientes. O sistema apenas sugere, no caso de aplicar micronutrientes via fertirrigação, que utilize a forma de quelato para evitar possíveis entupimentos no sistema de irrigação, e em aplicações foliares dar preferência para a forma de quelatos por ser mais estáveis na qual os nutrientes permanecem na forma solúvel por mais tempo, tendo maiores chances de serem absorvidos pelas folhas, e realizar aplicações no início do desenvolvimento da cultura como forma preventiva, verificando a compatibilidade entre adubos foliares e defensivos agrícolas.

5.5 – Simulações do sistema e análise de sensibilidade

Foi realizado simulações de recomendação de adubação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn utilizando o sistema Ferticalc-Melão para quatro tipos de meloeiro: Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, considerando uma margem de produtividade total de frutos variando de 15.000 a 45.000 kg ha⁻¹ em função dos teores de nutrientes no solo e na água de irrigação.

Devido a peculiaridade da cultura, o sistema distribuiu a recomendação total de N, P₂O₅ e K₂O em adubação de fundação e de cobertura, na qual o usuário optará por qual método será utilizado (Tabelas 16 e 17), e para Ca, Mg e S (Tabela 18). Além disso, o sistema recomenda, do total a ser aplicado em cobertura, que seja parcelado com base na marcha de absorção de nutrientes da cultura, através da fertirrigação (Tabelas 17 e 18).

Após todo o desenvolvimento do sistema Ferticalc-Melão, realizou-se análise de sensibilidade para avaliar o efeito de cada variável analisada sobre as recomendações de cada nutriente.

6.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 – Recomendação de calagem pelo Ferticalc-Melão

Nas simulações da necessidade de calagem recomendada pelo sistema Ferticalc-Melão, foram utilizadas os valores da análise química do solo AS-II que corresponde ao Neossolo Quartzarênico do Vale do Submédio São Francisco com pH de 5,1 (Tabela 14). Os resultados de NC, \hat{Y} , ΔpH e pH final estimado encontram-se na tabela 19, sendo obtidos da seguinte forma:

a) neutralização do alumínio trocável (Al^{3+}) e elevação dos teores de Ca^{2+} e de Mg^{2+}

$$\hat{Y} = 0,0302 + 0,06532 \cdot \text{Arg} - 0,000257 \cdot \text{Arg}^2 \quad \text{(Equação 6)}$$

$$\hat{Y} = 0,0302 + 0,06532 \cdot 30 - 0,000257 \cdot 30^2$$

$$\hat{Y} = 1,76$$

$$\text{NC} = \hat{Y} [\text{Al}^{3+} - (\text{mt} \cdot \text{t} / 100)] + [\text{X} - [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \quad \text{(Equação 4)}$$

$$\text{NC} = 1,76 \cdot [1,06 - (5,00 \cdot 1,36 / 100)] + [3,50 - [(0,10 + 0,10)]$$

$$\text{NC} = 5,04 \text{ t ha}^{-1}$$

b) saturação por bases

$$\text{NC} = \text{T} (\text{Ve} - \text{Va}) / 100 \quad \text{(Equação 7)}$$

$$\text{NC} = 5,14 \cdot (80,00 - 6,09) / 100$$

$$\text{NC} = 3,79 \text{ t ha}^{-1}$$

Após determinado a NC pelos dois métodos, é determinado a variação de pH do presente solo para cada t ha^{-1} de CaCO_3 (PRNT 100%) aplicado, e em seguida estimado o pH final.

$$\Delta\hat{\text{pH}} = -0,0234647 + 1,49415 \cdot [1 / (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})] \quad \text{(Equação 8)}$$

$$\Delta\hat{\text{pH}} = -0,0234647 + 1,49415 \cdot [1 / (4,83)]$$

$$\Delta\hat{\text{pH}} = 0,28$$

$$\text{pH final} = (\text{NC} \cdot \Delta\hat{\text{pH}}) + \text{pH inicial} \quad \text{(Equação 9)}$$

$$\text{pH final (1)} = (5,04 \cdot 0,28) + 5,1 \rightarrow \text{pH final (1)} = 6,5$$

$$\text{pH final (2)} = (3,79 \cdot 0,28) + 5,1 \rightarrow \text{pH final (2)} = 6,1$$

Tabela 19 - Valores de pH inicial e final, fator capacidade tampão (\hat{Y}), variação estimada do pH (ΔpH) e necessidade de calagem (NC)

Método	pH inicial	pH final	\hat{Y}	ΔpH	NC - t ha ⁻¹ -
Eq. 4	5,1	6,5	1,76	0,2859	5,04
Eq. 7	5,1	6,1	-	0,2859	3,79

Apesar das principais áreas de cultivo do meloeiro encontram-se sob solos com reação neutra a alcalina, é preciso considerar as condições que predominam nas regiões tropicais e subtropicais, tendo em vista que nestas regiões os solos apresentam normalmente caráter ácido (CUSTÓDIO *et al.*, 2002). No Brasil, especificamente, por apresentar material de origem pobre em bases e sob condições climáticas como temperatura e precipitação elevadas, favoráveis ao processo de intemperismo e lixiviação, os mesmos apresentam baixa saturação por cátions, como Ca, Mg e K, e, conseqüentemente, predomínio de H e Al nas cargas negativas do solo (NATALE *et al.*, 2008).

Dessa forma, para evitar que a acidez do solo seja um fator limitante no desempenho e na produtividade não só do meloeiro, mas de qualquer cultura, é imprescindível a prática da calagem, no intuito de precipitar o Al³⁺ que é tóxico as plantas, elevar o pH para uma faixa adequada a cultura, além de fornecer Ca²⁺ e Mg²⁺ às plantas (RAIJ, 1991).

Como descrito anteriormente, o Ferticalc-Melão apresenta uma seqüência de procedimentos para auxiliar o usuário na tomada de decisão, ou seja, por qual método utilizar. Portanto na simulação da recomendação de calagem para análise de solo em questão, procedeu-se da seguinte forma, inicialmente estabeleceu-se a NC por ambos os métodos, equações 4 e 7, obtendo 5,04 e 3,79 t ha⁻¹ correspondendo a maior e a menor dose do corretivo de acidez, respectivamente.

A soma dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo (valor de X) é 0,20 cmol_c dm⁻³ (Tabela 14), sendo o ideal para a cultura 3,5 cmol_c dm⁻³ (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). Dessa forma, tem-se o valor de X < 3,5 cmol_c dm⁻³, sendo portanto recomendado pelo sistema a maior dose, ou seja, 5,04 t ha⁻¹. Caso o valor de X fosse superior a 3,5 cmol_c dm⁻³, seguiria para o segundo procedimento que consideraria o valor da CTC a pH 7 e assim sucessivamente.

A recomendação de calagem para o exemplo em questão foi determinada logo no primeiro procedimento. Caso fosse necessário utilizar o segundo procedimento, tinha-se como faixa para o AS-II, 0,20 a 5,14 cmol_c dm⁻³ que correspondem a \sum_{CaMg} e T, respectivamente. Aproveitando os valores obtidos de NC como exemplo, tem-se 5,04 e 3,79 t ha⁻¹ que

correspondem a NC maior e menor, respectivamente, ou seja, para essa situação seguiria para o procedimento 3 tendo em vista que ambas encontra-se dentro da faixa.

Caso fosse necessário utilizar o procedimento 3, tendo obtido 6,5 e 6,1 de pH final para maior e menor NC, respectivamente. Optar-se-ia pelo método que elevou o pH inicial que era de 5,1 a 6,5 estando este dentro da faixa considerada ideal para a cultura.

Independente da recomendação sugerida pelo sistema, o usuário deve estar atento em buscar melhorar as condições químicas do solo, como manter a saturação de bases (V) em torno de 80% em que a cultura apresenta bons rendimentos e sempre que for necessário o uso de calagem optar pelo calcário dolomítico em solos com o teor de Mg trocável inferior a 8 mmol_c dm⁻³ (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002).

6.2 – Subsistemas requerimento e suprimento de nutriente pela planta

6.2.1 – Requerimento total de nutriente pela planta

Os tipos de meloeiro avaliados foram bem diferentes em relação ao requerimento de P estimado (Tabela 20), observando-se que o Gália é o que requer menor quantidade de P para atingir a produtividade esperada, sendo este fato comprovado na tabela 10, que apresentam os CUBs no fruto, ou seja, mostrando alta eficiência em converter um quilograma do nutriente em quilogramas de matéria seca. Já o meloeiro Pele-de-sapo foi o que requereu mais P para obter a mesma produtividade, mostrando-se menos eficiente. Os tipos Amarelo e Cantaloupe foram intermediários no requerimento de P, sendo o Cantaloupe menos eficiente que o Amarelo.

O sistema estimou para o Gália requerimentos que variam de 16,37 a 49,12 kg ha⁻¹ de P para solos com P-rem de 4 mg L⁻¹ e 6,77 a 20,30 kg ha⁻¹ de P para solos com P-rem de 44 mg L⁻¹, para produtividades de 15.000 à 45.000 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 20). Dessa forma, observa-se que à medida que se aumenta os valores de P-rem no solo, decresce o requerimento da planta pelo nutriente P. Isso está relacionado à grande influência que esse nutriente sofre com relação ao poder tampão, pois solos que apresentam menores valores de P-rem, são mais característicos de solos argilosos, mais tamponados e apresenta alta capacidade de fixação, sendo predominante o dreno-solo. Já em solos arenosos e até mesmo de textura média, há maior predomínio do dreno-planta (NOVAIS, 1996). Dessa forma, para uma mesma produtividade, a quantidade de fertilizante a ser aplicado será diferente, sendo necessárias menores quantidades para solos arenosos e maiores para solos argilosos.

Para os demais tipos de melão, o sistema estimou uma variação de 9,48 a 68,79; 13,40 a 97,31 e 26,37 a 191,48 kg ha⁻¹ de P para o Amarelo, Cantaloupe e Pele-de-sapo, respectivamente (Tabela 20). Como observado, o requerimento de P além dos demais macronutrientes pelo meloeiro foi diferente e variou quanto ao tipo (Tabela 21). Essa informação evidência a necessidade de se obter recomendações específicas para cada tipo.

Tabela 20 - Requerimento total de P pelo meloeiro para a obtenção da produtividade esperada

P-rem mg L ⁻¹	TRpl_Ps ¹ -- % --	Produtividade	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Todos
		kg ha ⁻¹					
4	0,21	15.000	22,93	32,44	16,37	63,83	29,90
	0,21	22.500	34,40	48,65	24,56	95,74	44,85
	0,21	30.000	45,86	64,87	32,75	127,65	59,81
	0,21	37.500	57,33	81,09	40,93	159,56	74,76
	0,21	45.000	68,79	97,31	49,12	191,48	89,71
10	0,24	15.000	19,80	28,00	14,14	55,10	25,82
	0,24	22.500	29,70	42,00	21,20	82,65	38,72
	0,24	30.000	39,60	56,01	28,27	110,20	51,63
	0,24	37.500	49,49	70,01	35,34	137,76	64,54
	0,24	45.000	59,39	84,01	42,41	165,31	77,45
19	0,30	15.000	16,00	22,64	11,43	44,54	20,87
	0,30	22.500	24,00	33,95	17,14	66,81	31,30
	0,30	30.000	32,01	45,27	22,85	89,08	41,74
	0,30	37.500	40,01	56,59	28,57	111,35	52,17
	0,30	45.000	48,01	67,91	34,28	133,62	62,60
30	0,38	15.000	12,53	17,72	8,94	34,87	16,34
	0,38	22.500	18,79	26,58	13,42	52,30	24,50
	0,38	30.000	25,06	35,44	17,89	69,74	32,67
	0,38	37.500	31,32	44,30	22,36	87,17	40,84
	0,38	45.000	37,58	53,16	26,83	104,61	49,01
44	0,51	15.000	9,48	13,40	6,77	26,37	12,36
	0,51	22.500	14,21	20,11	10,15	39,56	18,53
	0,51	30.000	18,95	26,81	13,53	52,75	24,71
	0,51	37.500	23,69	33,51	16,91	65,94	30,89
	0,51	45.000	28,43	40,21	20,30	79,12	37,07

¹TRpl_Ps: taxa de recuperação de P pela planta, corrigido para aplicação em sulco.

Extração de P pelo meloeiro de 11,36 e 8,39 kg ha⁻¹ para produtividades médias de 30.533 e 32.733 kg ha⁻¹ em híbridos pertencentes aos tipos Amarelo e Cantaloupe, respectivamente, foram obtidos por Lima (2001). O sistema estimou para esses tipos com suas respectivas produtividades, demanda¹ na ordem de 12,21 e 18,51 kg ha⁻¹ de P pelo Amarelo e Cantaloupe, respectivamente. Com isso, verificou-se que o sistema apresentou boa

¹ Valores de requerimento (Tabela 20) precisam ser convertidos em demanda de nutrientes pela planta (DNP) para possíveis comparações com a literatura, sendo utilizado para todos os nutrientes, exceto K, o seguinte cálculo: DNP = (RTNutP/CMR)*TRpl, e para K: DNP = [(RTNutP_K/CMR)-Req_susK]*TRpl.

aproximação para demanda de P pelo Amarelo, diferente do ocorrido com o Cantaloupe. Essa diferença pode estar relacionado à discrepância na demanda individual de P entre os híbridos do tipo Cantaloupe (LIMA, 2001). Avaliando diferentes combinações de doses de N e K para o Pele-de-sapo, Silva Júnior (2005) obteve extração média de 16 kg ha⁻¹ de P para 20.302 kg ha⁻¹ de produtividade. Para esse mesmo rendimento, o sistema estimou demanda de 22,59 kg ha⁻¹ de P, superior ao obtido pelo referido autor. É provável, que a baixa demanda esteja relacionada ao ataque severo da mosca minadora que ocorreu durante o experimento, diminuindo a área fotossintética ativa das folhas e produção de fotossintatos, sendo esta a explicação do autor para o baixo rendimento da cultura.

Quanto ao N, o Cantaloupe foi o tipo mais eficiente em sua utilização (Tabela 21). Lima (2001) obteve demanda média de 42,54 kg ha⁻¹ para o Cantaloupe, enquanto o Amarelo obteve 56,75 kg ha⁻¹ de N. Considerando a mesma produtividade obtida pelo referido autor, o sistema simulou demanda de 43,08 e 61,36 kg ha⁻¹ de N para Cantaloupe e Amarelo, respectivamente. Esses valores apresentam similaridade, mostrando que o sistema apresenta boa capacidade para estimar a demanda de N pela planta. Para os tipos Gália e Pele-de-sapo, o sistema estimou uma variação na demanda de 29,77 a 89,29 e 25,54 a 76,60 kg ha⁻¹ para produtividades de 15.000 à 45.000 kg ha⁻¹, respectivamente. Sendo o Gália dentre todos os tipos, o menos eficiente. Avaliando diferentes lâminas de irrigação e doses de N e K sobre o acúmulo e a partição de matéria seca em melão Gália, Oliveira *et al.* (2009) obtiveram demanda de 50,15 a 118,45 kg ha⁻¹ de N.

Além de N, o Ca foi outro nutriente menos exigido pelo Cantaloupe em relação aos demais tipos. Lima (2001) obteve para esse nutriente, demanda média de 36,40 kg ha⁻¹ para produtividade de 32.733 kg ha⁻¹, para esse mesmo rendimento o sistema simulou 45,38 kg ha⁻¹ de Ca. A diferença apresentada pode estar relacionada com a eficiência na utilização deste nutriente, tendo em vista o elevado coeficiente de variação apresentado na tabela 10, já que não houve diferença significativa na demanda individual dos híbridos pertencente ao Cantaloupe conforme obtido pelo referido autor. Da mesma forma, ocorreu para o Amarelo, pois o sistema simulou uma demanda 75,61 kg ha⁻¹ de Ca, enquanto Lima (2001) obteve demanda de 40,35 kg ha⁻¹ para a mesma produtividade. Essa discrepância na demanda obtida em especial para o Amarelo e para esse nutriente em específico sugere que é necessário um maior número de dados para alimentar o sistema reduzindo o coeficiente de variação e aumentando a precisão dos valores simulados.

Com relação ao K, Mg e S, o tipo Amarelo foi o que demandou menor quantidade para atingir produtividades de 15.000 a 45.000 kg ha⁻¹, com extrações de 35,25 a 105,76; 2,22

a 6,67 e 6,27 a 18,81 kg ha⁻¹, respectivamente. Para estes mesmos nutrientes, os tipos Pele-de-sapo, Gália e Cantaloupe foram os menos eficientes, exigindo maiores quantidades de K, Mg e S, respectivamente, apesar de para o S ter apresentado uma pequena diferença entre os tipos avaliados.

Para o tipo Amarelo, Lima (2001) encontrou extração média de 46,10; 9,41 e 14,50 kg ha⁻¹ de K, Mg e S, respectivamente. Para esses mesmos nutrientes as extrações máximas obtidas foram de 95,91; 16,19 e 22,78 kg ha⁻¹, respectivamente. Considerando a média de produtividade obtida por esse autor para os híbridos do tipo Amarelo, o sistema simulou demanda de 71,76; 4,53 e 12,76 kg ha⁻¹ de K, Mg e S, respectivamente. Observa-se que entre estes nutrientes o K e Mg foi o que apresentou maior discrepância entre a demanda obtida com a demanda simulada, para Mg esse fato remete ao ocorrido com Ca, ou seja, em razão do elevado coeficiente de variação (Tabela 10). Para K, observa-se que proporcionalmente é o único acima da demanda média obtido por Lima (2001), esse fato pode ter relação com o comumente denominado consumo de luxo, já que o K é um nutriente que a planta é capaz de absorver quantidades superiores a sua necessidade (MEURER, 2006).

Para o melão do tipo Amarelo foi obtido demanda de 57,80; 23,10 e 6,4 kg ha⁻¹ de K, Mg e S, respectivamente, por Prata (1999), enquanto o estimado para esse tipo, considerando o mesmo rendimento, a demanda dos respectivos nutrientes foram de 62,75; 3,96 e 11,16 kg ha⁻¹. Na qual, pode se observar boa aproximação na demanda de K, porém com baixa similaridade para Mg como ocorrido em Lima (2001) reforçando o elevado coeficiente de variação obtido por esse nutriente (Tabela 10).

Em relação ao Cantaloupe, Lima (2001) obteve extrações médias de 38,38; 9,75 e 13,76 kg ha⁻¹ com máximas de 77,39; 21,29 e 26,94 kg ha⁻¹ para K, Mg e S, respectivamente. Já a demanda simulada para esse tipo para o mesmo rendimento foi de 116,02; 27,48 e 19,14 kg ha⁻¹ para K, Mg e S, respectivamente. Assim como ocorreu com o Amarelo, K e Mg foram os nutrientes que menos aproximaram-se da demanda estimada para Cantaloupe.

Para o Gália, a demanda de 72,89 a 179,12 kg ha⁻¹ de K foram obtidos por Oliveira *et al.* (2009), enquanto a estimada para esse mesmo tipo foi de 40,41 e 121,23 kg ha⁻¹ de K para produtividades de 15.000 e 45.000 kg ha⁻¹, respectivamente. Para esse mesmo tipo, Prata (1999) obteve 52,2 kg ha⁻¹ de K para produtividade de 22.000 kg ha⁻¹, sendo a demanda estimada para esse rendimento de 59,27 kg ha⁻¹ de K, sendo observado nesse caso que o sistema Ferticalc-Melão foi eficiente em estimar a demanda de K para esse tipo.

É importante ressaltar que dentro de cada tipo há uma diversidade de híbridos e cultivares com demandas distintas, sendo a estimativa do sistema baseada em dados médios

destes materiais, sendo isso uma das razões pela diferença apresentada entre os tipos. Dessa forma, são importantes futuros trabalhos que visem alimentar o sistema de forma mais específica e possa atuar mais precisamente sobre o material genético cultivado.

De maneira geral, para os macronutrientes, podem-se classificar os tipos com relação a sua eficiência, apresentando a seguinte ordem do mais eficiente para o menos: Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo. Entretanto, essa eficiência pode variar dentro de um determinado tipo, sendo uma característica intrínseca do híbrido ou cultivar. Lima (2001), avaliando oito diferentes híbridos, sendo três pertencentes ao Amarelo e três ao Cantaloupe, classificou os mesmos em três grupos: de alta, média e baixa eficiência. O autor agrupou os híbridos Hy Mark do tipo Cantaloupe, e o Gold Mine do tipo Amarelo no grupo de alta eficiência, quatro no de média eficiência sendo Trusty do tipo Cantaloupe, e Gold Pride e Yellow King do tipo Amarelo, sendo o quarto pertencente ao tipo Charentais que não foi avaliado e dois no de baixa eficiência sendo Mission pertencente ao Cantaloupe e o segundo pertencente ao tipo Honey Dew que também não foi avaliado.

Além das diferenças específicas na exigência nutricional de cada tipo de meloeiro, observou-se diferença quanto a sequência em requerimento dos macronutrientes, sendo: $K > Ca > N > P^1 > S > Mg$ para o Amarelo e o Pele-de-sapo, e a sequência $K > N > Ca > P^2 > S > Mg$ para Cantaloupe, a diferença entre as duas sequências está nos nutrientes Ca e N. A sequência de exigência de $K > N > Ca > Mg > S > P^1$ para o Gália é semelhante a do Cantaloupe, com exceção ao P.

Esses resultados diferem dos encontrados por Prata (1999), que avaliando cinco híbridos contemplando os quatro tipos aqui avaliados obteve a mesma sequência: $Ca > K > N > Mg > S > P$ para todos os híbridos. Lima (2001), avaliando oito híbridos, sendo três do tipo amarelo e três do tipo Cantaloupe obteve diferentes sequências de extrações de nutrientes entre os híbridos de um mesmo tipo, havendo predomínio de $N > K > Ca > P > S > Mg$ e $N > K > Ca > S > P > Mg$ para o Amarelo e Cantaloupe, respectivamente.

Estudando uma variedade do tipo Amarelo, Belfort *et al.* (1986) obteve a seguinte sequência de extração de nutrientes: $K > N > Ca > Mg > P > S$, semelhante ao presente trabalho, considerando os três nutrientes mais exigido K, N e Ca. Para o Cantaloupe, Kano (2002) obteve sob condições de casa de vegetação, sequência de extração de $K > N > Ca > Mg > S > P$ semelhante ao simulado no presente trabalho para o referido meloeiro, exceto na inversão da ordem dos nutrientes Mg e P. Da mesma forma, Duarte (2002) também para o

² Para P, considerou-se P-rem de 30 (Solos da Chapada do Apodi em geral apresenta valor de P-remanescente igual ou superior a 30 mg L⁻¹).

Cantaloupe, obteve a mesma sequência de Kano (2002), exceto para S que não foi avaliado, porém nesse trabalho, os resultados foram obtidos sob condições de campo. Para o Pele-de-sapo, Silva Júnior *et al.* (2006) obteve sequência de extração de $K > Ca > N > P > Mg$ (S não avaliado) semelhante ao simulado pelo sistema para o mesmo tipo.

Tabela 21 - Requerimento total de N, K, Ca, Mg e S pelo meloeiro para a obtenção da produtividade esperada

Nutriente	TRpl ¹	Produtividade	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Todos
	-- % --	----- kg ha ⁻¹ -----					
N	0,60	15.000	40,20	26,32	49,61	42,56	40,29
	0,60	22.500	60,29	39,48	74,41	63,84	60,43
	0,60	30.000	80,39	52,64	99,22	85,11	80,58
	0,60	37.500	100,49	65,80	124,02	106,39	100,72
	0,60	45.000	120,59	78,96	148,82	127,67	120,86
K	0,65	15.000	74,47	111,43	81,98	173,98	92,61
	0,65	22.500	111,70	167,14	122,98	260,98	138,92
	0,65	30.000	148,94	222,86	163,97	347,97	185,23
	0,65	37.500	186,17	278,57	204,96	434,96	231,53
	0,65	45.000	223,41	334,29	245,95	521,95	277,84
Ca ²	0,80	15.000	37,14	20,79	31,83	112,49	31,83
	0,80	22.500	55,72	31,19	47,74	168,74	47,74
	0,80	30.000	74,29	41,59	63,66	224,98	63,66
	0,80	37.500	92,86	51,99	79,57	281,23	79,57
	0,80	45.000	111,43	62,38	95,48	337,48	95,48
Mg	0,80	15.000	2,22	12,59	18,15	10,03	5,12
	0,80	22.500	3,34	18,89	27,23	15,04	7,67
	0,80	30.000	4,45	25,19	36,31	20,06	10,23
	0,80	37.500	5,56	31,49	45,39	25,07	12,79
	0,80	45.000	6,67	37,78	54,46	30,09	15,35
S ²	0,45	15.000	11,14	15,59	11,36	12,78	12,78
	0,45	22.500	16,72	23,39	17,04	19,18	19,18
	0,45	30.000	22,29	31,19	22,72	25,57	25,57
	0,45	37.500	27,86	38,99	28,40	31,96	31,96
	0,45	45.000	33,43	46,78	34,09	38,35	38,35

¹TRpl: taxa de recuperação aparente do nutriente pela planta; ²Para os nutrientes Ca e S não foi possível determinar o requerimento para os tipos Gália e Pele-de-sapo respectivamente, devido à ausência de dados, sendo utilizado a média correspondente a todos.

A absorção e concentração de nutrientes na planta são influenciados por fatores intrínsecos a planta como espécie, cultivar, idade e órgãos da planta, ao solo como aporte, disponibilidade e interação entre os nutrientes, além de fatores ambientais como temperatura, precipitação, luminosidade dentre outros (FAGERIA *et al.*, 1991). Dessa forma, pode se atribuir as diferenças na extração de nutrientes observadas entre os tipos de meloeiro devido as condições sob as quais foram desenvolvidas as pesquisas.

Vale ressaltar que os principais polos de produção do meloeiro no país, localizados na Chapada do Apodi, na divisa entre os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, encontram-se principalmente sobre Cambissolos, geralmente alcalinos, sendo comum desequilíbrios entre os nutrientes K, Ca e Mg, devido aos altos teores de Ca, que causam inibição competitiva na absorção do K e, às vezes, até do Mg (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002; HOLANDA; SILVA; FREITAS, 2008). Dessa forma, nessa região, o fator solo deve ser um dos que mais influencia o requerimento de nutrientes pelo meloeiro, podendo causar variações quanto à ordem de extração de nutriente pela planta.

Com relação aos micronutrientes, o Amarelo foi o mais eficiente na utilização do Fe, Cu e Zn, apesar da pequena diferença para o Cu, enquanto o Cantaloupe foi mais eficiente na utilização de Mn (Tabela 22).

Tabela 22 - Requerimento total de Fe, Cu, Zn e Mn pelo meloeiro para a obtenção da produtividade esperada

Nutr.	TRpl -- % --	Produtividade	Requerimento				
			Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Todos
			----- kg ha ⁻¹ -----				
Fe	0,20	15.000	0,854	1,418	1,177	1,177	1,177
	0,20	22.500	1,280	2,128	1,766	1,766	1,766
	0,20	30.000	1,707	2,837	2,355	2,355	2,355
	0,20	37.500	2,134	3,546	2,944	2,944	2,944
	0,20	45.000	2,561	4,255	3,532	3,532	3,532
Cu	0,10	15.000	0,769	0,774	0,762	0,762	0,762
	0,10	22.500	1,153	1,162	1,143	1,143	1,143
	0,10	30.000	1,538	1,549	1,524	1,524	1,524
	0,10	37.500	1,922	1,936	1,905	1,905	1,905
	0,10	45.000	2,307	2,323	2,286	2,286	2,286
Zn	0,40	15.000	0,074	0,121	0,077	0,077	0,077
	0,40	22.500	0,111	0,182	0,115	0,115	0,115
	0,40	30.000	0,148	0,243	0,154	0,154	0,154
	0,40	37.500	0,185	0,303	0,192	0,192	0,192
	0,40	45.000	0,222	0,364	0,230	0,230	0,230
Mn	0,10	15.000	1,755	0,989	1,281	1,281	1,281
	0,10	22.500	2,633	1,484	1,922	1,922	1,922
	0,10	30.000	3,510	1,979	2,562	2,562	2,562
	0,10	37.500	4,388	2,473	3,203	3,203	3,203
	0,10	45.000	5,266	2,968	3,843	3,843	3,843

Para os nutrientes Fe, Cu, Zn e Mn não foi possível determinar o requerimento para todos os tipos Gália e Pele-de-sapo respectivamente, devido à ausência de dados, sendo utilizado a média correspondente a todos.

Extração de micronutrientes para o melão do tipo Amarelo foram de 0,485; 0,015; 0,080 e 0,214 kg ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn e Mn, respectivamente, obtidos por Prata (1999) com

produtividade de 26.700 kg ha⁻¹, sendo a demanda estimada pelo sistema para este tipo de 0,380; 0,171; 0,066 e 0,391 kg ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn e Mn, respectivamente, no qual observou para Fe e Zn uma boa aproximação entre a demanda estimada pelo sistema com a obtida pelo referido autor.

Para o Cantaloupe, Prata (1999) obteve 0,991; 0,036; 0,320 e 0,288 kg ha⁻¹ enquanto a demanda estimada foi de 0,953; 0,260; 0,163 e 0,332 kg ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn e Mn, respectivamente. De forma semelhante ao Amarelo, o sistema mostrou-se eficiente em estimar a demanda de Fe pela planta, porém não apresentou resultados satisfatórios para Zn, no entanto para esse tipo o sistema mostrou-se eficiente para Mn.

Especificamente para os micronutrientes, é importante que haja o desenvolvimento de pesquisas que foque trabalhos nessa área, tendo em vista a grande escassez de dados para alimentar, por exemplo, o sistema Ferticalc-Melão, pois a eficiência deste depende muito do volume de dados disponíveis na literatura, quanto da qualidade dos mesmos para que haja uma confiabilidade dos resultados gerados pelo sistema.

6.2.2 – Suprimento total de nutriente pelo solo e água de irrigação

O sistema calculou, conforme resultados das análises de solo apresentados na tabela 14, o suprimento dos nutrientes pelo solo para o meloeiro apresentados na tabela 23. Observou-se que para o solo AS-I, com 2,06 mg dm⁻³ de P, o suprimento foi de 35,49; 21,76; 13,77; 9,51 e 6,82 kg ha⁻¹ para P-rem de 4, 10, 19, 30 e 44 mg L⁻¹ de P, respectivamente, enquanto para o solo AS-II, com 1,17 mg dm⁻³ de P, o suprimento foi 20,16; 12,36; 7,82; 5,40 e 3,87 kg ha⁻¹ de P para 4, 10, 19, 30 e 44 mg L⁻¹ de P-rem, respectivamente. Esse resultado mostra que para obter uma mesma produtividade, sob diferentes condições de poder tampão, a quantidade de P suprida pelo solo será diferente, na qual, em solos com menores e maiores valores de P-rem, o solo deverá apresentar maiores e menores quantidades de P, respectivamente, para alcançar uma mesma produtividade.

Trabalhando com Latossolos e Neossolos Mesquita *et al.* (2004), no intuito de determinar o nível crítico para diferentes capins, constatou que para os Latossolos, os teores críticos de P para o estabelecimento das forrageiras são menores, no entanto as doses críticas que equivale a 90% da máxima produção são bem maiores nesse solo, assim como ocorre com o suprimento para P na tabela 23. Os autores explicam que a razão das doses críticas serem maiores em Latossolos em comparação com o Neossolo, está relacionada à grande capacidade de adsorção do P nesse solo, pois o teor de argila apresenta correlação direta com

o teor de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, sendo este uns dos principais responsáveis pela fixação do P.

Para os demais nutrientes, devido à baixa influência do poder tampão sob os mesmos, o suprimento foi o mesmo para os diferentes valores de P-rem, sendo que para teores de 0,55; 4,73 e 1,45 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K, Ca e Mg, respectivamente, o suprimento foi de 612,86; 2.702,86 e 503,61 kg ha^{-1} dos respectivos nutrientes. Para teores de 0,07; 0,10 e 0,10 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K, Ca e Mg, respectivamente, o suprimento foi de 78,00 para K; 57,14 para Ca e 34,73 kg ha^{-1} para Mg. Para S, o suprimento foi 51,50 e 11,70 kg ha^{-1} para teores de 10,30 e 2,34 mg dm^{-3} na análise de solo, respectivamente.

Com relação ao suprimento de nutrientes pela água, têm-se os valores apresentados na tabela 24, na qual considerou uma lâmina média de 400 mm aplicado ao longo de um ciclo da cultura, nas condições ambientais da região Nordeste.

É de extrema importância computar as quantidades de íons como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , principalmente Ca^{2+} (Tabela 24). Na análise química de água, o Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- e CO_3^{2-} foram os principais íons analisados. Além dos elevados teores de Ca^{2+} presente na água de irrigação, atenção especial deve ser dada ao HCO_3^- e CO_3^{2-} , pois os mesmos são os principais responsáveis pelo equilíbrio que governa o pH da água de irrigação (MAIA; MORAIS; OLIVEIRA, 2001). Estes mesmos autores, avaliando diferentes análises de água da região da Chapada do Apodi, considerando uma lâmina de 400 mm por ciclo, aplicou-se médias de até 765 e 654 kg ha^{-1} de CaCO_3 , respectivamente, aplicados ao solo promovendo um aumento do pH do solos com sucessivos cultivos dessa cultura.

Aplicando se uma lâmina de 350 mm de água por ciclo para o meloeiro, e assumindo que todo HCO_3^- se precipita no solo na forma de CaCO_3 , a quantidade de calcário incorporada ao solo pode chegar a 1.500 kg ha^{-1} por ciclo (MEDEIROS *et al.*, 2003), ressaltando que, de modo geral, realizam-se dois cultivos por ano com a cultura.

Desta maneira, o pH do solo aumenta, confirmando a sua alta alcalinidade (EGREJA FILHO; MAIA; MORAIS, 1999; MEDEIROS *et al.*, 2003), sob condições ambientais diferentes dessas regiões, comumente ocorre o inverso, na qual o pH do solo reduz com cultivo sucessivos sendo necessário posteriormente fazer uso da calagem (MAIA; MORAIS; OLIVEIRA, 2001).

Tabela 23 - Suprimento de macronutrientes pelo solo, em função do P-rem com base nas análises de solo

P-rem mg L ⁻¹	produtividade	Suprimento AS - I					Suprimento AS - II				
		P	K	Ca	Mg	S	P	K	Ca	Mg	S
		kg ha ⁻¹									
4	15.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70
	22.500	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70
	30.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70
	37.500	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70
	45.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70
10	15.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70
	22.500	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70
	30.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70
	37.500	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70
	45.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70
19	15.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70
	22.500	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70
	30.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70
	37.500	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70
	45.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70
30	15.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	5,40	78,00	57,14	34,73	11,70
	22.500	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	5,40	78,00	57,14	34,73	11,70
	30.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	5,40	78,00	57,14	34,73	11,70
	37.500	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	5,40	78,00	57,14	34,73	11,70
	45.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	5,40	78,00	57,14	34,73	11,70
44	15.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70
	22.500	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70
	30.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70
	37.500	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70
	45.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70

Dessa forma, para essas regiões, o uso de calagem é totalmente dispensável, tendo em vista que o uso das águas dessas regiões já faz isso naturalmente, porém esse fato é preocupante no que diz respeito à disponibilidade de outros nutrientes como os micronutrientes, toxicidade de cloreto, precipitação de P na forma de fosfato de cálcio devido altos teores deste na água e problemas de manutenção de sistema de irrigação devido a facilidade de entupimentos (EGREJA FILHO; MAIA; MORAIS, 1999; MAIA; MORAIS; OLIVEIRA, 2001; MEDEIROS *et al.*, 2003), além de alterações no equilíbrio de nutriente no solo como a relação K:Ca:Mg.

Tabela 24 - Suprimento de K, Ca e Mg, com base nas análises químicas de água

Análise química de água	Íons		
	K	Ca	Mg
	----- kg ha ⁻¹ -----		
I	23,40	1.216,00	136,08
II	6,24	48,00	4,86

Considerando o suprimento apresentado nas tabelas 23 e 24, com base nas análises químicas do solo e água, tem-se um suprimento total de macronutrientes (Tabelas 25, 26, 27 e 28).

O solo utilizado nos exemplos 1 e 2 é classificado como Cambissolo Háplico, com pH acima de 7,0 e ausência de Al trocável (Tabela 14). Conforme os valores apresentados nas tabelas 25 e 26 este solo apresenta bom suprimento de nutrientes como K, Ca e Mg, principalmente para esses dois últimos, devido o material de origem rico em Ca e Mg, característicos de solos dessa região (MOREIRA *et al.*, 2007). O suprimento elevado de K provavelmente deve-se a altas aplicações deste na forma de fertilizante, porém com baixos teores de P (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). Ainda com relação ao exemplo 1, observou-se que quando somado ao suprimento de água, as quantidades de Ca passaram a valores próximos a 4.000 kg ha⁻¹, enquanto K e Mg apresentaram valores semelhantes na ordem de 600 kg ha⁻¹.

Tabela 25 - Suprimento total de macronutrientes com base nas análises de solo (AS-I) e água, em função do P-rem (exemplo 1)

P-rem	Produtividade	Suprimento solo					Suprimento água			Suprimento total				
		P	K	Ca	Mg	S	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	S
	mg L ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----												
4	15.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	35,49	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	22.500	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	35,49	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	30.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	35,49	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	37.500	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	35,49	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	45.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	35,49	636,26	3.918,86	639,69	51,50
10	15.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	21,76	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	22.500	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	21,76	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	30.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	21,76	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	37.500	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	21,76	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	45.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	21,76	636,26	3.918,86	639,69	51,50
19	15.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	13,77	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	22.500	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	13,77	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	30.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	13,77	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	37.500	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	13,77	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	45.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	13,77	636,26	3.918,86	639,69	51,50
30	15.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	9,51	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	22.500	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	9,51	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	30.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	9,51	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	37.500	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	9,51	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	45.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	9,51	636,26	3.918,86	639,69	51,50
44	15.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	6,82	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	22.500	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	6,82	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	30.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	6,82	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	37.500	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	6,82	636,26	3.918,86	639,69	51,50
	45.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	23,40	1.216,00	136,08	6,82	636,26	3.918,86	639,69	51,50

Tabela 26 - Suprimento total de macronutrientes com base na análise de solo (AS-I), sem o uso da análise de água em função do P-rem (exemplo 2)

P-rem mg L ⁻¹	Produtividade	Suprimento total					
		P	K	Ca	Mg	S	
			kg ha ⁻¹				
4	15.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	22.500	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	30.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	37.500	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	45.000	35,49	612,86	2702,86	503,61	51,50	
10	15.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	22.500	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	30.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	37.500	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	45.000	21,76	612,86	2702,86	503,61	51,50	
19	15.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	22.500	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	30.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	37.500	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	45.000	13,77	612,86	2702,86	503,61	51,50	
30	15.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	22.500	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	30.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	37.500	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	45.000	9,51	612,86	2702,86	503,61	51,50	
44	15.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	22.500	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	30.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	37.500	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	
	45.000	6,82	612,86	2702,86	503,61	51,50	

O solo utilizado nos exemplos 3 e 4 é classificado como Neossolo Quartzarênico com pH de 5,1, com teores de P, Ca, Mg e S muito baixo e K baixo, além da acidez potencial e trocável apresentarem valores médio e muito alto, respectivamente (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). Com base nessa interpretação, observou-se a baixa capacidade desse solo em suprir nutrientes para o meloeiro.

Através das tabelas 27 e 28, observou-se que apesar da baixa disponibilidade de K, esse foi o nutriente suprido em maior quantidade pelo solo, enquanto Ca foi suprido em maior quantidade pela água de irrigação. Quando avaliado o suprimento total pelo solo e água, exemplo 3, verificou que apenas o Ca é suprido em quantidade superior a 100 kg ha⁻¹.

Tabela 27 - Suprimento total de macronutrientes com base nas análises de solo (AS-II) e água, em função do P-rem (exemplo 3)

P-rem mg L ⁻¹	Produtividade	Suprimento solo					Suprimento água			Suprimento total				
		P	K	Ca	Mg	S	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	S
														kg ha ⁻¹
4	15.000	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	20,16	84,24	105,14	39,59	11,70
	22.500	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	20,16	84,24	105,14	39,59	11,70
	30.000	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	20,16	84,24	105,14	39,59	11,70
	37.500	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	20,16	84,24	105,14	39,59	11,70
	45.000	20,16	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	20,16	84,24	105,14	39,59	11,70
10	15.000	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	12,36	84,24	105,14	39,59	11,70
	22.500	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	12,36	84,24	105,14	39,59	11,70
	30.000	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	12,36	84,24	105,14	39,59	11,70
	37.500	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	12,36	84,24	105,14	39,59	11,70
	45.000	12,36	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	12,36	84,24	105,14	39,59	11,70
19	15.000	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	7,82	84,24	105,14	39,59	11,70
	22.500	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	7,82	84,24	105,14	39,59	11,70
	30.000	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	7,82	84,24	105,14	39,59	11,70
	37.500	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	7,82	84,24	105,14	39,59	11,70
	45.000	7,82	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	7,82	84,24	105,14	39,59	11,70
30	15.000	5,4	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	5,40	84,24	105,14	39,59	11,70
	22.500	5,4	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	5,40	84,24	105,14	39,59	11,70
	30.000	5,4	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	5,40	84,24	105,14	39,59	11,70
	37.500	5,4	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	5,40	84,24	105,14	39,59	11,70
	45.000	5,4	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	5,40	84,24	105,14	39,59	11,70
44	15.000	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	3,87	84,24	105,14	39,59	11,70
	22.500	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	3,87	84,24	105,14	39,59	11,70
	30.000	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	3,87	84,24	105,14	39,59	11,70
	37.500	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	3,87	84,24	105,14	39,59	11,70
	45.000	3,87	78,00	57,14	34,73	11,70	6,24	48,00	4,86	3,87	84,24	105,14	39,59	11,70

Tabela 29 - Suprimento de micronutrientes pelo solo, em função do P-rem com base nas análises de solo

P-rem	Produtividade	Suprimento AS – I				Suprimento AS - II			
		Fe	Cu	Zn	Mn	Fe	Cu	Zn	Mn
- mg L ⁻¹ -		----- kg ha ⁻¹ -----							
4	15.000	24,84	10,40	14,17	183,88	65,72	0,52	6,18	16,89
	22.500	24,84	10,40	14,17	183,88	65,72	0,52	6,18	16,89
	30.000	24,84	10,40	14,17	183,88	65,72	0,52	6,18	16,89
	37.500	24,84	10,40	14,17	183,88	65,72	0,52	6,18	16,89
	45.000	24,84	10,40	14,17	183,88	65,72	0,52	6,18	16,89
10	15.000	24,84	10,40	14,33	183,88	65,72	0,52	6,25	16,89
	22.500	24,84	10,40	14,33	183,88	65,72	0,52	6,25	16,89
	30.000	24,84	10,40	14,33	183,88	65,72	0,52	6,25	16,89
	37.500	24,84	10,40	14,33	183,88	65,72	0,52	6,25	16,89
	45.000	24,84	10,40	14,33	183,88	65,72	0,52	6,25	16,89
19	15.000	24,84	10,40	13,92	183,88	65,72	0,52	6,07	16,89
	22.500	24,84	10,40	13,92	183,88	65,72	0,52	6,07	16,89
	30.000	24,84	10,40	13,92	183,88	65,72	0,52	6,07	16,89
	37.500	24,84	10,40	13,92	183,88	65,72	0,52	6,07	16,89
	45.000	24,84	10,40	13,92	183,88	65,72	0,52	6,07	16,89
30	15.000	24,84	10,40	12,56	183,88	65,72	0,52	5,48	16,89
	22.500	24,84	10,40	12,56	183,88	65,72	0,52	5,48	16,89
	30.000	24,84	10,40	12,56	183,88	65,72	0,52	5,48	16,89
	37.500	24,84	10,40	12,56	183,88	65,72	0,52	5,48	16,89
	45.000	24,84	10,40	12,56	183,88	65,72	0,52	5,48	16,89
44	15.000	24,84	10,40	10,22	183,88	65,72	0,52	4,45	16,89
	22.500	24,84	10,40	10,22	183,88	65,72	0,52	4,45	16,89
	30.000	24,84	10,40	10,22	183,88	65,72	0,52	4,45	16,89
	37.500	24,84	10,40	10,22	183,88	65,72	0,52	4,45	16,89
	45.000	24,84	10,40	10,22	183,88	65,72	0,52	4,45	16,89

6.3 – Balanço nutricional pelo Ferticalc-Melão

Após a determinação do requerimento total de nutrientes para cada tipo de meloeiro avaliado, simulando-se quatro diferentes situações para suprimento utilizando solo e água de irrigação, realizou-se o balanço nutricional considerando uma produtividade total de frutos de 45.000 kg ha⁻¹, para todos os tipos, considerando o solo com 44 mg L⁻¹ de P-rem.

Para N, em todas as situações, o balanço foi positivo, sendo recomendado pelo sistema 120,59; 78,96; 148,82 e 127,67 kg ha⁻¹ de N para os tipos Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente, na AS-I (Tabela 30). Não havendo diferença entre os solos avaliados e o uso ou não da água de irrigação como suprimento dos nutrientes, sendo sua recomendação baseada no requerimento do nutriente pela planta, corrigida pela taxa de recuperação do mesmo no solo, observa-se que o tipo Gália é o mais exigente nesse nutriente

sendo recomendado para o mesmo 148,82 kg ha⁻¹, enquanto o Cantaloupe foi o menos exigente com 78,96 kg ha⁻¹.

Avaliando doses de N e K sobre a produtividade e qualidade de frutos para uma cultivar do tipo Amarelo, Coelho *et al.* (2001) recomendaram que para N a dose mais adequada foi de 120 kg ha⁻¹ de N, dose esta semelhante ao recomendado pelo sistema que foi de 120,59 kg ha⁻¹ de N para o mesmo tipo.

Tabela 30 - Balanço nutricional de macronutrientes com base em nas análises química de solo e água

Nutr.	Análise de solo	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Todos
N	AS – I/com ¹	120,59	78,96	148,82	127,67	120,86
	AS – I/sem ²	120,59	78,96	148,82	127,67	120,86
	AS – II/com	120,59	78,96	148,82	127,67	120,86
	AS – II/sem	120,59	78,96	148,82	127,67	120,86
P ₂ O ₅	AS – I/com	49,51	76,51	30,88	165,67	69,31
	AS – I/sem	49,51	76,51	30,88	165,67	69,31
	AS – II/com	56,26	83,26	37,63	172,42	76,06
	AS – II/sem	56,26	83,26	37,63	172,42	76,06
K ₂ O	AS – I/com	-497,31	-363,75	-470,15	-137,69	-431,74
	AS – I/sem	-469,12	-335,56	-441,97	-109,50	-403,56
	AS – II/com	167,64	301,20	194,79	527,26	233,21
	AS – II/sem	175,16	308,72	202,31	534,78	240,72
Ca	AS – I/com	-3.807,42	-3.856,48	-3.823,37	-3.581,38	-3823,37
	AS – I/sem	-2.591,42	-2.640,48	-2.607,37	-2.365,38	-2607,37
	AS – II/com	6,29	-42,76	-9,66	232,33	-9,66
	AS – II/sem	54,29	5,24	38,34	280,33	38,34
Mg	AS – I/com	-633,01	-601,90	-585,22	-609,60	-624,34
	AS – I/sem	-496,93	-465,82	-449,14	-473,52	-488,26
	AS – II/com	-32,92	-1,81	14,87	-9,50	-24,24
	AS – II/sem	-28,06	3,05	19,73	-4,64	-19,38
SO ₄	AS – I/com	-54,01	-14,10	-52,02	-39,31	-39,31
	AS – I/sem	-54,01	-14,10	-52,02	-39,31	-39,31
	AS – II/com	64,98	104,9	66,93	79,68	26,65
	AS – II/sem	64,98	104,9	66,93	79,68	26,65

¹considerando a análise de água; ²desconsiderando a análise de água; valores negativos = o sistema não recomenda adubação e valores positivos = o sistema recomenda adubação.

Na recomendação de P, o sistema estimou a utilização de 49,51; 76,51; 30,88 e 165,67 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a AS-I e 56,26; 83,26; 37,63 e 172,42 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a AS-II, para Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente. É nítida a maior exigência do Pele-de-sapo em relação aos demais, sendo isto em razão do alto requerimento da cultura por esse nutriente (Tabela 20) e pela baixa eficiência da utilização do mesmo conforme CUB deste nutriente (Tabela 10).

Com relação ao K, o sistema estimou 167,64; 301,20; 194,79 e 527,26 kg ha⁻¹ de K₂O para a AS-II, com suprimento de nutriente pela água de irrigação e 175,16; 308,72; 202,31 e 534,78 kg ha⁻¹ de K₂O para a AS-II, sem o suprimento de nutriente pela água de irrigação para Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente. Esse fato deve-se aos baixos teores deste no solo (Tabela 14) e a água de irrigação (Tabela 15). De forma contrária, para a AS-I, o sistema não recomendou adubação tendo em vista os altos teores de K no solo (Tabela 14).

Trabalhando com a cultura da banana sobre Cambissolos da região da Chapada do Apodi, Weber *et al.* (2006) constataram que não houve resposta na produtividade em função da elevada adubação com K, atribuindo esse fato aos elevados teores no solo, recomendando apenas uma dose mínima de 55 kg ha⁻¹ de K₂O.

De maneira semelhante ao K, para o Ca também não foi recomendada adubação para os solos da AS-I e AS-II, quando considerando o suprimento de nutrientes pela água de irrigação para os tipos Cantaloupe e Gália. Para esses dois tipos de solo, a não recomendação de deu pelo fato do baixo requerimento deste nutriente pelos mesmos (Tabela 21), sendo então recomendados 5,4 e 38,34 kg ha⁻¹ de Ca quando não considerado a água de irrigação, além de 54,29 e 280,33 kg ha⁻¹ de Ca para o Amarelo e Pele-de-sapo, respectivamente. Analisando o balanço nutricional para Ca, é possível observar o quanto este nutriente está em excesso no solo AS-I e que o desequilíbrio aumenta quando se utiliza a água de irrigação, chegando a valores acima de 3.500 kg ha⁻¹ de Ca. Devido a isso, tem sido constatado deficiência de K ou até mesmo de Mg em cultivos de meloeiro nesta região, mesmo que estes estejam em teores adequados no solo. Isso se dá em razão dos altos teores de Ca que causa inibição competitiva com esses nutrientes.

Os Cambissolos da Chapada do Apodi apresentam características químicas que favorecem a alta fertilidade, apresentado elevado teores de cátions no solo, em especial Ca, tendo em vista seu material de origem que provém de rochas carbonatadas (GATTO, 1999).

Assim como K e Ca, o Mg também não foi recomendado pelo sistema para as condições da AS-I, com e sem irrigação. Já para AS-II, considerando a água de irrigação, o sistema recomendou apenas para o Gália 14,87 kg ha⁻¹ de Mg, isso em razão do alto requerimento de Mg por esse tipo (Tabela 21). Quando não foi considerado o suprimento pela água de irrigação, o sistema passa a recomendar 19,73 e 3,05 kg ha⁻¹ para o Gália e Cantaloupe, respectivamente.

Da mesma forma como o sistema Ferticalc-Melão não recomendou aplicação de Mg para AS-I, Costa *et al.* (2010), avaliando o efeito de doses do fertilizante MgSO₄ sobre a

produção e qualidade de frutos do meloeiro Cantaloupe, não recomendou aplicação desse fertilizante no Cambissolo háplico, derivado de calcário, mesmo apresentado melhorias em algumas características qualitativas do fruto. Os autores justificam que a ausência de resposta na produtividade em função do aumento nas doses de $MgSO_4$, poderia estar relacionado, ao equilíbrio dos elementos neste solo, em especial a relação deste com os nutrientes Ca e K, pois os mesmos podem influenciar na dinâmica de absorção de Mg pela planta.

Para o S, houve recomendação apenas para a AS-II, sugerindo a utilizando de 64,98; 104,9; 66,93 e 79,68 $kg\ ha^{-1}$ de SO_4^{2-} para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo respectivamente. Com relação ao AS-I, o solo apresentou suprimento deste nutriente maior que o exigido pela cultura, portanto, não se recomenda adubação com este nutriente.

Recomendações em utilizar combinações de sulfato de amônio com superfosfato triplo, ou uréia com superfosfato simples, foram sugeridas por Faria e Fontes (2002), de forma garantir o suprimento de S às plantas, sendo também aconselhável a alternância do cloreto com o sulfato de potássio, tendo em vista que S é um nutriente aplicado geralmente como acompanhante de outros nutrientes, pois normalmente, não se aplica fertilizante específico para suprir S.

Para os micronutrientes, só foi possível realizar o balanço nutricional para os tipos Amarelo e Cantaloupe, em razão da ausência de dados do Gália e Pele-de-sapo. Dessa forma o sistema realizou o balanço para este, com base em valores médios obtidos do Amarelo e Cantaloupe (Tabela 31).

Para todos os micronutrientes, o sistema não recomendou a necessidade de aplicação dos mesmos para as condições da AS-I. Este resultado é contrário ao obtido por Moreira *et al.* (2007), que realizando levantamento das características químicas e físicas dos solos dessa região, relacionado com a fertilidade, constatou baixa disponibilidade desses nutrientes, atribuindo isso a neutralidade e/ou alcalinidade média à elevada desses solos.

Porém, é importante ressaltar que a agricultura dessa região é altamente tecnificada, com alta aplicação de insumos, tais como fungicidas, inseticidas e fertilizantes, dessa forma, é provável que ocorra efeito residual de micronutrientes.

Semelhante ao ocorrido na AS-I, o sistema não recomendou aplicação de doses com micronutrientes, exceto para Cu para AS-II, na qual o sistema recomenda a aplicação de 1,787 e 1,803 $kg\ ha^{-1}$ para o Amarelo e Cantaloupe, respectivamente. Neste solo, porém, apesar do baixo teor de matéria orgânica que pode ter contribuído para a deficiência em Cu, apresenta valor de pH 5,1 em que esses micronutrientes catiônicos não apresentam problemas de disponibilidade no solo.

Tabela 31 - Balanço nutricional de micronutrientes com base em nas análises química de solo e água

Nutr.	Análise de solo	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Todos
Fe	AS – I/com ¹	-22,279	-20,585	-21,308	-21,308	-21,308
	AS – I/sem ²	-22,279	-20,585	-21,308	-21,308	-21,308
	AS – II/com	-63,159	-61,465	-62,188	-62,188	-62,188
	AS – II/sem	-63,159	-61,465	-62,188	-62,188	-62,188
Cu	AS – I/com	-8,093	-8,077	-8,114	-8,114	-8,114
	AS – I/sem	-8,093	-8,077	-8,114	-8,114	-8,114
	AS – II/com	1,787	1,803	1,766	1,766	1,766
	AS – II/sem	1,787	1,803	1,766	1,766	1,766
Zn	AS – I/com	-9,998	-9,856	-9,99	-9,99	-9,99
	AS – I/sem	-9,998	-9,856	-9,99	-9,99	-9,99
	AS – II/com	-4,228	-4,086	-4,22	-4,22	-4,22
	AS – II/sem	-4,228	-4,086	-4,22	-4,22	-4,22
Mn	AS – I/com	-178,614	-180,912	-180,037	-180,037	-180,037
	AS – I/sem	-178,614	-180,912	-180,037	-180,037	-180,037
	AS – II/com	-11,624	-13,922	-13,047	-13,047	-13,047
	AS – II/sem	-11,624	-13,922	-13,047	-13,047	-13,047

¹considerando a análise de água; ²desconsiderando a análise de água; valores negativos = o sistema não recomenda adubação e valores positivos = o sistema recomenda adubação.

6.4 – Recomendações de adubação pelo Ferticalc-Melão

As recomendações geradas pelo Ferticalc-Melão considerando uma produtividade total de frutos de 45.000 kg ha⁻¹ para todos os tipos de meloeiro e solo com 44 mg L⁻¹ de P-rem, estão dispostas nas tabelas 32 e 34, para os macro e micronutrientes, respectivamente, sendo as recomendações para os macronutrientes em fundação e cobertura (fertirrigação) distribuídos conforme as tabelas 16, 17 e 18.

Observa-se que o sistema simula, sobre as mesmas condições, diferentes recomendações para os diferentes meloeiros, mostrando que para cada tipo, a exigência nutricional varia muito de acordo com o material genético utilizado (Tabela 32).

O sistema recomenda 120,59; 78,96; 148,82 e 127,67 kg ha⁻¹ de N, para a obtenção de uma produtividade de 45.000 kg ha⁻¹ para os tipos Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Estudando doses de N, P₂O₅ e K₂O, sobre híbrido do tipo Amarelo em Vertissolo do Submédio São Francisco, Faria, Pereira e Possídeo (1994) constataram que as doses mais adequadas foram 74, 114, 156 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Para N, a dose sugerida por esses autores está próxima a obtida para o Cantaloupe, que obteve 78,96 kg ha⁻¹, entretanto para o Amarelo houve diferença de quase 50 kg ha⁻¹.

Avaliando doses de N e K sobre a produtividade e qualidade em frutos de melão Amarelo, Coelho *et al.* (2001) obteve 35,80; 40,81; 51,16 e 55,03 t ha⁻¹ de produtividade total com as doses de 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, sendo recomendado pelo autor a dose 120 kg ha⁻¹, para K₂O não foi observado resposta sobre nenhuma das características avaliadas. Tanto a resposta de N como de K, obtido por esses autores foram semelhantes ao estimado pelo Ferticalc-Melão, no qual recomendou para o mesmo tipo 120,59 kg ha⁻¹ de N, e a não aplicação de K₂O.

Avaliando também doses de N e K, além de lâminas de irrigação para o melão Pele-de-sapo, Dutra (2005) obteve produtividade de 37,40 t ha⁻¹ com as combinações de 149 kg ha⁻¹ de N e lâmina de 397 mm. Nesse mesmo trabalho não houve resposta para as doses de K. Vale ressaltar que esse trabalho foi desenvolvido em condições de solo semelhante ao solo da AS-I, que o sistema sugere a não aplicação de K₂O.

Com relação ao nutriente P, o sistema simulou doses de 49,51; 76,51; 30,88 e 165,67 kg ha⁻¹ e 56,26; 83,26; 37,63 e 172,42 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para os tipos Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, nos solos AS-I e AS-II, respectivamente.

Na região do Submédio São Francisco, Silva *et al.* (2009) estudando a eficiência de fosfatos naturais sobre Argissolo amarelo e Argissolo acinzentado obtiveram produtividades máximas de 26,00 e 25,46 t ha⁻¹, com doses de 107,6 e 118,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Nota-se que as doses obtidas por esses autores são bem superiores ao obtido pelo sistema, exceto para o Pele-de-sapo, além do fato das doses recomendadas pelo sistema serem estimada para produtividade de 45,00 t ha⁻¹.

Tabela 32 – Recomendação total de macronutrientes e distribuição na adubação em fundação e em cobertura (Fertirrigação)

Análise de solo	-----Recomendação-----				-----Fundação-----				-----Cobertura-----				
	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo	
	kg ha ⁻¹												
N	AS – I/com ¹	120,59	78,96	148,82	127,67	9,6472	19,74	16,3702	30,6408	110,9428	59,22	132,4498	97,0292
	AS – I/sem ²	120,59	78,96	148,82	127,67	9,6472	19,74	16,3702	30,6408	110,9428	59,22	132,4498	97,0292
	AS – II/com	120,59	78,96	148,82	127,67	9,6472	19,74	16,3702	30,6408	110,9428	59,22	132,4498	97,0292
	AS – II/sem	120,59	78,96	148,82	127,67	9,6472	19,74	16,3702	30,6408	110,9428	59,22	132,4498	97,0292
P ₂ O ₅	AS – I/com	49,51	76,51	30,88	165,67	24,755	49,7315	9,8816	92,7752	24,755	26,7785	20,9984	72,8948
	AS – I/sem	49,51	76,51	30,88	165,67	24,755	49,7315	9,8816	92,7752	24,755	26,7785	20,9984	72,8948
	AS – II/com	56,26	83,26	37,63	172,42	28,13	54,119	12,0416	96,5552	28,13	29,141	25,5884	75,8648
	AS – II/sem	56,26	83,26	37,63	172,42	28,13	54,119	12,0416	96,5552	28,13	29,141	25,5884	75,8648
K ₂ O	AS – I/com	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AS – II/com	167,64	301,20	194,79	527,26	3,3528	75,3	25,3227	73,8164	164,2872	225,9	169,4673	453,4436
	AS – II/sem	175,16	308,72	202,31	534,78	3,5032	77,18	26,3003	74,8692	171,6568	231,54	176,0097	459,9108
Ca ²⁺	AS – I/com	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	AS – II/com	6,29	0	0	232,33	-	-	-	-	6,29	0	0	232,33
	AS – II/sem	54,29	5,24	38,34	280,33	-	-	-	-	54,29	5,24	38,34	280,33
Mg ²⁺	AS – I/com	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	AS – II/com	0	0	14,87	0	-	-	-	-	0	0	14,87	0
	AS – II/sem	0	3,05	19,73	0	-	-	-	-	0	3,05	19,73	0
SO ₄ ²⁻	AS – I/com	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	AS – II/com	64,98	104,9	66,93	79,68	-	-	-	-	64,98	104,9	66,93	79,68
	AS – II/sem	64,98	104,9	66,93	79,68	-	-	-	-	64,98	104,9	66,93	79,68

¹considerando a análise de água; ²desconsiderando a análise de água.

Em relação ao nutriente P, o sistema apresentou de maneira geral recomendações abaixo do utilizado por diversos trabalhos e produtores de melão para os tipos Amarelo, Cantaloupe e Gália. Isso pode ser um indício de que o sistema necessite de ajuste na recomendação desse nutriente em específico, ou está sendo utilizadas doses de P_2O_5 acima da necessidade da cultura.

Por essa razão, é importante a calibração e validação das doses recomendadas pelo Ferticalc-Melão em campo de forma a subsidiar eventuais ajustes, contribuindo assim para o aprimoramento do sistema.

Conforme Silva (2006), que desenvolveu o sistema Ferticalc para a cultura do abacaxi, ressalta que é de extrema importância realizar calibração e validação não só para o abacaxi, mas como para as diferentes culturas contempladas pelo sistema Ferticalc de forma a garantir o aperfeiçoamento das mesmas, contribuindo para recomendação de doses cada vez mais precisas.

Utilizando doses 0, 120, 240, 360 e 480 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 para avaliar produtividade e qualidade de frutos comerciáveis do melão Amarelo, Abrêu (2010) obteve produtividade máxima de 42,7 $t\ ha^{-1}$ com a dose estimada de 273,5 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 . Dose esta bem acima do recomendado pelo sistema para esse tipo que foi 49,51 e 56,26 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 nos solos AS-I e AS-II, respectivamente.

Para as doses de K, o sistema simulou apenas para o solo AS-II (Tabela 32), tendo em vista o suprimento do solo e pela água de irrigação ter sido superior ao requerimento da planta na AS-I. As recomendações foram 167,64; 301,20; 194,79 e 527,26 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O considerando o suprimento pela água de irrigação, e 175,16; 308,72; 202,31 e 534,78 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , sem considerar o suprimento pela água, para os tipos Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Estudando doses crescentes de 0, 60, 120, 180 e 240 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , para os tipos Amarelo e Cantaloupe, Bardivieso *et al.* (2011) obtiveram produção máxima estimada de 45.712 $t\ ha^{-1}$, com a dose 136,75 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , para o tipo Amarelo, enquanto o Cantaloupe apresentou média de 39,36 $t\ ha^{-1}$. A dose obtida por esses autores é semelhante à obtida pelo sistema, principalmente considerando o solo AS-II com suprimento pela água.

Com relação a Ca e Mg, o sistema não recomendou adubação no solo AS-I, tendo em vista os altos teores destes no presente solo, como na água de irrigação, sendo recomendado apenas para a AS-II. Para Ca, considerando o suprimento pela água de irrigação a recomendação foi de 6,29 e 232,33 $kg\ ha^{-1}$ de Ca para o Amarelo e Pele-de-sapo, respectivamente. Pelo resultado, constata-se a grande exigência nutricional do Pele-de-sapo a

esse nutriente em relação aos demais tipos, isso pode ser comprovado pelo baixo CUB do mesmo (Tabela 10). Sem considerar o suprimento pela água, as recomendações foram 54,29; 5,24; 38,34 e 280,33 kg ha⁻¹ de Ca para Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Para Mg, as recomendações considerando o suprimento pela água de irrigação foram apenas para o Gália com 14,87 kg ha⁻¹, essa dose passou para 19,73 kg ha⁻¹ quando não se considera esse suprimento. O Cantaloupe que não teve recomendação de Mg quando foi considerado o suprimento de nutriente pela água de irrigação, passou a recomendar 3,05 kg ha⁻¹, quando não foi considerado o suprimento pela água de irrigação.

As recomendações de S foram positivas apenas para o solo da AS-II, com valores de 64,98; 104,9; 66,93 e 79,68 kg ha⁻¹ de SO₄²⁻ para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

O sistema além de recomendar a quantidade necessária para cada nutriente, o mesmo propõe a distribuição específica para cada tipo da quantidade a ser aplicada em plantio e em cobertura por meio da fertirrigação para os nutrientes N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e SO₄²⁻ (Tabela 32). A fundamentação das doses dividida em plantio e em cobertura são com base, em médias utilizadas de plantios com produtividade acima de 30,00 t ha⁻¹ e a distribuição na fertirrigação, esta baseada na marcha de absorção obtida a partir de dados da literatura para cada tipo.

Utilizou-se como exemplo as recomendações de adubação estimadas pelo Ferticalc para o meloeiro Amarelo para simular a distribuição dos fertilizantes na fertirrigação (Tabela 33).

A prática da fertirrigação é de extrema importância, pois proporciona um ganho de eficiência no sistema de produção, devido a melhor distribuição dos nutrientes na camada de solo explorado pelo sistema radicular durante o ciclo da cultura (SOUZA, 1993).

A fertilidade do solo é mantida em níveis adequados durante todo o ciclo da cultura, com o auxílio da fertirrigação, pois o parcelamento no fornecimento dos fertilizantes atende às necessidades das plantas e proporciona uma maximização na absorção de nutrientes, e conseqüentemente, resulta em ganhos de produtividade e qualidade (MAROUELLI *et al.*, 2001).

Tabela 33 - Distribuição do total recomendado em cobertura (Fertirrigação) para macronutrientes em kg ha⁻¹ para o tipo amarelo

Análise de solo	Amarelo	Dias										
		0 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	51 - 55	56 - 60	> 60
kg ha ⁻¹												
N	AS - I/com	110,9428	1,11		66,57			37,72			5,55	-
	AS - I/sem	110,9428	1,11		66,57			37,72			5,55	-
	AS - II/com	110,9428	1,11		66,57			37,72			5,55	-
	AS - II/sem	110,9428	1,11		66,57			37,72			5,55	-
P ₂ O ₅	AS - I/com	24,755	1,24		12,87			7,92			2,72	-
	AS - I/sem	24,755	1,24		12,87			7,92			2,72	-
	AS - II/com	28,13	1,41		14,63			9,00			3,09	-
	AS - II/sem	28,13	1,41		14,63			9,00			3,09	-
K ₂ O	AS - I/com	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - I/sem	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - II/com	164,2872	4,93		46,00			95,29			18,07	-
	AS - II/sem	171,6568	5,15		48,06			99,56			18,88	-
Ca ²⁺	AS - I/com	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - I/sem	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - II/com	6,29	0,16		1,10			3,46			1,57	-
	AS - II/sem	54,29	1,36		9,50			29,86			13,57	-
Mg ²⁺	AS - I/com	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - I/sem	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - II/com	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - II/sem	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
SO ₄ ²⁻	AS - I/com	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - I/sem	0	0,00		0,00			0,00			0,00	-
	AS - II/com	64,98	5,20		16,25			42,89			0,65	-
	AS - II/sem	64,98	5,20		16,25			42,89			0,65	-

¹considerando a análise de água; ²desconsiderando a análise de água.

Recomendação de 120, 140 a 240 e 180 a 300 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, para o meloeiro, com utilização de 10, 80 e 10% do total recomendado no plantio e o restante parcelado em até 55 dias para N, até 45 dias para P₂O₅, enquanto para K₂O, parcelar ao longo do ciclo, podendo utilizar até 20% do total recomendado no período superior a 55 dias, parcelado por meio da fertirrigação (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002).

Enquanto recomendações de Montag (1999) sugere utilizar 15, 100 e 15% respectivamente do total recomendado de N, P₂O₅ e K₂O, deva ser aplicado no plantio e o restante parcelado em até 55 dias para N e K₂O, considerando o ciclo do meloeiro de 75 dias quando transplantado, e de 85 dias quando realizada semeadura no campo.

Para o parcelamento da recomendação em cobertura (Tabela 33), é recomendável que o total sugerido em kg ha⁻¹ seja aplicado em fertirrigações diárias, proporcionando à planta pequenas quantidades facilmente absorvíveis evitando desperdícios e/ou aplicações superiores a demanda da planta.

Avaliando a aplicação de adubo organomineral (biofertilizante) e adubos químicos convencionais via água de irrigação, além de comparar o parcelamento por fertirrigações diárias e semanais sobre a produtividade do meloeiro, Fernandes e Testezlaf (2002) constataram que os tratamentos de fertirrigação diária, tanto para os adubos minerais como para os organominerais atingiram produtividade média de 42,4 e 45,5 t ha⁻¹, respectivamente, sendo superiores aos tratamentos de fertirrigação semanal em 8,63 t ha⁻¹.

Esses mesmos autores relataram também a importância do uso de biofertilizantes, ou fertilizantes organominerais via água de irrigação em relação à fertirrigação convencional de adubos químicos. Apesar do sistema Ferticalc-Melão não apresentar um módulo específico para aplicação de fontes orgânicas para a cultura do meloeiro, é de extrema importância que o produtor faça uso do mesmo no plantio ou ao longo do ciclo utilizando fontes de materiais disponíveis em sua região compatíveis com seu nível tecnológico.

Para os micronutrientes só foi recomendado adubação para o Cu, utilizando 1,78; 1,80; 1,76 e 1,76 kg ha⁻¹, respectivamente, para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo (Tabela 34). Como já discutido anteriormente, o sistema não recomenda a forma de distribuição para os micronutrientes, sendo opção o usuário aplicar no plantio, via fertirrigação ou via foliar. Porém, sugere aplicar inicialmente no plantio ou nas primeiras semanas via fertirrigação, deixando para optar por via foliar em casos específicos como surgimento de deficiência na metade ao final do ciclo da cultura.

A adubação foliar não deve substituir totalmente o fornecimento de nutrientes às plantas, sendo fundamental a absorção de nutrientes através das raízes (CAMARGO; SILVA,

1990). Segundo Barreto (2008), a adubação foliar tem como finalidade fazer a correção imediata das deficiências, servindo como uma complementação da adubação via solo. O mesmo ressalta que adubação foliar só deve ser usada em determinadas fases de desenvolvimento da cultura, sendo uma ferramenta auxiliar à adubação convencional.

Tabela 34 - Recomendação de micronutrientes com base nas análises química do solo e água

Nutr.	Solo	Amarelo	Cantaloupe	Gália	P. de sapo
		kg ha ⁻¹			
Fe	AS – I/com ¹	0	0	0	0
	AS – I/sem ²	0	0	0	0
	AS – II/com	0	0	0	0
	AS – II/sem	0	0	0	0
Cu	AS – I/com	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0
	AS – II/com	1,787	1,803	1,766	1,766
	AS – II/sem	1,787	1,803	1,766	1,766
Zn	AS – I/com	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0
	AS – II/com	0	0	0	0
	AS – II/sem	0	0	0	0
Mn	AS – I/com	0	0	0	0
	AS – I/sem	0	0	0	0
	AS – II/com	0	0	0	0
	AS – II/sem	0	0	0	0

¹considerando a análise de água; ²desconsiderando a análise de água.

6.5 – Comparação com outros métodos de recomendação de adubação

As recomendações obtidas pelo sistema foram confrontadas com as atuais formas de recomendação para o meloeiro (Tabela 35), sendo utilizadas as tabelas de recomendação para os estados do Ceará (UFC, 1993) e Pernambuco (CAVALCANTI *et al.*, 1998), circular técnica da Embrapa (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002) além da adubação média utilizada para cada tipo de meloeiro por diferentes produtores da região (PR) da Chapada do Apodi (informação verbal)³.

Para as recomendações de N, o sistema apresentou recomendações semelhantes a Crisóstomo *et al.* (2002) para os tipos Amarelo e Pele-de-sapo, apresentado diferença considerável para o Cantaloupe e Gália. Isso se deve ao fato do sistema ser dinâmico recomendando diferentes doses de um mesmo nutriente para diferentes tipos considerando a

³ Informações fornecidas por profissionais da área e produtores de melão da Chapada do Apodi durante levantamento nas cidades de Quixeré-CE, Baraúna-RN e Mossoró-RN nos anos de 2011 e 2012.

mesma produtividade esperada. Essa flexibilidade não é possível, por exemplo, com as tabelas de recomendações de adubação.

As recomendações do sistema Ferticalc variaram de forma contínua em função da produtividade esperada, do teor e da capacidade tampão de nutrientes no solo e dos cultivos, diferente das tabelas de recomendação que estabelecem doses fixas dos nutrientes, em função do teor de nutriente no solo, mas independentes da produtividade esperada (SILVA *et al.*, 2009).

As tabelas de recomendações apresentam alguns inconvenientes como aplicabilidade regional, não considera as demandas nutricionais das plantas variáveis com a produtividade, utilização de faixas de níveis críticos de nutrientes no solo (valores descontínuos) e não de valores contínuos além de recomendação de doses fixas para faixas de produtividade, quando considerada (SANTOS *et al.*, 2008). No entanto, é importante ressaltar que as mesmas foram e são de extrema importância para agricultura tendo em vista, que os atuais status de produtividade foram obtidos através do uso das mesmas.

Para as recomendações de P_2O_5 sugeridas pelo sistema, estas foram bem abaixo do recomendado em comparação com outros métodos, esse resultado sugere a necessidades de realizar calibrações e validações dos resultados de forma a aperfeiçoar o sistema conforme comentado anteriormente, tendo em vista que estas etapas fazem parte da construção total do sistema e serão trabalhadas em etapas subsequentes. Para o tipo Pele-de-sapo, a dose de P_2O_5 foi semelhante às recomendadas para o estado de Pernambuco, porém ainda bem inferior a Crisóstomo *et al.* (2002) e a médias aplicadas pelos PR.

As doses de K_2O , para AS-I, o sistema não recomendou aplicar doses de K_2O , sendo estas apenas para AS-II, nos exemplos 3 e 4 fazendo distinção das mesmas, que considera o suprimento de nutrientes pela água de irrigação e sem considera-lo, respectivamente, diferentes dos demais métodos que recomendam a aplicação de altas doses sem que haja necessidade, como exemplo Crisóstomo *et al.* (2002), estes recomendam mesmo sob quatro diferentes situações, a mesma doses para todos. Já as tabelas de recomendação, mesmo apresentado alguns inconvenientes, apresentam recomendações distintas para as AS-I e AS-II, mostrando o quão diferentes são esses solos.

Ainda com relação a K, percebe se que está ocorrendo aplicações excessivas deste pelos PR. Para a mesma região, Weber *et al.* (2006) e Costa (2011) trabalhando com bananeira constataram que a cultura não respondeu a doses de K_2O , sendo atribuído aos elevados teores deste no solo em função da elevada aplicação de insumos.

Tabela 35 – Comparação da recomendação de macronutrientes pelo Ferticalc-Melão com outros métodos

Exem.	Amarelo					Cantaloupe					Gália					Pele-de-sapo					
	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al. (2002)</i>	PR	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al. (2002)</i>	PR	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al. (2002)</i>	PR	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al. (2002)</i>	PR	
----- kg ha ⁻¹ -----																					
N	1	120,59	90	40	120	130	78,96	-	40	120	253	148,82	-	40	120	216	127,67	-	40	120	110
	2	120,59	90	40	120	130	78,96	-	40	120	253	148,82	-	40	120	216	127,67	-	40	120	110
	3	120,59	90	40	120	-	78,96	-	40	120	-	148,82	-	40	120	-	127,67	-	40	120	-
	4	120,59	90	40	120	-	78,96	-	40	120	-	148,82	-	40	120	-	127,67	-	40	120	-
P ₂ O ₅	1	49,51	160	160	240	183	76,51	-	160	240	332	30,88	-	160	240	256	165,67	-	160	240	272
	2	49,51	160	160	240	183	76,51	-	160	240	332	30,88	-	160	240	256	165,67	-	160	240	272
	3	56,26	160	160	240	-	83,26	-	160	240	-	37,63	-	160	240	-	172,42	-	160	240	-
	4	56,26	160	160	240	-	83,26	-	160	240	-	37,63	-	160	240	-	172,42	-	160	240	-
K ₂ O	1	0	90	40	300	236	0	-	40	300	356	0	-	40	300	387	0	-	40	300	360
	2	0	90	40	300	236	0	-	40	300	356	0	-	40	300	387	0	-	40	300	360
	3	167,64	180	160	300	-	301,20	-	160	300	-	194,79	-	160	300	-	527,26	-	160	300	-
	4	175,16	180	160	300	-	308,72	-	160	300	-	202,31	-	160	300	-	534,78	-	160	300	-
Ca ²⁺	1	0	-	-	-	11	0	-	-	-	83	0	-	-	-	49	0	-	-	-	-
	2	0	-	-	-	11	0	-	-	-	83	0	-	-	-	49	0	-	-	-	-
	3	6,29	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	232,33	-	-	-	-
	4	54,29	-	-	-	-	5,24	-	-	-	-	38,34	-	-	-	-	280,33	-	-	-	-
Mg ²⁺	1	0	-	-	-	7	0	-	-	-	20	0	-	-	-	17	0	-	-	-	3
	2	0	-	-	-	7	0	-	-	-	20	0	-	-	-	17	0	-	-	-	3
	3	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	14,87	-	-	-	-	0	-	-	-	-
	4	0	-	-	-	-	3,05	-	-	-	-	19,73	-	-	-	-	0	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	1	0	-	-	-	23	0	-	-	-	46	0	-	-	-	45	0	-	-	-	92
	2	0	-	-	-	23	0	-	-	-	46	0	-	-	-	45	0	-	-	-	92
	3	64,98	-	-	-	-	104,9	-	-	-	-	66,93	-	-	-	-	79,68	-	-	-	-
	4	64,98	-	-	-	-	104,9	-	-	-	-	66,93	-	-	-	-	79,68	-	-	-	-

1: Exemplo referente a AS – I considerando o suprimento pela água de irrigação; 2: Exemplo referente a AS – I não considerando o suprimento pela água de irrigação; 3: Exemplo referente a AS – II considerando o suprimento pela água de irrigação; 4: Exemplo referente a AS – II não considerando o suprimento pela água de irrigação; CE: Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará (UFC, 1993); PE: Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco, 2ª aproximação (Cavalcanti *et al.*, 1998); PR: Médias obtidos a partir da adubação utilizada pelos Produtores da Região da Chapada do Apodi.

A partir disso, percebe-se que o sistema é uma grande alternativa para as regiões produtoras, como ferramenta para auxiliar nas recomendações de adubação mais precisa e bem fundamentas cientificamente, levando em consideração característica como: tipo, produtividade, suprimento pelo solo e água, além de fazer recomendações considerando o poder tampão do solo.

Para obter uma produtividade em torno de 30.000 kg ha⁻¹ na região Nordeste, Negreiros e Medeiros (2005) estimam que a adubação necessária à cultura para os macronutrientes primários sejam em torno de 80 a 120; 150 a 300 e 150 a 200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Para Ca, Mg e SO₄²⁻, foram confrontados os resultados apenas com PR, devido a ausência destes pelos demais métodos de recomendação. Em relação a Ca, o sistema não recomenda sua utilização para as condições de AS-I, tendo em vista os elevados teores destes no solo como na água de irrigação, mesmo assim sua aplicação ainda é realizada pelos PR, utilizando 11, 83 e 49 kg ha⁻¹ de Ca, para Amarelo, Cantaloupe e Gália, respectivamente.

O desequilíbrio entre os teores de nutriente no solo com adubações excessivas e desuniformes prejudicam a qualidade de frutos do meloeiro, pelo fato de ocorrer acúmulos de nutrientes no solo que não absorvido pelas plantas nem lixiviados, originando no solo regiões com fertilidade diferente (MIRANDA; MEDEIROS; LEVIEN, 2008).

Para a AS-II, no exemplo 3 foram recomendados 6,29 e 232,33 kg ha⁻¹ de Ca, para o Amarelo e Pele-de-sapo, respectivamente, enquanto para o exemplo 4, todos os tipos passaram a demandar 54,29; 5,24; 38,34 e 280,33 kg ha⁻¹ de Ca, para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente. Isso mostra que há grande variação na exigência por esse nutriente pelos diferentes materiais genéticos.

Para as doses de Mg, foram recomendados para AS-II, somente para Gália nos exemplos 3 e 4, enquanto o Cantaloupe para exemplo 4, no qual para este foi recomendado 3,05 kg ha⁻¹ enquanto para o Gália nos exemplos 3 e 4 foram 14,87 e 19,73 kg ha⁻¹, respectivamente. Já os PR estão utilizando 7, 20, 17 e 3 kg ha⁻¹ para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Com relação a S, devido os baixos teores deste no solo na AS-II, foram recomendados 64,98; 104,9; 66,93 e 79,68 kg ha⁻¹ de SO₄²⁻, enquanto para as condições de solo da AS-I, na qual o sistema não recomenda adubar, os PR estão utilizando médias de 23; 46; 45 e 92 kg ha⁻¹ de SO₄²⁻ para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Para os micronutrientes, a recomendação pelo sistema foi apenas para o Cu, na AS-II, o qual recomendou aplicar 1,787; 1,803; 1,766 e 1,766 kg ha⁻¹ para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente (Tabela 36), doses estas semelhantes ao sugerido por Crisóstomo *et al.* (2002) que foi de 2,00 kg ha⁻¹. O PR, para Zn utilizam 5,4; 3,2 e 9,6 kg ha⁻¹ para o Amarelo, Cantaloupe e Gália, respectivamente, não sendo possível obter informações para o Pele-de-sapo.

Tabela 36 – Comparação da recomendação de micronutrientes pelo Ferticalc-Melão com outros métodos

Exem.	Amarelo					Cantaloupe					Gália					Pele-de-sapo				
	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al.</i> (2002)	PR	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al.</i> (2002)	PR	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al.</i> (2002)	PR	FERTICALC	CE	PE	CRISÓSTOMO <i>et al.</i> (2002)	PR
----- kg ha ⁻¹ -----																				
Fe	1	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
	2	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
	3	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
	4	0	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Cu	1	0	-	-	0	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-
	2	0	-	-	0	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-
	3	1,787	-	-	2	1,803	-	-	2	-	1,766	-	-	2	-	1,766	-	-	2	-
	4	1,787	-	-	2	1,803	-	-	2	-	1,766	-	-	2	-	1,766	-	-	2	-
Zn	1	0	-	-	0	5,4	0	-	-	0	3,2	0	-	-	0	9,6	0	-	-	0
	2	0	-	-	0	5,4	0	-	-	0	3,2	0	-	-	0	9,6	0	-	-	0
	3	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0
	4	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0
Mn	1	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0
	2	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0
	3	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0
	4	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0

1: Exemplo referente a AS – I considerando o suprimento pela água de irrigação; 2: Exemplo referente a AS – I não considerando o suprimento pela água de irrigação; 3: Exemplo referente a AS – II considerando o suprimento pela água de irrigação; 4: Exemplo referente a AS – II não considerando o suprimento pela água de irrigação; CE: Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará (UFC, 1993); PE: Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco, 2ª aproximação (Cavalcanti *et al.* 1998); PR: Médias obtidos a partir da adubação utilizada pelos Produtores da Região da Chapada do Apodi, além deste utiliza-se para boro 2,05; 3,17; 3,29 e 0,68 kg ha⁻¹ para o tipo Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

O sistema Ferticalc-Melão estima ainda, para cada tipo de meloeiro a produtividade esperada, os teores dos nutrientes no solo, denominado de nível crítico (NC), que seria necessário para garantir o suprimento total pelo mesmo, sem que houvesse a necessidade de adição de corretivos e fertilizantes além do suprimento de nutriente pela água de irrigação (Tabelas 37 e 38).

$$NC_{\text{solo}} = (\text{Req}_{\text{C_Nut}} \cdot \text{TxRecExt_Nut}) / \text{PESR} \quad (\text{Equação 19})$$

Em que,

NC_{solo} = Nível crítico do nutriente no solo, em mg dm^{-3} ;

$\text{Req}_{\text{C_Nut}}$ = Requerimento corrigido do nutriente pela planta, em kg ha^{-1} ;

TxRecExt_Nut = Taxa de recuperação para o extrator do nutriente aplicado ao solo via fertilizante, em %;

PESR = Profundidade efetiva do sistema radicular que equivale a 2 dm.

Tabela 37 - Nível crítico de P para atingir a produtividade esperada em função do P-rem

P-rem	Produtividade	Amarelo	Cantaloupe	Gália	Pele-de-sapo	Todos
mg L^{-1}	kg ha^{-1}	mg dm^{-3}				
4	15.000	1,33	1,88	0,95	3,71	1,74
	22.500	2,00	2,82	1,43	5,56	2,60
	30.000	2,66	3,77	1,90	7,41	3,47
	37.500	3,33	4,71	2,38	9,26	4,34
	45.000	3,99	5,65	2,85	11,12	5,21
10	15.000	1,87	2,65	1,34	5,22	2,44
	22.500	2,81	3,98	2,01	7,82	3,67
	30.000	3,75	5,30	2,68	10,43	4,89
	37.500	4,68	6,63	3,34	13,04	6,11
	45.000	5,62	7,95	4,01	15,65	7,33
19	15.000	2,39	3,39	1,71	6,66	3,12
	22.500	3,59	5,08	2,56	9,99	4,68
	30.000	4,79	6,77	3,42	13,32	6,24
	37.500	5,98	8,46	4,27	16,65	7,80
	45.000	7,18	10,16	5,13	19,98	9,36
30	15.000	2,71	3,84	1,94	7,55	3,54
	22.500	4,07	5,76	2,91	11,33	5,31
	30.000	5,43	7,68	3,88	15,11	7,08
	37.500	6,79	9,60	4,84	18,89	8,85
	45.000	8,14	11,52	5,81	22,66	10,62
44	15.000	2,86	4,05	2,04	7,97	3,73
	22.500	4,29	6,07	3,07	11,95	5,60
	30.000	5,72	8,10	4,09	15,93	7,46
	37.500	7,16	10,12	5,11	19,92	9,33
	45.000	8,59	12,15	6,13	23,90	11,20

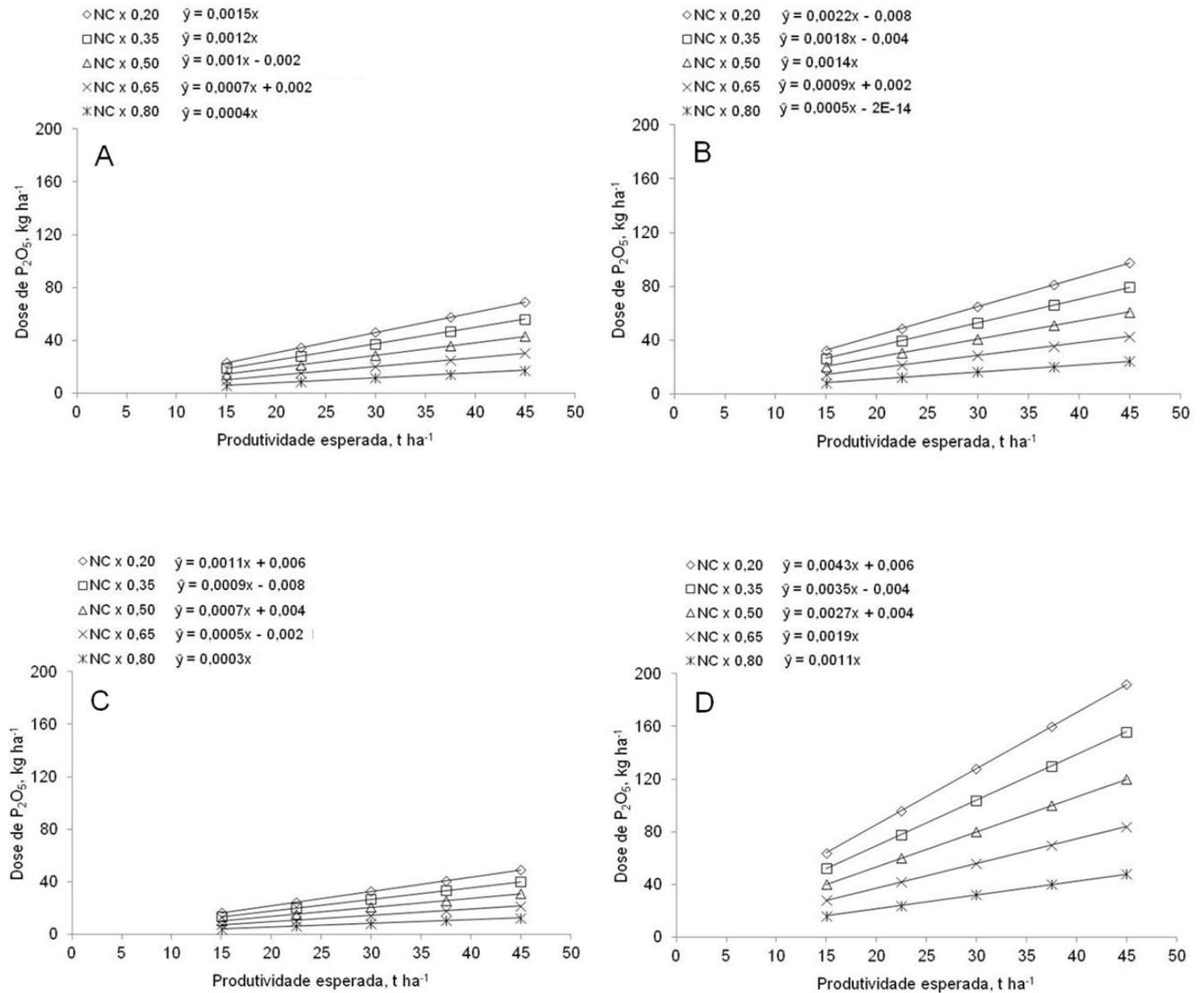
Tabela 38 - Nível crítico de nutrientes no solo para atingir a produtividade esperada

	Produtividade	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	S	Fe	Cu	Zn	Mn
	-- kg ha ⁻¹ --	mg dm ⁻³							
Amarelo	15.000	26,06	13,00	0,78	2,23	0,17	0,19	0,02	0,77
	22.500	39,10	19,50	1,17	3,34	0,26	0,29	0,03	1,16
	30.000	52,13	26,00	1,56	4,46	0,35	0,38	0,04	1,55
	37.500	65,16	32,50	1,95	5,57	0,44	0,48	0,05	1,93
	45.000	78,19	39,00	2,34	6,69	0,52	0,58	0,05	2,32
Cantaloupe	15.000	39,00	7,28	4,41	3,12	0,29	0,19	0,03	0,44
	22.500	58,50	10,92	6,61	4,68	0,44	0,29	0,04	0,65
	30.000	78,00	14,56	8,82	6,24	0,58	0,39	0,06	0,87
	37.500	97,50	18,19	11,02	7,80	0,73	0,48	0,07	1,09
	45.000	117,00	21,83	13,22	9,36	0,87	0,58	0,09	1,31
Gália	15.000	28,69	11,14	6,35	2,27	0,24	0,19	0,02	0,56
	22.500	43,04	16,71	9,53	3,41	0,36	0,29	0,03	0,85
	30.000	57,39	22,28	12,71	4,54	0,48	0,38	0,04	1,13
	37.500	71,74	27,85	15,89	5,68	0,60	0,48	0,05	1,41
	45.000	86,08	33,42	19,06	6,82	0,72	0,57	0,06	1,69
Pele-de-sapo	15.000	60,89	39,37	3,51	2,56	0,24	0,19	0,02	0,56
	22.500	91,34	59,06	5,27	3,84	0,36	0,29	0,03	0,85
	30.000	121,79	78,74	7,02	5,11	0,48	0,38	0,04	1,13
	37.500	152,24	98,43	8,78	6,39	0,60	0,48	0,05	1,41
	45.000	182,68	118,12	10,53	7,67	0,72	0,57	0,06	1,69
Todos	15.000	32,41	11,14	1,79	2,56	0,24	0,19	0,02	0,56
	22.500	48,62	16,71	2,69	3,84	0,36	0,29	0,03	0,85
	30.000	64,83	22,28	3,58	5,11	0,48	0,38	0,04	1,13
	37.500	81,04	27,85	4,48	6,39	0,60	0,48	0,05	1,41
	45.000	97,24	33,42	5,37	7,67	0,72	0,57	0,06	1,69

¹Os teores de K, Ca e Mg foram apresentados mg dm⁻³; Por exemplo: K = 26,06 mg dm⁻³/10/(39/1) = 0,06682 cmol_c dm⁻³; Ca = 13,00 mg dm⁻³/10/(40/2) = 0,06500 cmol_c dm⁻³ e Mg = 0,78 mg dm⁻³/10/(24,3/2) = 0,00641 cmol_c dm⁻³

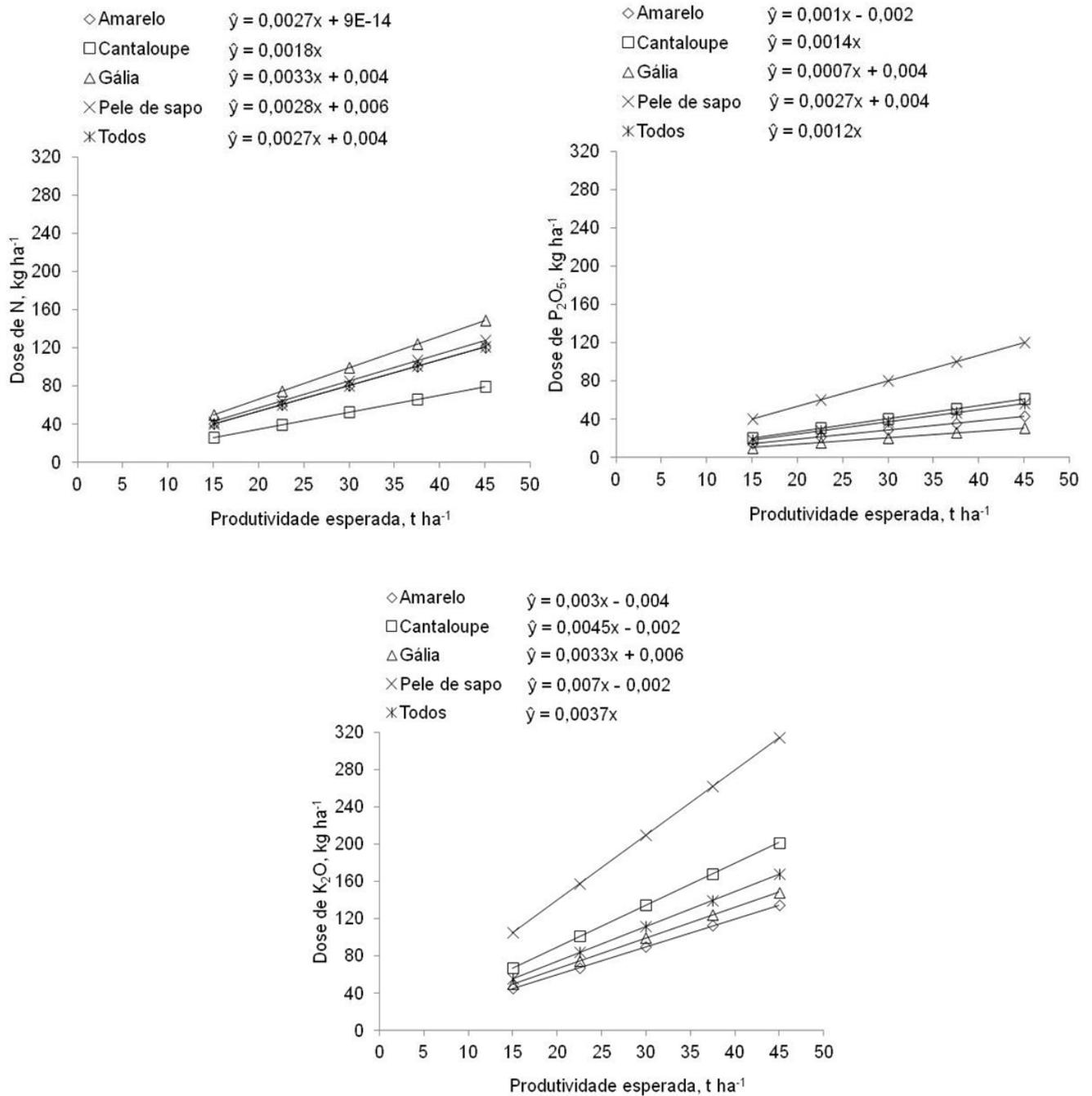
Após determinar o NC, o sistema simulou variações percentuais de 20, 35, 50, 65 e 80%, para observar a mudança nas recomendações das doses e o comportamento dos tipos perante a mesma. Observa-se que dentre todos, o Pele-de-sapo é o mais influenciado pela dose para macronutrientes exceto para N e Mg (Gália) e S (Cantaloupe), (Figura 5, 6 e 7) enquanto para os micronutrientes, o Cantaloupe e o Amarelo alteram mais as doses de Fe e Mn, respectivamente.

Figura 5 - Doses de P_2O_5 recomendadas* pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da variação percentual do nível crítico do solo



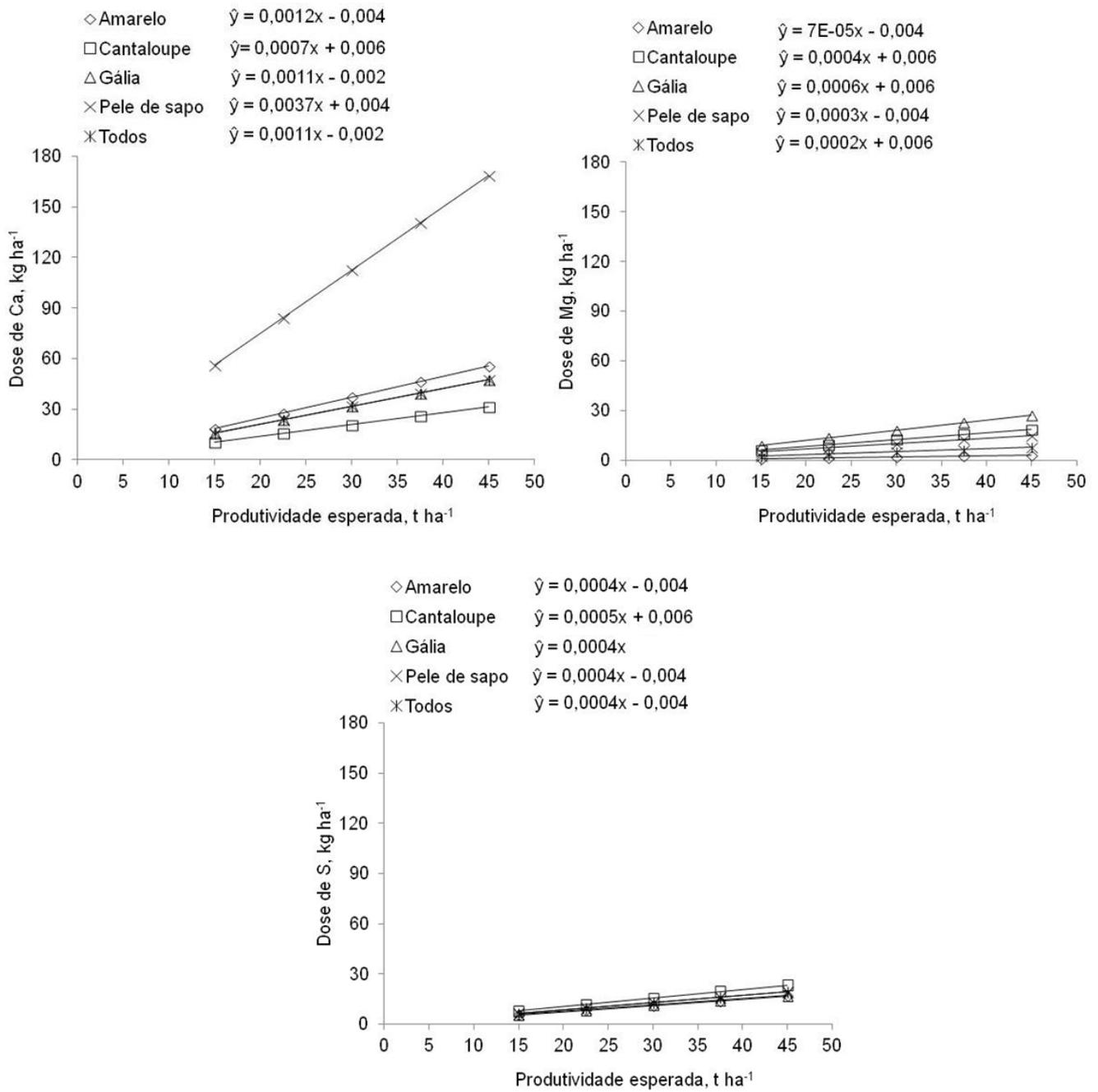
*Considerando P-remanescente 30 mg L⁻¹.

Figura 6 - Doses de N, P₂O₅ e K₂O recomendadas* pelo Ferticalc-Melão em função da produtividade esperada, para diferentes tipos de meloeiro



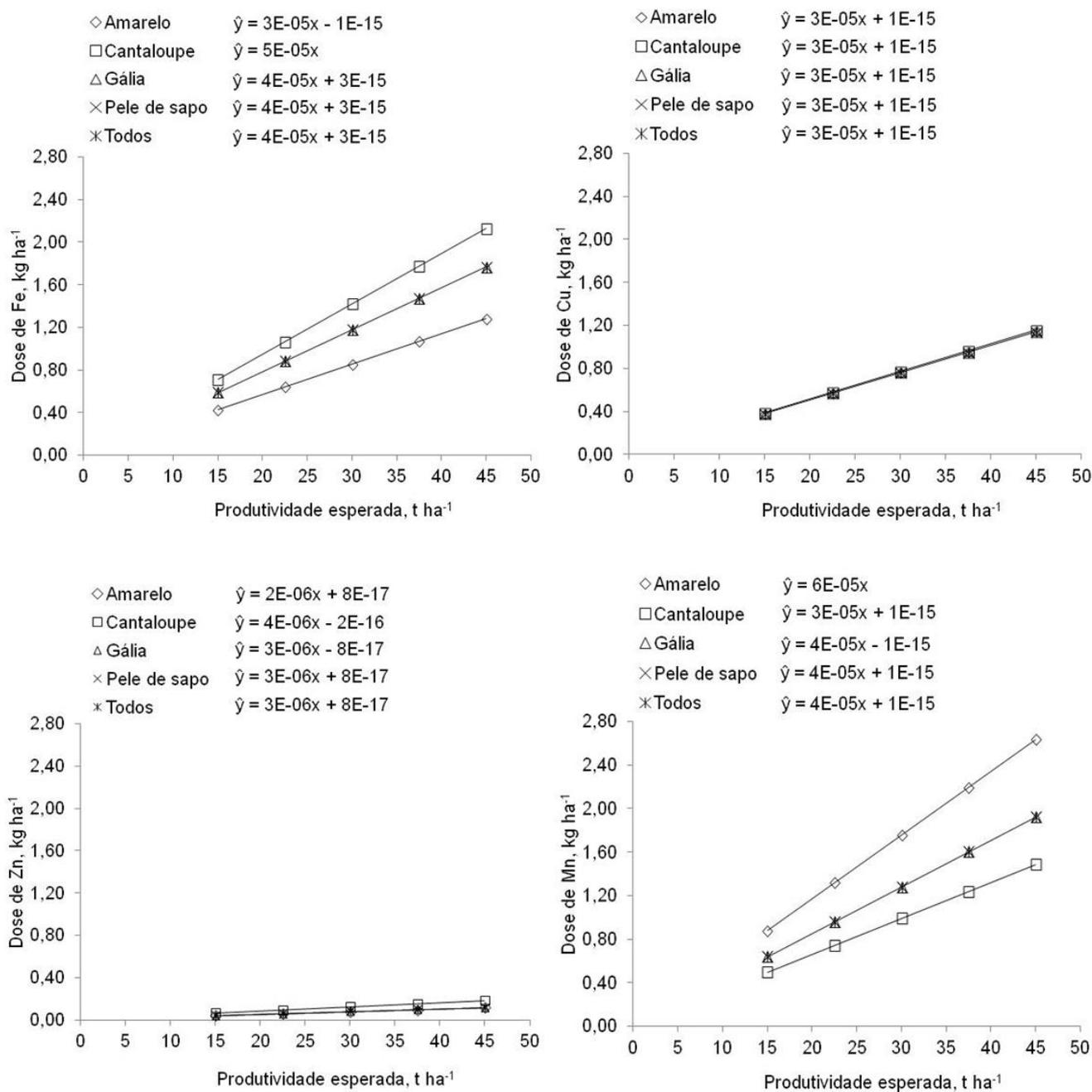
*Considerando 50% do nível crítico no teor de P no solo e P-remanescente 30 mg L⁻¹.

Figura 7 - Doses de Ca, Mg e S recomendadas* pelo Ferticalc-Melão em função da produtividade esperada, para diferentes tipos de meloeiro



*Considerando 50% do nível crítico no teor de P no solo e P-remanescente 30 mg L⁻¹.

Figura 8 - Doses de Fe, Cu, Zn e Mn recomendadas* pelo Ferticalc-Melão em função da produtividade esperada, para diferentes tipos de meloeiro



*Considerando 50% do nível crítico no teor de P no solo e P-remanescente 30 mg L⁻¹.

6.6 – Análise de sensibilidade

Semelhante a outras culturas contempladas pelo Ferticalc, o sistema realizou a análise de sensibilidade que visa, avalia qual(is) variável(is) que mais influência a recomendação final sugerida pelo Ferticalc-Melão.

Portanto, simulou-se a partir dos dados existentes a magnitude de variação que utilizou como exemplo a AS-II, considerando o suprimento de nutriente pela água de irrigação (Tabela 39), do qual fixou-se os valores de todas as variáveis que influencia na dose do nutriente, com exceção da variável que se quer avaliar, atribuindo se valores crescente, observando então a variação na dose, conforme Possamai (2003).

A análise de sensibilidade foi realizada para todos os tipos de meloeiro, utilizando uma variação de 0,0 a 2,0 vezes, sendo 1,0 o valor de referência (Tabela 39). Foi utilizada para os valores de referência a produtividade de 30 t ha⁻¹, com os seguintes teores na análise de solo, 1,17; 2,34; 0,13; 13,44; 1,09 e 7,44 mg dm⁻³ de P, S, Cu, Fe, Zn, Mn, respectivamente. Enquanto K, Ca e Mg com respectivos 0,07; 0,10 e 0,10 cmol_c dm⁻³ e valor de P-rem igual a 25 mg L⁻¹. Para a análise química de água, considerou um suprimento de 6,24; 48,00 e 4,86 kg ha⁻¹ de K, Ca e Mg, respectivamente. Para a dose de sustentabilidade utilizou 77,71; 114,99; 80,62 e 115,95 kg ha⁻¹ de K, para o Amarelo, Cantaloupe, Gália e Pele-de-sapo, respectivamente.

Para a variável produtividade, o Gália foi o tipo que mais influenciou nas doses de N, tendo em vista a sua maior declividade em relação aos demais tipos (Figura 9), enquanto o Cantaloupe foi o que menos influenciou a dose para o mesmo nutriente. Este comportamento seguiu a mesma tendência no requerimento de N pela cultura, tendo em vista que Gália e o Pele-de-sapo foram os tipos, que o sistema recomendou maior e menor doses de N, respectivamente. Esse comportamento foi semelhante ao obtido por Silva (2006), que obteve na análise de sensibilidade, a declividade maior na variável produtividade para os nutrientes mais requeridos pela cultura. Ainda com relação a produtividade, esta foi geralmente a variável que mais influenciou as doses de macronutrientes para os diferentes tipos, seguida pelos dos teores dos nutrientes no solo.

O tipo Pele-de-sapo, para os macronutriente, foi que influenciou de forma mais acentuada as doses desses nutrientes (Figuras 9, 10, 11 e 12), exceto para Mg e SO₄²⁻, isso certamente está relacionado a alta exigência nutricional que esse tipo apresentou perante os demais, obtendo dessa forma maiores declividades, com efeito mais pronunciado nas recomendações de K e Ca.

Para alguns tipos, nas recomendações de Ca e Mg (Figuras 12 e 13) não foi possível avaliar a análise de sensibilidade, pelo fato do suprimento de nutriente pelo solo e/ou água de irrigação terem atendido o requerimento da planta, fazendo com que o balanço nutricional fosse negativo e assim não recomendado adubação.

Tabela 39 - Faixa de variação utilizada para análise de sensibilidade do Ferticalc-Melão

Variável	Unid.	Magnitude de variação								
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Produtividade	kg ha ⁻¹	0,00	7.500	15.000	22.500	30.000	37.500	45.000	52.500	60.000
Análise de Solo										
P _{rem-60}	mg L ⁻¹	0,00	6,25	12,50	18,75	25,00	31,25	37,50	43,75	50,00
P (Mehlich-1)	mg dm ⁻³	0,00	0,29	0,59	0,88	1,17	1,46	1,76	2,05	2,34
K (Mehlich-1)	cmolc dm ⁻³	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14
Ca (KCl)	cmolc dm ⁻³	0,00	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
Mg (KCl)	cmolc dm ⁻³	0,00	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
S (Ca(H ₂ PO ₄) ₂)	mg dm ⁻³	0,00	0,59	1,17	1,76	2,34	2,93	3,51	4,10	4,68
Cu (Mehlich-1)	mg dm ⁻³	0,00	0,03	0,07	0,10	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26
Fe (Mehlich-1)	mg dm ⁻³	0,00	3,36	6,72	10,08	13,44	16,80	20,16	23,52	26,88
Zn (Mehlich-1)	mg dm ⁻³	0,00	0,27	0,55	0,82	1,09	1,36	1,64	1,91	2,18
Mn (Mehlich-1)	mg dm ⁻³	0,00	1,86	3,72	5,58	7,44	9,30	11,16	13,02	14,88
Sustentabilidade										
K – Amarelo	kg ha ⁻¹	0,00	19,43	38,86	58,28	77,71	97,14	116,57	135,99	155,42
K – Cantaloupe	kg ha ⁻¹	0,00	28,75	57,50	86,24	114,99	143,74	172,49	201,23	229,98
K – Gália	kg ha ⁻¹	0,00	20,16	40,31	60,47	80,62	100,78	120,93	141,09	161,24
K – P. de sapo	kg ha ⁻¹	0,00	37,99	75,98	113,96	151,95	189,94	227,93	265,91	303,90
Análise de água										
K - água	kg ha ⁻¹	0,00	1,56	3,12	4,68	6,24	7,80	9,36	10,92	12,48
Ca - água	kg ha ⁻¹	0,00	12,00	24,00	36,00	48,00	60,00	72,00	84,00	96,00
Mg - água	kg ha ⁻¹	0,00	1,22	2,43	3,65	4,86	6,08	7,29	8,51	9,72

Figura 9 - Análise de sensibilidade das doses de N recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos, em função da produtividade

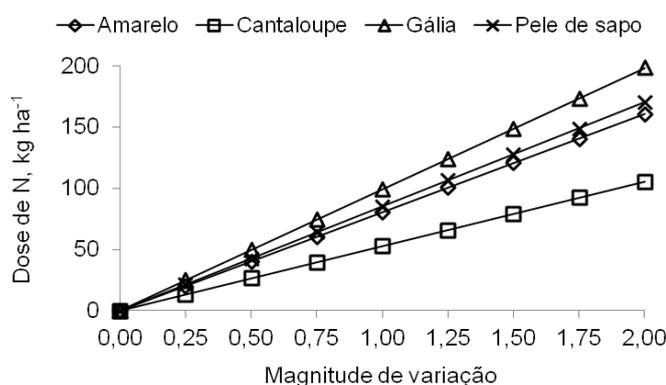


Figura 10 - Análise de sensibilidade das doses de P_2O_5 recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de P no solo e valor de P-rem

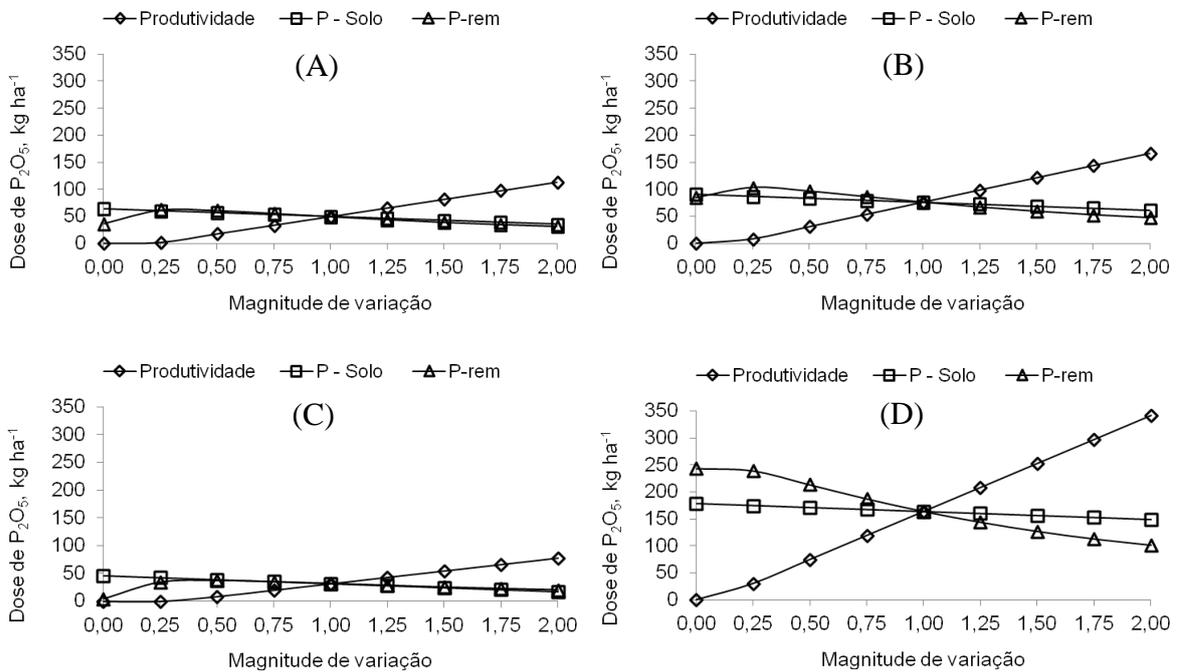


Figura 11 - Análise de sensibilidade das doses de K_2O recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de K no solo e na água, além da dose de sustentabilidade

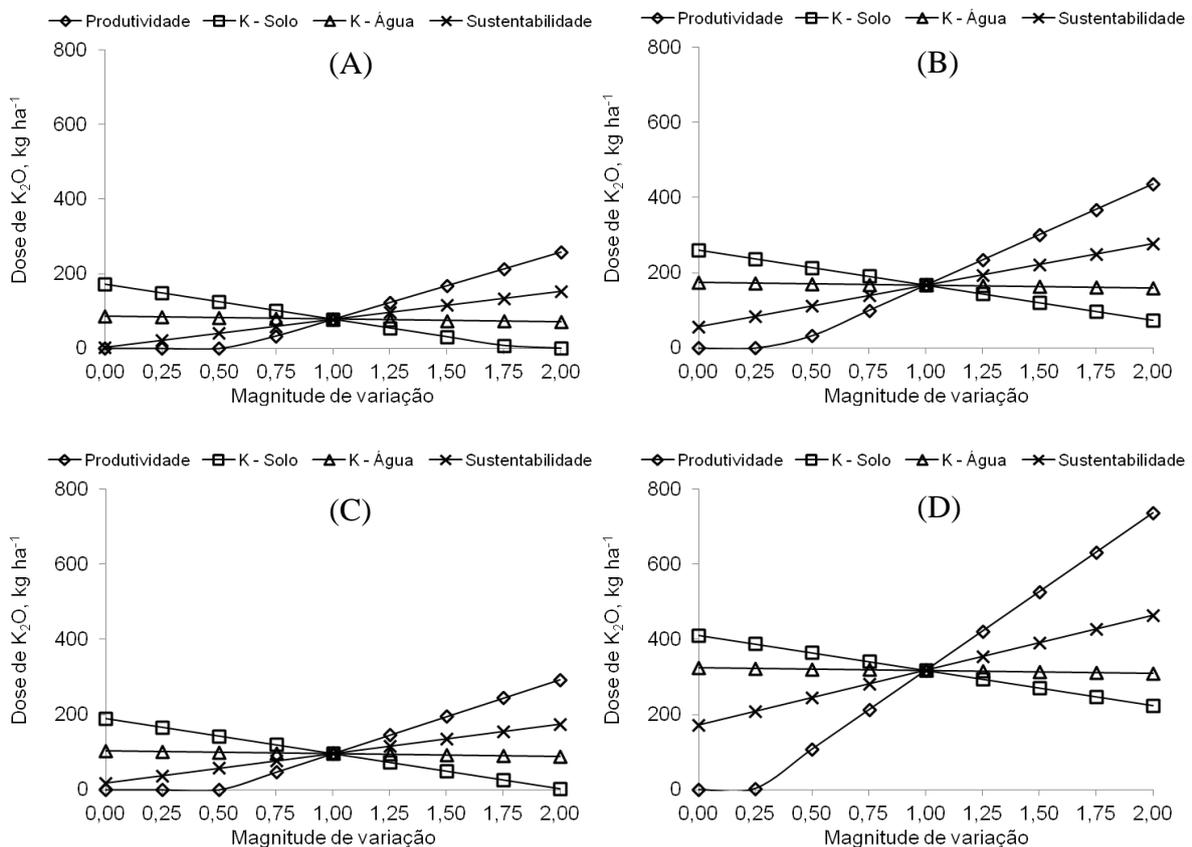


Figura 12 - Análise de sensibilidade das doses de Ca recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de Ca no solo e na água

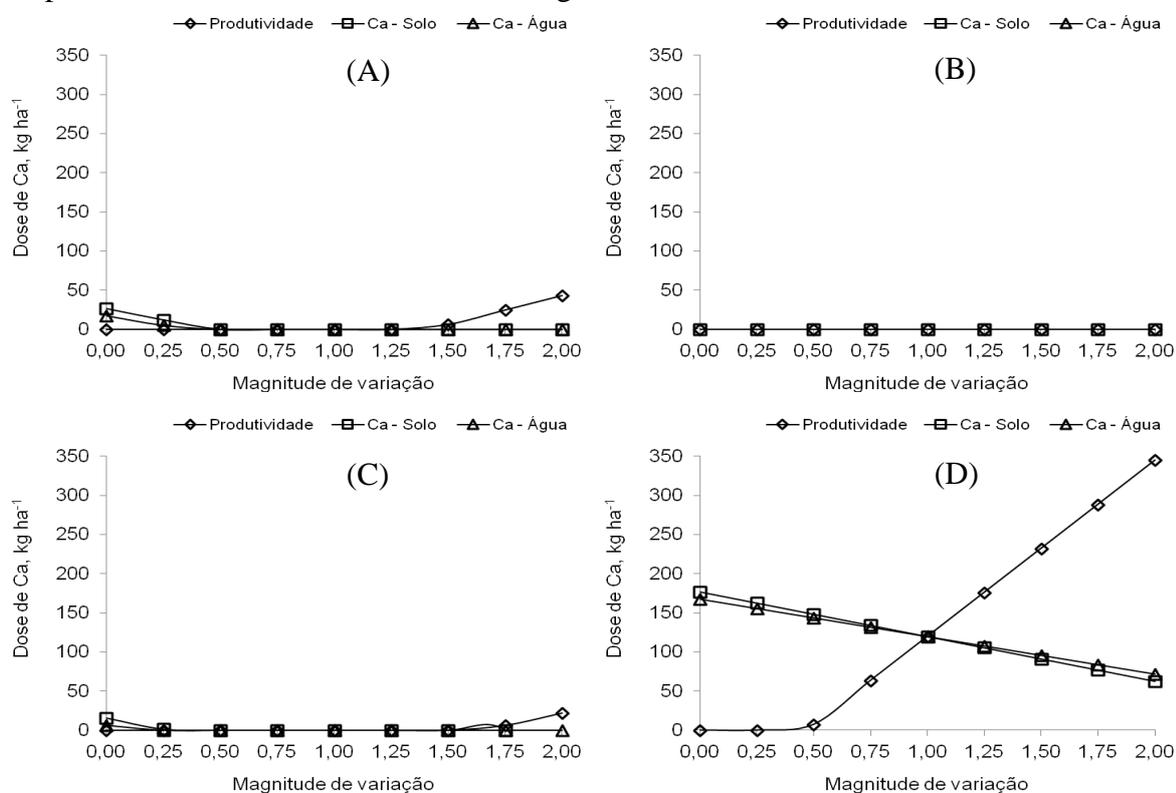


Figura 13 - Análise de sensibilidade das doses de Mg recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de Mg no solo e na água

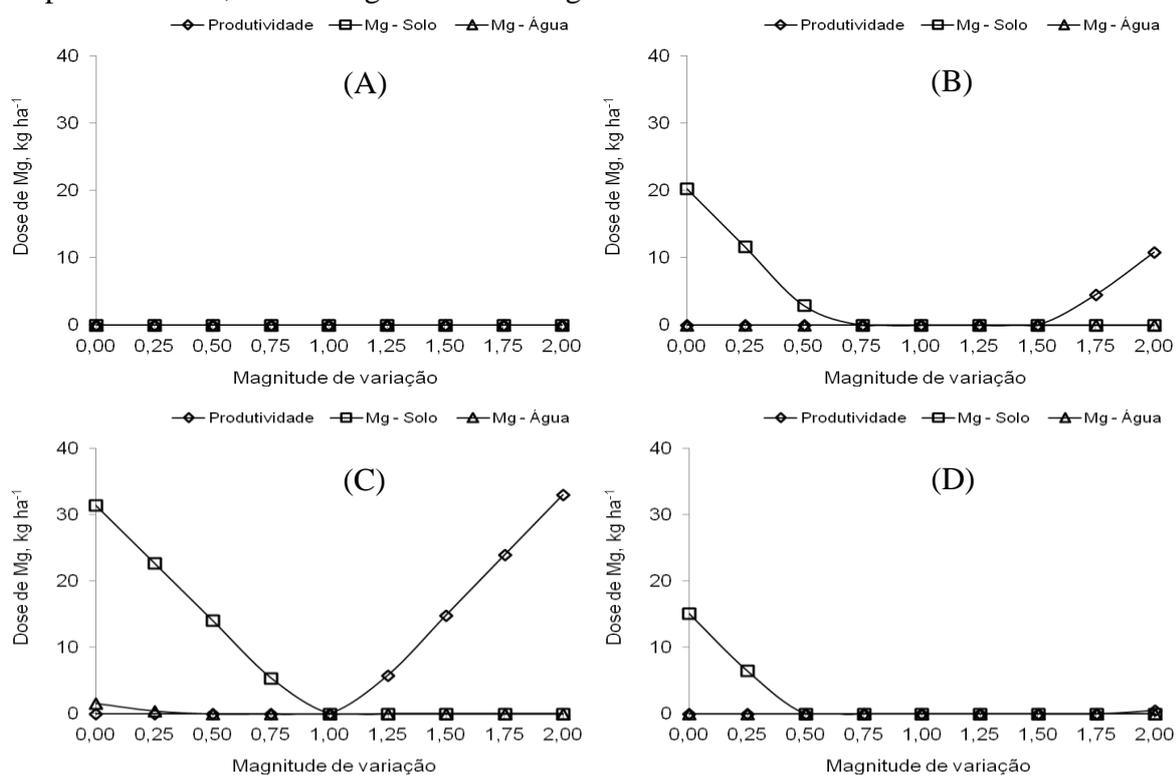


Figura 14 - Análise de sensibilidade das doses de S recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de S

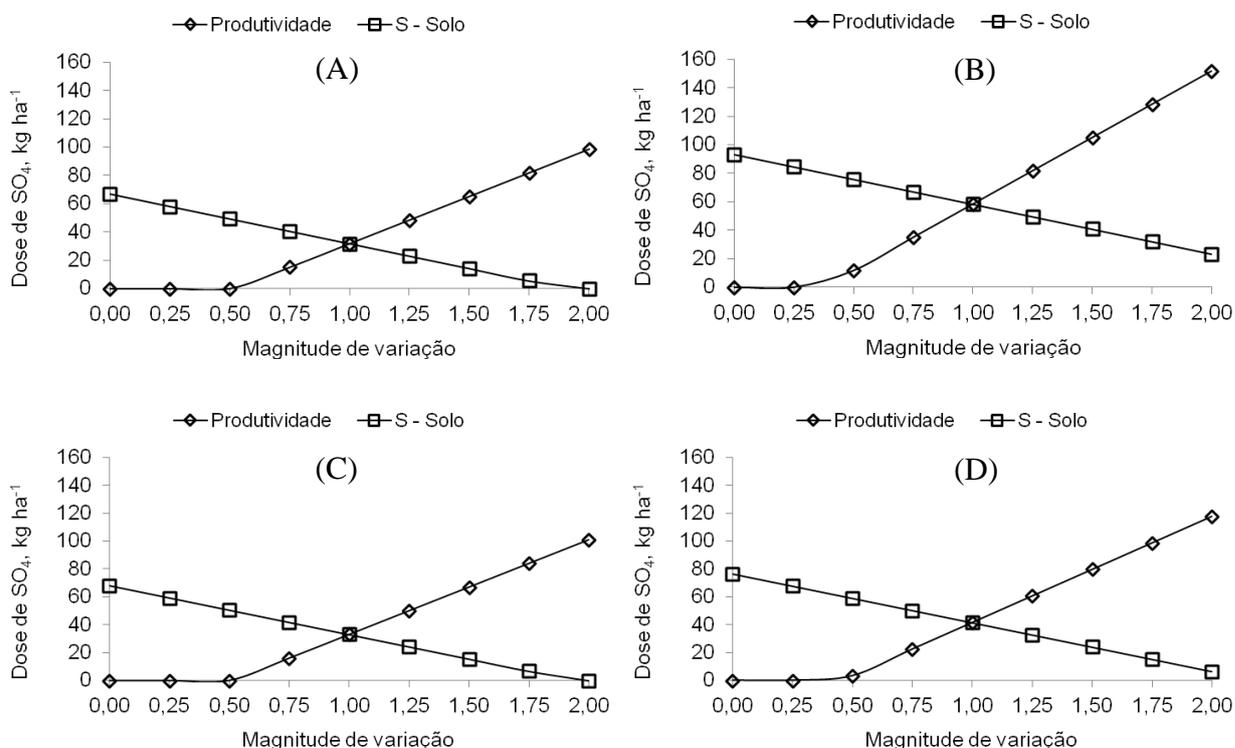


Figura 15 - Análise de sensibilidade das doses de Fe recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de Fe

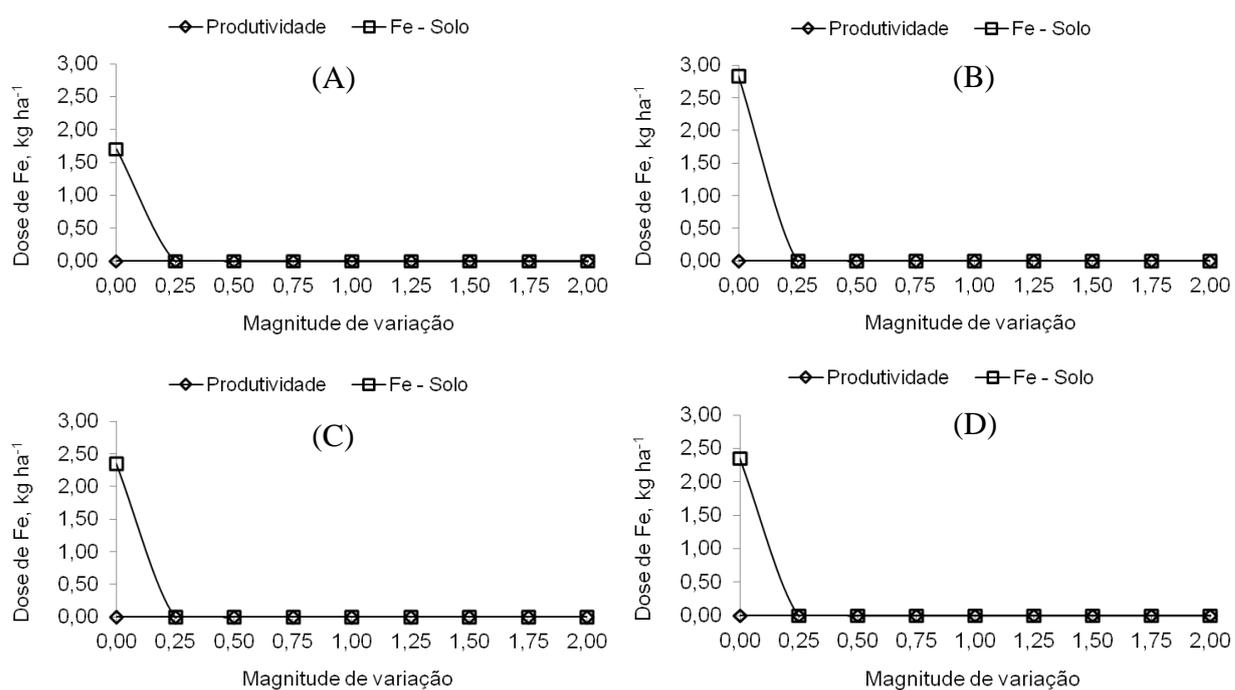


Figura 16 - Análise de sensibilidade das doses de Cu recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de Cu

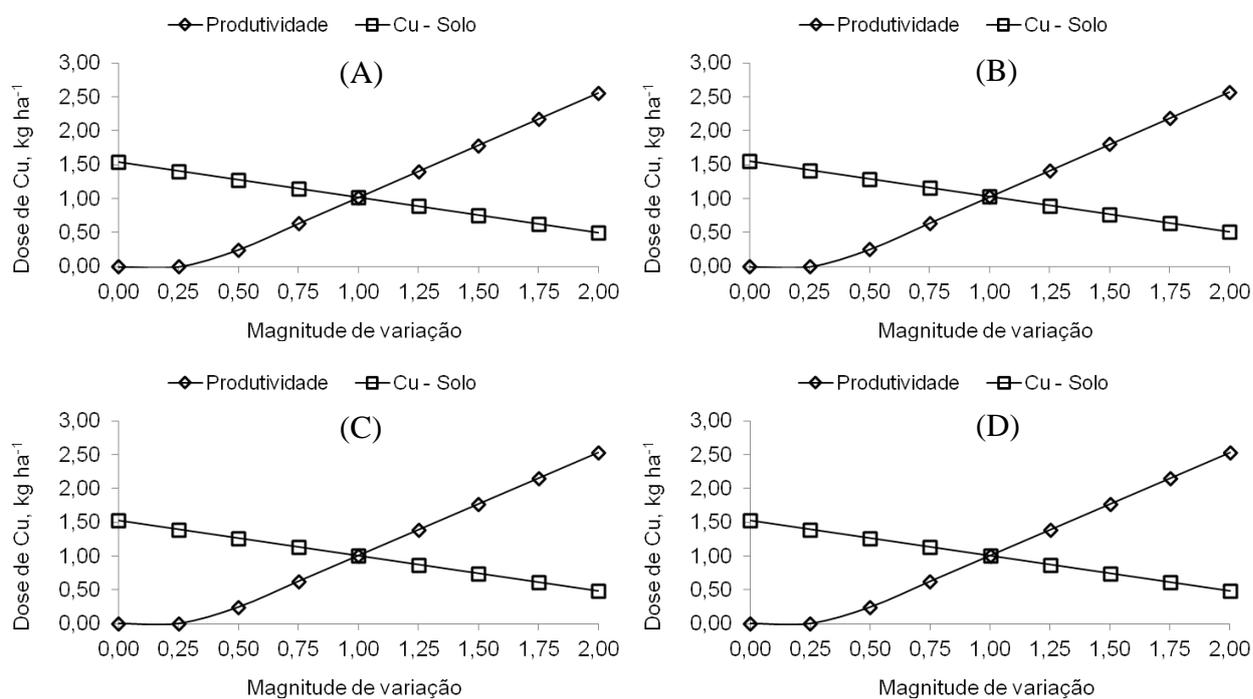


Figura 17 - Análise de sensibilidade das doses de Mn recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade e teor de Mn

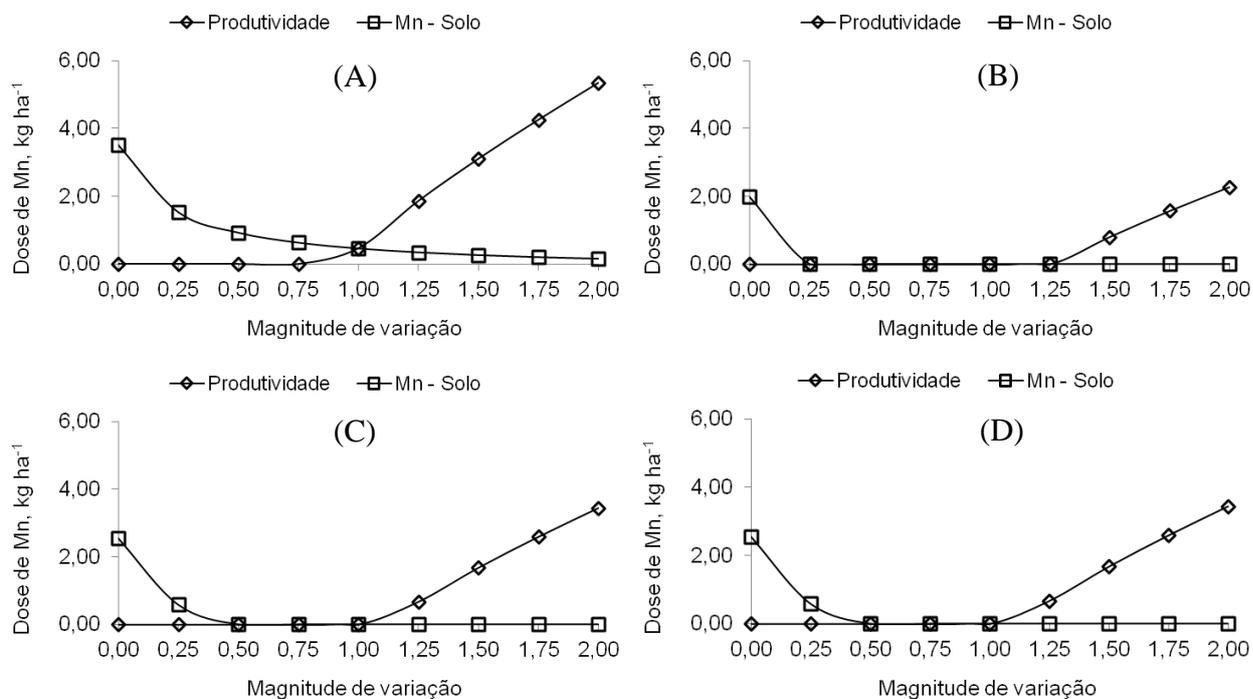
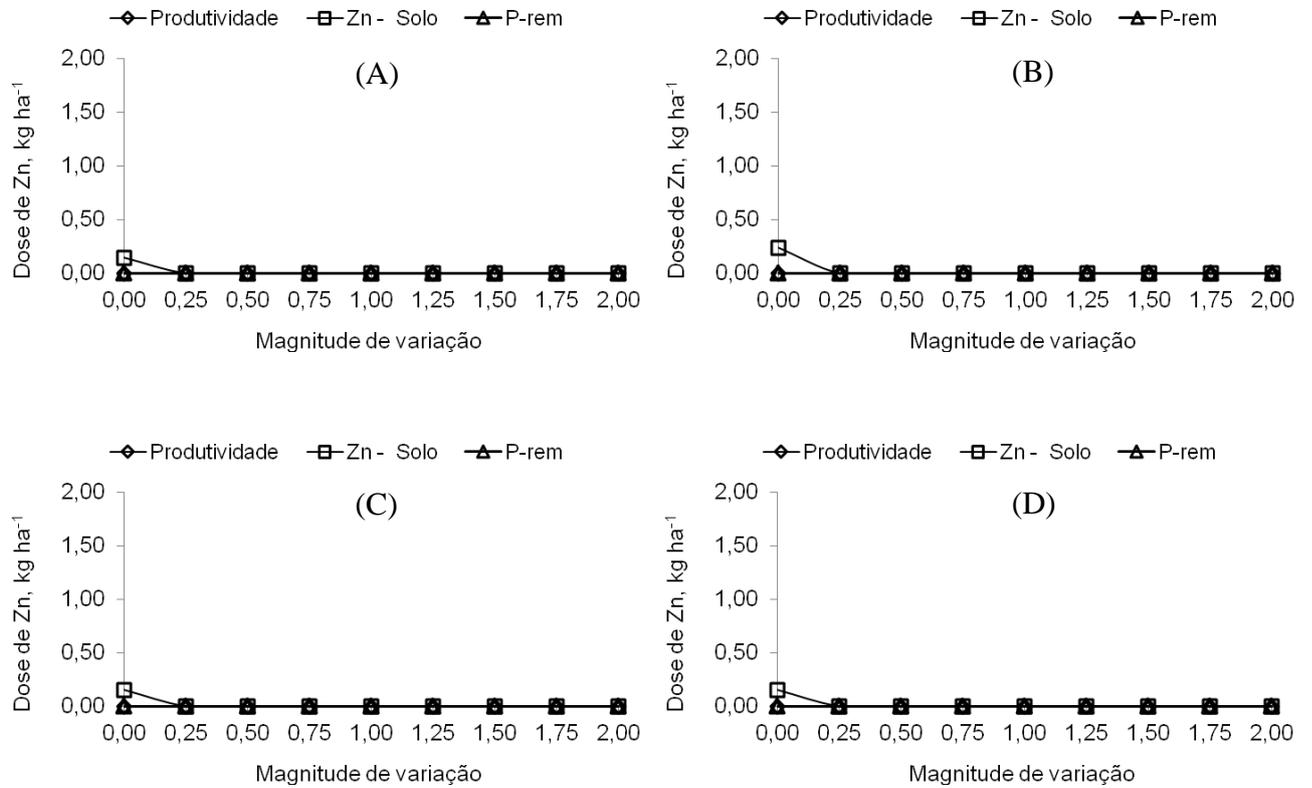


Figura 18 - Análise de sensibilidade das doses de Zn recomendadas pelo Ferticalc-Melão para os diferentes tipos Amarelo (A), Cantaloupe (B), Gália (C) e Pele-de-sapo (D), em função da produtividade, teor de Zn no solo e valor de P-rem



7.0 – CONCLUSÕES

A eficiência de utilização dos macronutrientes no meloeiro variou conforme o tipo, sendo maior o P para o Gália, N e Ca para o Cantaloupe, K e Mg para o Amarelo. Quanto aos micronutrientes, o Amarelo foi mais eficiente na utilização de Fe, Cu e Zn, enquanto o Cantaloupe na utilização de Mn.

A estrutura de cálculos desenvolvida no protótipo para o meloeiro se adéqua a forma de aplicativo.

O sistema Ferticalc-Melão é uma alternativa importante na recomendação de adubação, apresentando como vantagem, recomendações que variam em função do tipo de meloeiro, produtividade esperada, teor do nutriente no solo e água de irrigação, além de considerar o poder tampão do solo.

O sistema desenvolvido apresenta grandes perspectivas para otimizar o uso de corretivos e fertilizantes para o meloeiro, no entanto, o sistema necessita de dados mais específicos à cultura para seu aperfeiçoamento, sendo importante fazer sua validação em campo sob diferentes situações, para que o mesmo gere recomendações mais precisas e específicas para diferentes situações.

REFERÊNCIAS

- ABRÊU, F. L. G. **Doses de fósforo na produção e qualidade de frutos de melão amarelo.** 2010. 45 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.
- ALENCAR, J. A.; HAJI, F. N. P.; BARBOSA, F. R.; BLEICHER, E. Manejo Integrado de Pragas. *In*: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Ed). **Melão, Produção Aspectos Técnicos.** Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 13, p. 97-104. (Frutas do Brasil, 33).
- ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugo; RIBEIRO, Antônio Carlos. Calagem *In*: RIBEIRO, Antônio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito Gontijo; ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugo. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** eds. 5^a aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 43-60.
- AMORIM, L. B.; MARTINS, C. M.; ALVES, W. P. L. B. C.; FREIRE, M. B. G. S.; SOUZA, E. R. Disponibilidade de fósforo em Neossolo Quartzarênico cultivado com melão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 141-146, 2008.
- ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; RODRIGUES, J. O.; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 88-95, 2009.
- AQUINO, B. F. Fertilidade do Solo. 2 ed. Fortaleza: UFC, 2008, 203 p. (Apostila).
- ARAGÃO, F. A. S. **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro.** 2011. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.
- ARAÚJO, A. P.; NEGREIROS, M. Z.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; PEDROSA, J. F.; BEZERRA NETO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R. L. F.; NOGUEIRA, I. C. C. Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 123-126, 2003.
- ARAÚJO, J. L. P.; VILELA, N. J. Aspectos Socioeconômicos. *In*: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. **Melão, Produção Aspectos Técnicos.** Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 2, p. 15-18. (Frutas do Brasil, 33).
- ARAÚJO JUNIOR, B. B. **Índice de colheita para dois híbridos de meloeiro cultivados com cobertura plástica.** 2008. 31 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.
- ASPIAZÚ, I. **Extração de ferro e manganês por Mehlich-1, Mehlich-3 e DTPA em solos de Minas Gerais e da Bahia.** 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Planta) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- BARDIVIESSO, D. M.; MARUYAMA, W. I.; REZENDE, W. E.; PESSATO, L. E.; PEREIRA, A. C. B.; MODESTO, J. H. Doses de potássio na produção de dois cultivares de melão (*cucumis melo* L.). *In*: Encontro de Iniciação Científica, Anais do Encontro de Iniciação

Científica, 2011, Dourados. **Anais...** Dourados: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2011. v. 1, n. 1.

BARRETO, N. D. S. **Utilização de fertilizantes à base de fosfito e micronutrientes**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2008.

BATES, R.; ROBSON, W. R. Evaluation of restriction fragment length polymorphisms in Cucumis melo. **Theoretical Applied Genetics**, Stuttgart, v. 83, n. 2, p. 379-384, 1995.

BELFORT, C. C. **Acumulação de matéria seca e recrutamento de nutrientes em melão (Cucumis melo L. cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo em Presidente Venceslau-SP**. 1985, 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.

BELFORT, C. C.; HAAG, H.; MATSUMOTO, T.; CARMELLO, Q. A. C.; SANTOS, J. W. C. Nutrição mineral de hortaliças. LXX. Acumulação de matéria seca e recrutamento de macronutrientes pelo melão (Cucumis melo L. Cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo em Presidente Venceslau, SP. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 43, p. 159-218, 1986.

BHELLA, M.; WILCOX, G. E. Yield and composition of muskmelons as influenced by preplanting and trickle applied nitrogen. **Horticultural Science**, Alexandria, v. 21, n. 1, p. 86-88. 1986.

BORTOLUZZI, E. C.; SANTOS, D. R.; KAMINSKI, J.; GATIBONI, L. C.; TESSIER, D. Alterações na mineralogia de um argissolo do Rio Grande do Sul submetido à fertilização potássica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 327-335, 2005.

BRAGA, D. F.; NEGREIROS, M. Z.; FREITAS, F. C. L. GRANGEIRO, L. C.; LOPES, W. A. R. Crescimento de melancia ‘mickylee’ cultivada sob fertirrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 49-55, 2011.

CALLEGARI, R. A. **Produtividade, qualidade de frutos de meloeiro e evolução dos teores de NPK no solo durante um ciclo de produção**. 2009. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) – Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2009.

CAMARGO, Paulo Nogueira de.; SILVA, Ody. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba. 1990. 256 p.

CANATO, G. H. D; BARBOSA, J. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Concentração de macro e micronutrientes em melão rendilhado cultivado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, suplemento CD-ROM, julho 2001.

CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; BARROS, Nairan Felix de; MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto; NOVAIS, Roberto Ferreira. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, Roberto Ferreira; ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugo; BARROS, Nairan Felix de; FONTES, Renildes Lúcio Ferreira; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; NEVES, Júlio César Lima. **Fertilidade do solo**. eds. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-737.

CANTÓN, J. M. R. El cultivo del melón en hidroponia. *In*: FERNANDEZ, Milagros Fernández; GOMEZ, Isabel Ma Cuadrado. **Cultivos sin suelo II**. ed. Almería: Dirección General de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía, 1999. p. 535-561.

CARMELLO, Q. A. C. Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada. Piracicaba: ESALQ, 1999, 59 p. (Apostila).

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. **Fertirrigação de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 13 p. (Circular Técnica, 32).

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.

CAVALCANTI, Francisco José Albuquerque. coord. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 1998. 198 p.

COELHO, E. F.; SOUSA, V. F., SOUZA, V. A. B.; MELO, F. B. Efeito de níveis de N e K aplicados por gotejamento na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em solo arenoso. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 23-30, 2001.

COSTA, F. R. **Produtividade da bananeira e exportação de nutrientes em função da adubação com NPK**. 2011. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

CORDEIRO, G. G. **Qualidade de água para fins de irrigação (conceitos básicos e práticos)**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 32 p. (Documentos 167).

COSTA, N. D.; SILVA, H. R. Cultivares. *In*: SILVA, H. R. da; COSTA, N. D. (Ed). **Melão: produção, aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 6, p. 29-34. (Frutas do Brasil, 33).

COSTA, S. A. D.; QUEIROGA, F. M.; PERREIRA, F. H. F.; MARACAJÁ, P. B.; SOUSA FILHO, A. L. Efeito de doses de magnésio na produção e qualidade de frutos de melão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 118-123, 2010.

COSTA, S. C.; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; VIANA, T. V. A.; MOREIRA, F. V. O. Variação de parâmetros físicos e químicos de frutos em bananeira ‘pacovan’ submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio na Chapada do Apodi – Limoeiro do Norte-CE. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 82-92, 2011.

CRASWELL, E. T.; GODWIN, D. C. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. *In*: TINKER, Philip Bernard; LAUCHLI, André. **Advances in plant nutrition**. eds. New York: Praeger Scientific, 1984. v. 1. p. 1-55.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A.; RAIJ, B. V.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, Irrigação, Híbridos e**

Práticas Culturais para o Meloeiro no Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica, 14).

CUSTÓDIO, C. C.; BOMFIM, D. C.; SATURNINO, S. M.; MACHADO NETO, N. B. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p.145-153, 2002.

DAMASCENO, A. P. A. B. **Produção, crescimento e marcha de absorção de nutrientes do melão cantaloupe tipo “Harper” fertirrigado com doses de N e K.** 2011, 118 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2011

DANTAS, D. C. **Função de produção do meloeiro em resposta à fertirrigação nitrogenada e potássica na microrregião de Mossoró.** 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

DANTAS, D. J. **Avaliação de híbridos de melão cantaloupe.** 2007. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2007.

DIAS, R. C. S.; COSTA, N. D.; SILVA, P. C. G.; QUEROZ, M. A.; ZUZA, F.; LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A. P.; TARAO, D. A Cadeia Produtiva do Melão no Nordeste. *In*. CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDART, W. J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J. R. P., ed. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica.** Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-DPD, 1998. Cap. 17, p.441-494.

DINIZ, S. F.; BASTOS, F. O. M.; LIMA, R. H. C.; JUMENEZ-RUEDA, J. R.. Fontes de Potássio não trocável e potássio total em quatro solos do estado do Ceará. **Geociências**, v. 26, n. 04, p. 379-386, 2007.

DUARTE, S. R. **Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação.** 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Irrigação e Drenagem) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

DUTRA, I. **Produtividade e qualidade de frutos de melão Pele-de-sapo em função de diferentes níveis de irrigação e adubações nitrogenada e potássica.** 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

EGREJA FILHO, F. B., MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Método computacional para correção da alcalinidade de águas para fertirrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 415-423, 1999.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICAL DATABASE. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

FARIA C. M. B.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; BRITO, L. T. L.; SOARES, J. M. Níveis de nitrogênio por fertirrigação e densidade de plantio na cultura do melão em um vertissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 491-495, 2000.

FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R.; POSSÍDEO, E. L. Adubação orgânica e mineral na cultura do melão em um vertissolo do submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 191-197, 1994.

FARIAS, C. H. A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J. F.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 445-450, 2003.

FARIA, C. M. B.; FONTES, R. R.. Nutrição e Adubação. *In*: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Ed). **Melão, produção Aspectos Técnicos**. Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 8, p. 40-50. (Frutas do Brasil, 33).

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002.

FERNANDES, D. **Interferência de plantas daninhas na produção e qualidade de frutos de melão nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

FILGUEIRAS, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. 402 p.

FONTES, Ruy Rezende; LIMA, J. A. Nutrição mineral e adubação do pepino e da abóbora. *In*: FERREIRA, Evaristo Manoel, CASTELLANE, Paulo Donato; CRUZ, Mara Cristina Pessoa da. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 281-300.

FRANCO, C. F. **Marcha de absorção de macronutrientes e de micronutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

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.

GAMBOA, J.; PEREZ, G.; BLASCO, M. Um modelo para describir los procesos de retención y lixiviación en los suelos. **Turrialba, Coronado**, v. 21, n. 3, p. 312-316, 1971.

GATTO, L. C. S. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1999. 77 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/diagnosticos_levantamentos/jaguaripe/jaguar.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2012.

GLASS, Anthony David Melville. **Plant nutrition: on introduction to current concepts**. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1989. 234 p.

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita do melão tipo Cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 356-360, 2001.

GERHARDT, M. A. **Manejo de irrigação do melão *cantalupensis* no Semi-Árido**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2007.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 05, p. 36-43, 2008. (Número Especial).

GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 3-10, 2010.

HAAG, Henrique Paulo; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, Henrique Paulo; MINAMI, Keigo. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Cargill, 1981. p. 447-474.

HAYNES, R. J. Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. **Fertilizer Research**, New York, v. 6, n. 2, p. 235-255, 1985.

HOLANDA, José Simplício; SILVA, Rosé Robson; FREITAS, José Arimatéia Duarte de. Fertilidade do Solo, Nutrição e Adubação do Meloeiro. In: SOBRINHO, Raimundo Braga; GUIMARÃES, Jorge Anderson; FREITAS, José Arimatéia Duarte de; TERAPO, Daniel. (Ed.). **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Banco do Nordeste do Brasil, 2008. p. 127-138.

HUETT, D. O.; DETTMAN, N. E. B. Nitrogen response surface models of zucchini squash, head lettuce and potato. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.134, n. 2, p. 243-254. 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 23 abr. 2011.

JEFFREY, Charles. An outline classification of the Cucurbitaceae. In: BATES, David M., ROBINSON, Richard W.; JEFFREY, Charles. (Eds.) **Biology and utilization of the Cucurbitaceae**. Ithaca: Comstock Pub Associates, 1990. p. 449-463.

KANO, C. **Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com adição de potássio e CO₂ na água de irrigação**. 2002. 102 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2002.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. 2004. 101 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

LIMA, A. A. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (Cucumis melo L.)**. 2001. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

LESTER, G. E.; Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disk. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 7, p. 91-96, 1996.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; OLIVEIRA, M. Classificação da composição iônica da água de irrigação usando regressão linear múltipla. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 55-9, 2001.

MALAVOLTA, Euripedes; VITTI, Godofredo Cesar, OLIVEIRA, Sebastião Alberto de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações** 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 456 p.

MALLICK, M. F. R.; MASSUI, M. Origin, distribution and taxonomy of melons. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 251-261, 1986.

MAROUELLI, W. A.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, H. R.; PINTO, J. M.; SILVA, W. L. C. **Irrigação e Fertirrigação do Meloeiro por Gotejamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 28 p. (Circular Técnica 25).

MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto; CARVALHO, Janice Guedes de; SOUZA, Ronessa Bartolomeu de. Diagnose foliar *In*: RIBEIRO, Antônio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito Gontijo; ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugo. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. eds. 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.

McCREIGHT, James D.; NERSON, H.; GRUMET, Rebecca. Melon - *Cucumis melo L.* *In*: KALLOO, Geetika; BERGH, B. O. Genetic improvement of vegetable crops. ed. Oxford: Pergamon Press, 1993. p. 267-294.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 452-457, 2008.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; BARBOSA, M. A. G.; QUEIROGA, R. C. F.; OLIVEIRA, F. A.; FREITAS, W. E. S. Crescimento do melão Pele de Sapo, em níveis de salinidade e estágio de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 647-654, 2012.

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.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MAIA, C. E.; ANDRADE, G. G.; ALMEIDA, J. H. S.; VIANA, F. M. P. Características do melão para exportação. *In*: ALVES, R. E. (Coord.) Melão: pós-colheita. Brasília: Embrapa, 2000. p. 13-22. (Frutas do Brasil, 10).

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, I. P. A.; TAVARES, V. B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-Mombaça, capim-Marandu e capim-Andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 290-301, 2004.

MEURER, Egon José. Potássio. *In*: FERNANDES, Manlio Silvestre. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 281-298.

MIRANDA, N. O.; MEDEIROS, J. F.; LEVIEN, S. L. A. Relações entre cátions trocáveis do solo e suas correlações com a qualidade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 271-275, 2008.

MONTAG, U. J. Fertigation in Israel. *In*: IFA, AGRICULTURAL CONFERENCE ON MANAGING PLANT NUTRITION, 1999, Barcelona-Espanha: **Paper...** Barcelona: IFA, 1999, 24 p. Disponível em: < <http://www.fertilizer.org/ifacontent/download/5447/85880/version/1/file/20.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

MOREIRA, J. N.; MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; FERNANDES, J. G. Caracterização física e química de solos do assentamento de reforma agrária Maísa em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, Campina Grande, v. 07, n. 02, p. 49-55, 2007.

MORETTI, C. L.; ARAÚJO, J. L. P. Tecnologia de Pós-colheita e Comercialização. *In*: SILVA, H. R. da.; COSTA, N. D. (Ed). **Melão, Produção Aspectos Técnicos**. Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 16, p. 122-130. (Frutas do Brasil, 33).

MOTA, J. C. A. **Determinação de fertilização no cultivo de melão (Cucumis Melo L.)**. 1999. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 1999.

MUNIZ, A. S. **Disponibilidade de fósforo avaliada por extratores químicos e pelo crescimento de soja (Glycine max (L.) Merrill) em amostras de solos com diferentes valores do fator capacidade**. 1983. 79 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Planta) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.

MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CUEVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N.; BROSSARD, M. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. *In*: WOOPER, P.

L.; SWIFT, M. J. (Ed.). **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley, 1994. p. 81-116.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A. Resposta da caramboleira a calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p.1136-1145, 2008.

NEGREIROS, M.Z.; MEDEIROS, J.F. Produção de melão no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Instituto Frutal, 2005. 110 p. (Coleção cursos FRUTAL)

NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; SALES JÚNIOR, R.; MENEZES, J. B. Cultivo do melão no pólo Rio Grande do Norte/Ceará. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 03, p. 1-1. 2003.

NOGUEIRA, L. S. **Produção e qualidade de melão tipo gália irrigado com águas salinas**. 2010. 37 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

NOVAIS, Roberto Ferreira de. A pesquisa em fertilidade do solo (no país) - como a vejo (e a sinto). *In*: ALVAREZ VENEGAS, Victor Hugo; FONTES, Luiz Eduardo Ferreira; FONTES, Mauricio Paulo Ferreira. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. eds. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 397-409.

NOVAIS, Roberto Ferreira de; SMYTH, Thomas Jot. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

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. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T.; AMÂNCIO, M. G. Acúmulo e partição de matéria seca, nitrogênio e potássio pelo meloeiro fertirrigado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 24-31, 2009.

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.

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.

OLIVEIRA, O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 17-21, 1998.

OLIVEIRA, D. S. **Alteração de características de salinidade do solo em duas áreas de produção de melão**. 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

- PAULA, J. A. A. **Desenvolvimento e verificação de sistema computacional para cálculo de adubação/fertirrigação em melão e melancia**. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2007.
- PEREIRA, F. A. L. **Tolerância de cultivares de melão à salinidade**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2010.
- PINTO, J. M.; BROTEL, T. A.; FEITOSA FILHO, J. C. Efeitos do nitrogênio via fertirrigação na cultura do melão. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 16, n. 4, p. 27-35, 1997.
- PONTES FILHO, F. S. T. **Conservação pós-colheita de melão Cantaloupe cultivado sob diferentes doses de N e K**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.
- 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.
- PRADO, Renato de Mello. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.
- PRATA, E. B. **Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 1999. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.
- 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.
- RAIJ, Bernardo Van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 136 p.
- RINCON, L. S.; SAEZ, J. S.; PEREZ, J. A. C.; PELLICER, C.; GOMEZ, M. D. L. Crecimiento y absorcion de nutrientes del melon bajo invernadero. **Investigation Agraria: Produccion Proteccion Vegetables**. La Alberca, Murcia, v. 13, n. 1-2, p. 111-120, 1998.
- ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, Deena S. **Cucurbits**. New York: CAB International, 1997. 226 p.
- RODRIGUES, L. D. **Avaliação do crescimento de melão Pele-de-sapo irrigado com águas salinas**. 2008. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Sêmi-Árido, Mossoró, 2008.

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, F. C.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; SEDIYAMA, C. S. Modelagem da recomendação de fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1661-1674, 2008.

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 JÚNIOR, H. **Interação genótipo x ambiente e adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão Gália**. 2007. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2007.

SERVIÇO DE COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em: <http://www.secexbr.com/>. Acesso em: 27 out. 2011.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Cultivo de melão: manejo, colheita, pós-colheita e comercialização**. Brasília: SENAR, 2007. 104 p. (coleção SENAR - 131)

SILVA JÚNIOR, M. J. **Crescimento e Absorção de macronutrientes pelo meloeiro fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Irrigação e Drenagem) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, A. F.; MAENO, P. **Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 22 p. (Circular técnica, 20).

SILVA JÚNIOR, M. J. ; OLIVEIRA, F. H. T.; MEDEIROS, J. F.; DUTRA, I. Produção de meloeiro pele-de-sapo fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15; 2005, Teresina. **Anais...** Viçosa: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2005. CD ROM.

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, 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, 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**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1269-1280, 2009.

SILVA, H. R. da.; COSTA, N. D.; CARRIJO, O. A. Exigências de clima e solo e época de plantio. *In*: SILVA, H. R. da.; COSTA, N. D. (Ed). **Melão: produção, aspectos técnicos** Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 5, p. 23-28. (Frutas do Brasil, 33).

SOUSA, V. F.; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E. F.; VIANA, F. M. P.; SILVA, P. H. S. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 68 p. (Circular Técnica, 21).

SOUZA, V. F. **Frequência de aplicação de N e K via irrigação por gotejamento no meloeiro (Cucumis melo L.), cv. Eldorado 300 em solo de textura arenosa**. 1993. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

STEPANSKY, A.; KOVALSKI, I.; PERL-TREVES, R. Intraspecific classification of melons (Cucumis melo L.) in view of their phenotypic and molecular variation. **Plant Systematic Evolution**, New York, v. 217, n. 2, p. 313-332, 1999.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEMÓTEO, A. S. **Eficiência de utilização de nitrogênio e potássio pelo melão Pele-de-sapo fertirrigado em diferentes lâminas de irrigação**. 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.

TOMAZ, H. V. Q. **Manejo de plantas daninhas crescimento e produtividade do meloeiro em sistemas de plantio direto e convencional**. 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

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.

TYLER, K. B. ; LORENZ, O. A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 84, n. 1, p. 364-371, 1964.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.

VARGAS, P. F.; GALATTI, F. S.; SOUZA, J. O.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; BRAZ, L. T. Avaliação de parentais e híbridos experimentais de melão rendilhado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1102-1108, 2010.

VITTI G. C.; HOLANDA, J. S.; LUZ, P. H. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertirrigação: condições e manejo. *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Viçosa: EMBRAPA-CPATSA/Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1995, p. 195-231.

VIVANCOS, Alonso Dominguez. **Fertirrigacion**. 2 ed. Madri: Mundi-Prensa, 1996. 233 p.

WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, I. M. N.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Adubação Nitrogenada e Potássica em Bananeira 'Pacovan' (musa AAB, subgrupo prata) na Chapada do Apodi, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 154-157, 2006.

WELLS, J. A.; NUGENT, P. E. Effects of high soil moisture on quality of muskmelon. **HortScience**, St. Joseph, v. 15, n. 3, p. 258-259, 1980.