

4.9 - FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA MELÂNCIA

Francisco Maximino Fernandes

Depto de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos

UNESP – Câmpus Ilha Solteira.

e-mail: maximino@agr.feis.unesp.br

Renato de Mello Prado

Depto de Solos e Adubos, UNESP – Câmpus Jaboticabal.

e-mail: rmprado@fcav.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

A melancia é originária da África, embora na Índia é encontrada grande diversidade desta espécie. A melancia, é uma espécie anual, pertence à família das curcubitaceae, gênero *Citrullus*, espécie *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura & Nakai, que apresenta hábito rasteiro com ramificações, que podem alcançar de 3 a 5 metros de comprimento e as raízes desenvolvem-se no sentido horizontal, concentrando-se nos 25-30 cm superficiais do solo, embora algumas raízes alcancem maiores profundidades (Casali et al., 1982).

Existem poucas informações estatísticas da cultura da melancia, entretanto, de acordo com a FAO (1997) no mundo as áreas cultivadas com melancia estão distribuídas entre os continentes: Ásia com 1745 mil ha (71,6%); Europa com 279 mil ha (11,4%); África com 151 mil ha (6,2%); América do Sul com 141 mil ha (5,8%); América do Norte e Central com 118 mil ha (4,8%) e Oceania com 5 mil ha (0,2%). Os maiores produtores mundiais de melancia são: China, Turquia e Iran, com produção e rendimento de: 23,3 mil t e 23,6 t ha⁻¹; 3,8 mil t e 26,6 t ha⁻¹ e 1,8 mil t e 12,0 t ha⁻¹, respectivamente. No Brasil, considerando o período de 1989-1991 e o ano de 1997, respectivamente, a área média colhida de melancia foi de 69 e 79 mil ha, a produção média foi de 440 e 763 mil t de frutos e o rendimento médio foi de 6,4 e 9,6 t ha⁻¹.

A melancia é considerada uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, mais especificamente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste; o Nordeste é responsável por 55,6% da produção nacional, e a produtividade média brasileira é de 30 t/ha (IBGE, 1998). Segundo Lopes (1991) a produção brasileira de cucurbitáceas vem crescendo cerca de 10% ao ano a partir de 1988, destacando-se a abóbora, abobrinha, chuchu, melão, melancia, moranga e pepino como as espécies mais expressivas na economia agrícola nacional.

No estado de São Paulo a cultura da melancia ocupa uma área representativa, tendo alcançado 6,96 mil ha em 1994 e produção de 22,7 mil t de frutos, com rendimento de 3,3 t ha⁻¹ (IBGE, 1998). A principal região produtora de melancia do estado de São Paulo é Marília. Entretanto, o estado de São Paulo, destaca-se como principal região consumidora, sendo que no período de 1988-91, 50-70% da fruta comercializada pela CEAGESP, teve origem no próprio estado (Okawa, 1994). Apesar da importante área cultivada de melancia, entretanto, não existe informações conclusivas sobre a área especificamente fertirrigada no Brasil com essa cultura.

Pelos dados estatístico, nota-se que a produção da melancia é baixa no Brasil, muito das vezes explicados por diversos problemas fitotécnicos e especialmente quanto a adequada nutrição da planta. Além disso, existe o aspecto do ineficiente manejo da irrigação para a cultura. Pela literatura a cultura da melancia tem pouca resistência ao déficit hídrico no solo, visto que a irrigação freqüente ao longo do ciclo de cultivo tem aumentado significativamente a produção de frutos (Hegde, 1988; Oliveira et al., 1992; Castellane & Cortez, 1995). Andrade Júnior et al. (1997) estudando lâminas ótimas de irrigação na cultura da melancia atingiram produção superior a 65 t ha⁻¹.

Cabe salientar que os sistemas de irrigação localizados tem sido muito utilizado visto a sua eficiência na economia de água e pelo baixo custo de implantação. Por outro lado, Hagin & Lowengart (1996) ressaltaram que o sistema de irrigação por gotejamento geralmente restringe o sistema radicular da planta e com isso tem-se um requerimento constante pelos nutrientes para manter a produção, e assim só a fertirrigação tem a capacidade de satisfazer constantemente a planta por nutrientes.

Portanto, em ambientes tropicais com solos de baixa fertilidade e com irregularidade da chuva ao longo do ano sabidamente limita alta produção da melancia.

Assim dois fatores de produção, a irrigação e a fertilização podem explicar praticamente todo potencial de produção desta cultura neste ambiente.

Burt et al (1995) afirmam que a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método de aplicação de fertilizantes, especialmente quando aplicado através de sistema de irrigação localizado, desde que esta aplicação assegure os fertilizantes diretamente na região das raízes das plantas, e com o fracionamento das doses, possibilita aumentar a eficiência da adubação. Esses mesmos autores, afirmam que comparando a fertirrigação por gotejamento e a aplicação de fertilizantes com o método convencional, há um aumento na eficiência de aplicação de fertilizante no primeiro método e gasta 20 a 50% menos fertilizantes do que o método convencional. Threadgill (1985) relatou que a aplicação de fertilizantes associada com outros insumos agrícolas (herbicidas, inseticidas, entre outros), chega a reduzir os custos em comparação com o sistema convencional em torno de 33%.

Diante deste contexto a fertirrigação pode otimizar sistema de produção da melancia que buscam excelência tanto na produção como na qualidade e ainda otimiza o uso dos fertilizantes pelas plantas, podendo refletir em maior taxa de retorno econômico para a atividade de produção da melancia.

2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA CULTURA

Crescimento e desenvolvimento da melancia

Araújo Neto et al. (2002), avaliaram o crescimento de mudas de melancia cv. Crimson Sweet, aos 32 dias após a semeadura, em condições de casa de vegetação, submetido em diferentes substratos e volumes de recipientes. Concluíram que o substrato Plantimax® e substrato A (esterco de curral, terra, carvão vegetal e areia, na proporção de 2:1:1:1 v/v) foram semelhantes e superior, atingindo maior acúmulo de matéria fresca aos 32 dias após a emergência, com recipiente de 600 cm³.

Por outro lado, analisando-se a produção de matéria seca nos diversos órgãos da planta de melancia cv. Crimson Sweet, em condições de campo (Figura 1) observa-se que o crescimento foi bem lento até os 35 dias, sendo que após esse período distinguem-se

duas fases. A primeira que vai dos 35 aos 75 dias e que se caracteriza por uma crescente produção de matéria seca e a segunda dos 75 dias até o fim do ciclo e que apresenta uma redução, com exceção das ramas, na produção de matéria seca. Observa-se também que a produção de matéria seca nas ramas é lento mas progressivo até o final do ciclo, demonstrando que as ramas continuaram crescendo. No entanto, as folhas apresentaram uma redução no ritmo de crescimento e no peso de matéria seca o que pode ser atribuído a seca de folhas e a translocação de nutrientes para os frutos, já que a cultura estava em plena fase de senescência. A frutificação teve início aos 35 dias após a emergência. Observou-se que o aumento de peso foi intenso, cerca de 350,19 g no peso da matéria seca em 40 dias. No período compreendido entre os 35 e 65 dias a produção de matéria seca nas folhas, ramas e raiz foi de 81,8, 82,2 e 81,5%, respectivamente. Enquanto que no fruto, no período compreendido entre os 55 e 65 dias, a produção de matéria seca foi de 90%, em comparação com o valor máximo.

Grangeiro & Cecílio Filho (2002a) avaliaram o acúmulo de matéria seca do híbrido de melancia sem sementes 'Nova' e verificaram que o crescimento foi lento até os 45 dias após o transplante, intensificando-se a partir deste até o final do ciclo. A contribuição média no acúmulo de massa seca total foi de 23%, 27% e 50%, respectivamente, para as folhas, caule e frutos.

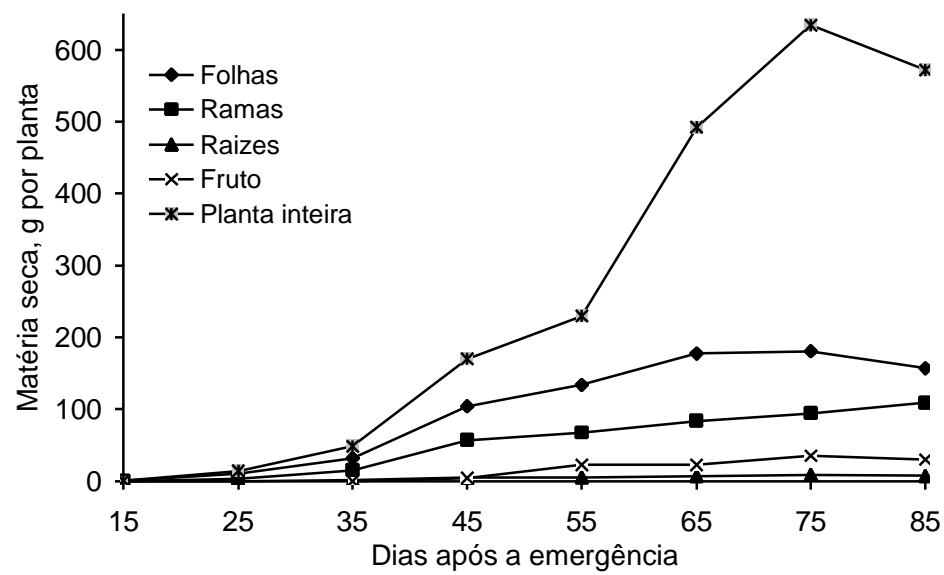


Figura 1. Produção de matéria seca por diferentes partes da planta de melancia cv. Crimson Sweet em função do estágio de desenvolvimento, na região de Ilha Solteira-SP (Fernandes, 2001).

Cultivares de melancia

Em melancia, os caracteres de maior importância econômica são: a) precocidade, em virtude de as plantas apresentarem um ciclo menor, e com isso, um retorno mais rápido do capital investido; b) alta prolificidade, ou seja, plantas que apresentem maior número de frutos possível, o que resulta em maior produtividade; c) frutos pequenos, por proporcionar consumo mais rápido do produto, facilitar o acondicionamento e o transporte, o que pode possibilitar incremento na exportação; d) polpa vermelha; e) maior espessura da polpa, que resulta em maior quantidade do produto a ser consumido; f) alto teor de açúcar, isto é, de sólidos solúveis; g) menor número de sementes (Ferreira et al., 2002).

Atualmente, vem ocorrendo mudanças no cultivo da melancia, conforme indica Filgueira (2000), tendo em vista a introdução de híbridos. Os híbridos apresentam vantagens sobre as cultivares tradicionais, como plantas mais vigorosas e resistentes a maior número de doenças; ciclo mais precoce para a colheita; maior número de flores femininas e produção de maior número de frutos por área e com melhor qualidade. Neste

sentido, vale ressaltar que nos últimos anos, tem-se observado crescimento da participação das cultivares sem sementes no mercado de melancia, embora a área cultivada com esta cultura ainda é incipiente no Brasil. Nos Estados Unidos, até 1991, a melancia sem sementes ocupava cerca de 5% do mercado de seu fruto, com estimativa de ter potencial para ocupar entre 15% e 50% (Marr & Gast, 1991).

Na região centro-sul, as cultivares atualmente utilizadas podem ser divididas em três grupos ou tipos, segundo o formato dos frutos e a presença de sementes, como segue (Filgueira, 2000):

Tipo globular – preferido na maioria das regiões produtoras, que produz frutos globular ou globular-alongado, com polpa de boa qualidade, com peso de 10 a 13 kg, cuja cultivar típica é a americana Crimson Sweet;

Tipo alongado – que produz frutos cilíndricos, com peso de 12 a 15 kg, cuja cultivar típica é a americana Charleston Gray;

Tipo sem semente – que são híbridos auto-estéreis, introduzidos a partir do início da década de 90, que produzem frutos tipo globular, com polpa vermelha-viva, com peso de 5 a 8 kg.

Salinidade

A salinidade pode ocorrer em sistemas de fertirrigação, especialmente em sistemas de irrigação localizada com aplicação em uma área restrita de solo e utilizar concentração elevada de fertilizantes com índice salino alto.

Sabe-se que plantas submetidas ao estresse salino pode provocar redução na absorção de nutrientes e com reflexos no crescimento e produção.

Uma concentração excessivamente alta de sais solúveis na solução do solo pode provocar uma pressão osmótica maior que a do suco celular causando desidratação das raízes, dano permanente e até a morte da planta. Estudos sobre ação dos íons nas plantas revelam que o Cl⁻ é o ânion mais tóxico, e o Na⁺, o cátion que mais afeta o metabolismo (Stolzy & Jarrel, 1983).

Existem alguns parâmetros que permitem avaliar as faixas de salinidade e os níveis de tolerância das plantas podem variar, a partir de dados da condutividade elétrica (Tabela 1)

Tabela 1. Faixas de salinidade do solo e níveis de tolerância das plantas.

Condutividade elétrica, dS m ⁻¹ a 25°C	Níveis de tolerância
0-2	Efeitos salinos quase negligíveis
2-4	Plantas muito sensíveis podem ter produções afetadas
4-8	Produções de muitas plantas afetadas
8-16	Apenas plantas tolerantes produzem satisfatoriamente
>16	Apenas poucas plantas muito tolerantes produzem satisfatoriamente

Fonte: Landon (1984), citado por Padilha (1997).

É oportuno salientar da importância do monitoramento da salinidade durante a condução da cultura, podendo ser realizado no campo sistematicamente. Neste sentido, Burgueño (1996) sugere o monitoramento da salinidade, ou seja, da concentração iônica por intermédio de medidas sistemáticas da condutividade elétrica da solução do solo e até mesmo a tomada de decisão quanto ao momento e quantidade de fertilizantes a serem aplicados via água de irrigação. Este autor complementa ainda que durante o manejo da salinidade, é satisfatório admitir que a planta pode apresentar níveis crescente de tolerância a salinidade com o crescimento e desenvolvimento, visto que para a cultura do tomate delimita valores de condutividade elétrica na solução do solo entre 0,8 a 1,0 e 1,5 a 2,5 dS m⁻¹ durante as fases de crescimento e desenvolvimento, respectivamente.

A melancia apresenta tolerância moderada a salinidade (1,5 a 2,0 dS/m) (Ayers & Westcot, 1991).

As fontes dos fertilizantes nitrogenados e potássicos apresentam níveis de índice salino maior que os fosfatados. O índice salino é uma medida da tendência de um fertilizante para aumentar a pressão osmótica da solução do solo. Para o cálculo do índice salino dos fertilizantes é utilizado o nitrato de sódio como padrão atribuindo o valor 100. Entretanto, a escolha da utilização dos fertilizantes com menor salinidade deve ser em função do valor do índice salino por unidade de nutriente (Tabela 2).

Tabela 2. Fertilizantes nitrogenados, potássicos e fosfatados e os índices salinos da fonte e por unidade de nutriente

Fertilizante	Concentração			Índice salino	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Relativo	Por unidade de nutriente*
				(NaNO ₃ =100)	(N ou P ₂ O ₅ ou K ₂ O)
% —————					
Fertilizantes nitrogenados					
Nitrato de sódio	16	-	-	100,0	6,06
Nitrato de cálcio	15	-	-	65	4,19
Sulfato de amônio	21	-	-	69	3,25
Nitrato de amônio	34	-	-	104,7	2,99
Nitrocálcio	27	-	-	61,1	2,98
Uréia	45	-	-	75,4	1,62
Fertilizantes fosfatados					
Fosfato diamônico	21	54	-	34,2	0,46
Fosfato monoamônio	12	62	-	29,9	0,41
Superfosfato simples	-	20	-	7,8	0,39
Superfosfato triplo	-	45	-	10,1	0,22
Fertilizantes potássicos					
Salitre potássico	15	-	14	92	3,17
Cloreto de potássio	-	-	60	116,3	1,94
Sulfato de potássio e magnésio	-	-	22	43,2	1,92
Nitrato de potássio	14	-	46	73,6	1,22
Sulfato de potássio	-	-	50	46,1	0,85

Fonte: Malavolta (1981)

1 unidade = 10 kg de nutriente. Calculado pela relação: índice relativo/% do elemento

3. DEMANDA DE NUTRIENTES PARA A CULTURA

Teor foliar de nutrientes

A composição das folhas é afetada por diversos fatores. Para que a interpretação dos resultados não seja prejudicada é essencial a padronização da amostragem. Malavolta (1987) recomenda para a cultura da melancia, amostrar pecíolo da sexta folha a partir da ponta da rama, por ocasião do aparecimento do primeiro fruto, num total de 40 pecíolos por hectare. Por outro lado, Trani & Raij (1996) recomendam amostrar a quinta folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical, da metade até 2/3 do ciclo da planta, em 15 plantas.

Na Tabela 3 são apresentados as faixas de teores de macro e micronutrientes nas folhas, que são considerados adequados, de acordo com Locascio (1996) e Trani & Raij (1996).

Tabela 3. Faixa de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de melancia.

Elemento	Locascio (1996)	Trani & Raij (1996)
	g kg ⁻¹	
N	25-50	25-50
P	2-6	3-7
K	20-60	25-40
Ca	10-20	25-50
Mg	3-6	2-12
S	3-5	2-3
	mg kg ⁻¹	
B	80-100	30-80
Cu	5-10	10-15
Fe	30-150	50-300
Mn	100-200	50-200
Mo	5-10	---
Zn	50-100	20-60
Cl	50-100	---

Marcha de absorção dos nutrientes

Considerando-se o acúmulo total de nutrientes pela planta inteira, verifica-se um acúmulo crescente dos elementos: N, P e Ca até os 85 dias, Mg e S até os 75 dias e K até os 65 dias (Figura 2). O acúmulo de nutrientes pelos frutos inicia-se praticamente aos 45 dias e de forma lenta até os 55 dias. Após este período até aos 65 dias tem-se um incremento abrupto para todos os nutrientes e em seguida tem-se um aumento moderado até aos 75 dias (Figura 3).

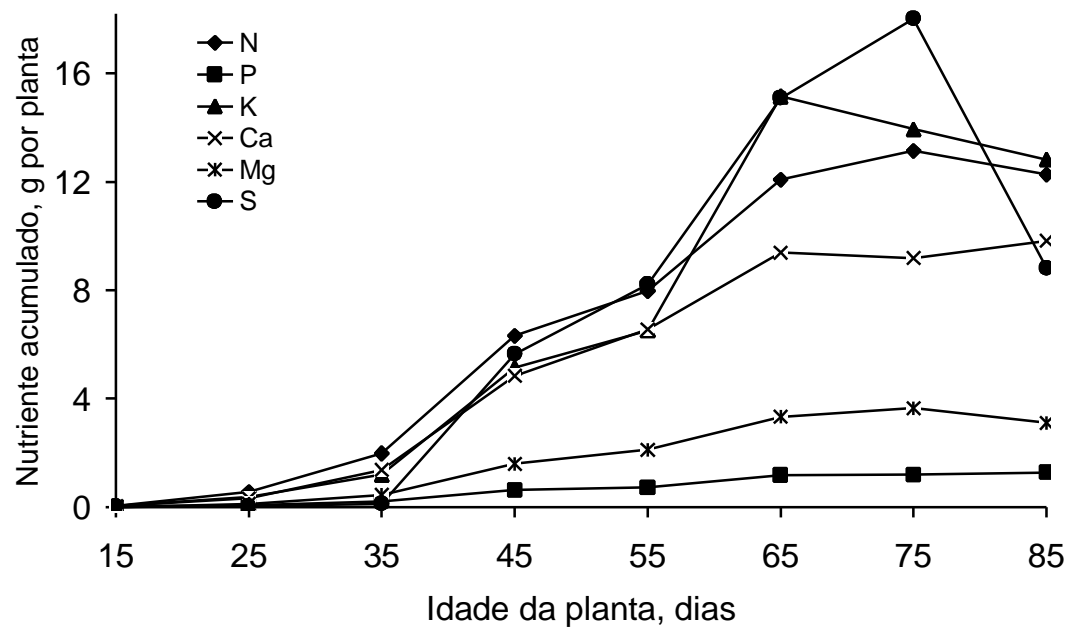


Figura 2. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S (g por planta), na planta de melancia cv. Crimson Sweet em função do estágio de desenvolvimento, na região de Ilha Solteira-SP (Fernandes, 2001).

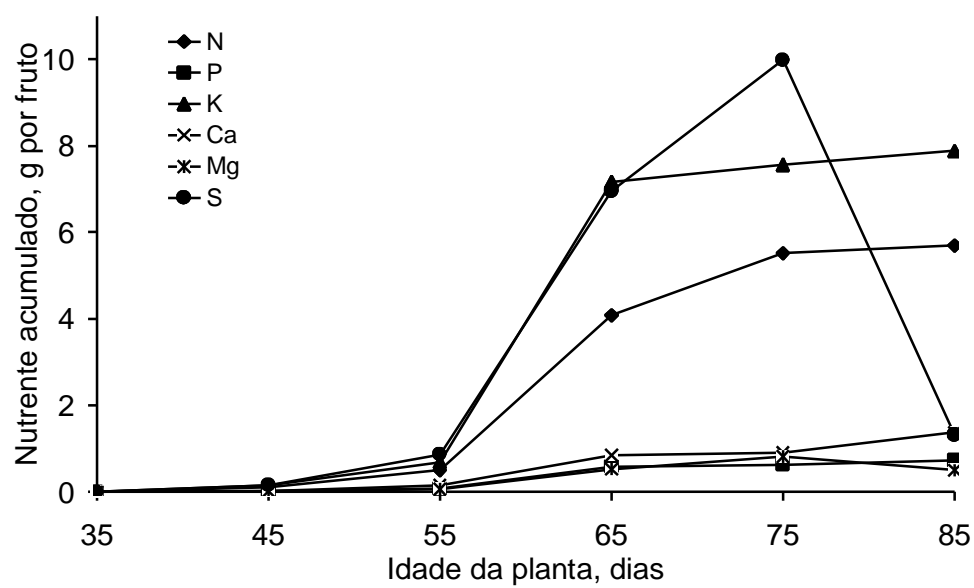


Figura 3. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S (g por fruto), nos frutos de melancia cv. Crimson Sweet em função do estágio de desenvolvimento, na região de Ilha Solteira-SP (Fernandes, 2001).

Grangeiro & Cecílio Filho (2002b) trabalharam com melancia sem semente (híbrido Tide) verificaram que de maneira geral, até 30 dias após o transplante (DAT), a absorção de nutrientes foi pequena (menor que 2% do total). Já a partir dos 45 DAT, com a frutificação houve um incremento significativo. Com a entrada no estágio de frutificação, os frutos passaram a ser os drenos preferenciais da planta, o que ocasionou a partir de 60 DAT uma redução no acúmulo de N, P e K e estabilização no acúmulo de Ca, Mg e S na parte vegetativa. Portanto, o período de maior demanda para os nutrientes N, Ca e Mg foi de 45 a 60 DAT e para P, K e S de 60 a 75 DAT.

Quantidade de nutrientes exportados

As quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S extraídas pela planta de melancia aos 75 dias são (em kg ha^{-1}): N- 52,58; P – 4,73; K – 55,17; Ca – 36,74; Mg – 14,58 e S – 72,09. Agora, considerando-se que 55% da matéria seca da planta, é fruto, as quantidades de nutrientes exportadas na ocasião da colheita são (em kg ha^{-1}): N- 28,92; P – 2,60; K – 30,34; Ca – 20,21; Mg – 8,02 e S – 39,65 (Fernandes, 2001).

4. PROPOSTA BÁSICA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA A CULTURA

Calagem

É amplamente conhecido os efeitos benéficos da calagem no sistema solo-planta, em ambientes agrícolas tropicais. Portanto, é obrigatório o conhecimento da reação do solo, antes de implantar qualquer programa de adubação. Portanto, antes da apresentação dos aspectos da recomendação de adubação, algumas inferências da calagem na cultura da melancia, mostra-se pertinente.

É sabido, que corrigir a acidez do solo é o modo mais eficiente de eliminar as barreiras químicas ao pleno desenvolvimento das raízes e, em consequência, da planta.

Para o cálculo da necessidade de calagem, entre outros métodos, recomenda-se o da saturação por bases, objetivando elevá-la a 70%, conforme segue:

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) \times CTC}{10 \times PRNT}$$

Onde: NC= necessidade de calagem ($t\ ha^{-1}$); CTC= capacidade de troca de cátions do solo ($mmol_c\ dm^{-3}$); V_1 = saturação por bases, revelada pela análise de solo, na camada de 0-20 cm (%); V_2 = saturação por bases, desejada pela melancia; PRNT= poder relativo de neutralização total do calcário (%).

Em experimentação com a cultura da melancia, Fernandes (2001) verificou que a resposta positiva na produção desta cultura com aplicação de calcário para elevar o V a 70%.

Além da calagem, pode ser utilizado a gessagem como fonte de Ca e S e com ação em profundidade como condicionador diminuindo a toxidez de Al^{+3} . Entretanto, existe pouca experimentação com este produto na cultura da melancia, visto que o sistema radicular desta cultura não é profundo, de forma que a expressão dos benefícios da gessagem neste tipo de cultura tende a ficar limitado. Sundstrom & Carter (1983) estudaram a interação K (na forma de KCl) e Ca (na forma de gesso) em melancia. Houve alta resposta da melancia a aplicação de K, atingindo máxima produção com $139\ kg\ ha^{-1}$ de K e baixa pela aplicação de Ca, sendo que doses de gesso superior a $560\ kg\ ha^{-1}$ reduziu a produção. Houve interação negativa entre a concentração foliar de K e Ca ($K=36,7-12,4x$

Ca; $r=-0,63$), ou seja um alto teor de Ca (17 g kg^{-1}) esteve associado com baixo teor de potássio ($15,6 \text{ g kg}^{-1}$) na folha.

Cabe ainda salientar que o momento adequado da prática da calagem é antes da semeadura da cultura. Para isto é importante uma adequada incorporação do calcário objetivando a mistura corretivo-solo na maior profundidade possível, a exemplo da camada de 0-30 cm. Prado & Roque (2002) verificaram que determinados implementos (grade aradora superpesada) permite uma incorporação adequada do calcário em profundidade (até 30 cm).

Em área que utilizam a fertirrigação o acompanhamento da acidez do solo deve ser realizado todos os anos agrícolas, visto que Belton & Goh (1992) verificaram que em sistema de fertirrigação por gotejamento, usando a uréia notaram em apenas um ano agrícola, significativa acidificação em subsolo e um desequilíbrio de nutrientes (redução do teor de K). Portanto os autores sugerem que em solo de textura média, a fertirrigação com uréia exige uma correção prévia da acidez do solo.

Por fim, a prática da calagem além de aumentar a produção da cultura, com maior eficiência da adubação aplicada, pode com o fornecimento do cálcio incrementar a qualidade da fruta. Uma vez que o cálcio fazendo parte da lamela média da parede celular, pode diminuir a perda de água da fruta pós-colheita e aumentando a vida de prateleira; possivelmente, pode melhorar a resistência dos frutos ao transporte.

4.1 Adubação de plantio

Na ocasião do plantio é oportuno a aplicação da adubação orgânica na cova, podendo utilizar esterco de curral ou composto orgânico (a exemplo da grama batatais e folhas de figueira 3:1 v/v), nas doses de 60 e 30 t ha^{-1} , respectivamente (Fernandes, 2001) ou 5-10 t ha^{-1} de esterco de galinha (Trani e Raij, 1996).

Quanto a adubação química, em fertirrigação, é pertinente discutir alguns aspectos importantes que confrontam com a adubação convencional, especialmente quanto ao aspecto dose. Os fatores que poderia indicar aumento das doses estaria relacionado com a planta, uma vez que é sabido que a irrigação adequada, promove aumento significativo da produção de frutos e isto reflete obviamente em maior acúmulo de nutrientes. Além disso

em lavouras irrigadas, especialmente em sistema localizado, o sistema radicular da planta fica restrito a área do bulbo molhado e conseqüentemente limita uma expansão ampla da raízes das plantas, portanto tem-se redução do volume de solo explorado pelas raízes.

Um outro aspecto que poderia supor a necessidade de aumento das doses seria pelo fato que em determinadas regiões onde concentra alta precipitação em período curto do ano e em solos com alta permeabilidade, poderia haver incremento das perdas de nutrientes pelo fenômeno da lixiviação.

Por outro lado, existem alguns fatores que implicaria em diminuir as doses dos fertilizantes em fertirrigação, visto que Coelho et al. (2001) notaram que em áreas irrigadas com métodos localizados (gotejamento e microaspersão) tem-se sistema radicular com alto potencial de absorção visto que tem predomínio de raízes finas e muito finas que recebe os nutrientes num pequeno período de tempo, permitindo absorção quase simultânea. Enquanto, na aplicação via solo as distâncias pontuais do tronco, apenas parte do sistema tem acesso aos nutrientes, sendo necessário um maior tempo para a mobilização dos mesmos no solo ou para o desenvolvimento das raízes em direção aos mesmos. Além disso, o fornecimento de água e nutrientes em conjunto pode satisfazer pontualmente a exigência nutricional da planta ao longo do crescimento e desenvolvimento implicando em aumento do aproveitamento de nutrientes pelas plantas.

Assim a recomendação de adubação ajustada para fertirrigação deve considerar os aspectos do sistema solo-planta, para uma região de produção conhecida. Especificamente para a cultura da melancia, são incipientes os resultados de pesquisa que permite a definição do sistema de recomendação em fertirrigação para a cultura. Entretanto, com os resultados de pesquisa de adubação em condições de sequeiro, aliado com informações fitotécnicas da cultura e de outras culturas em fertirrigação, será apresentado uma primeira aproximação para recomendação da fertirrigação na cultura da melancia.

Assim, a recomendação proposta será inicialmente baseada nas pesquisas de Fernandes (2001) em sistema irrigado, com os ajustes necessários para uso em fertirrigação. Para a ocasião do plantio da cultura da melancia a adubação está em função da análise química do solo e das classes de produção esperado (Tabela 4).

Tabela 4. Recomendação de adubação de semeadura para cultura da melancia, por produtividade e em função da análise química do solo.

Classes de produção	N kg ha ⁻¹	P (resina), mg dm ⁻³			K trocável, mmol _c dm ⁻³		
		< 25	26-60	>60	<1,5	1,6-3,0	>3,0
t ha ⁻¹		P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹			K ₂ O, kg ha ⁻¹		
<15	10	200	100	0	30	20	10
15-30	20	300	150	0	40	30	20
30-45	30	400	250	0	80	60	30
>45	40	500	350	0	90	70	40

Na ocasião da adubação de cobertura, por fertirrigação a aplicação de nitrogênio e potássio é realizado em função da análise química do solo inicial e das classes de produtividade (Tabela 5).

Tabela 5. Recomendação de adubação de cobertura para cultura da melancia, via fertirrigação, por produtividade e em função da análise química do solo.

Classes de produção	N	K trocável, mmol _c dm ⁻³		
		<1,5	1,6-6,0	>6,0
t ha ⁻¹		K ₂ O, kg ha ⁻¹		
<15	30	40	30	20
15-30	40	60	40	30
30-45	60	80	60	40
>45	80	120	80	50

A aplicação dos fertilizantes nitrogenados e potássicos, em cobertura, em fertirrigação, devem ser realizados no período de 15 a 75 dias após a emergência da cultura, sendo a cada 5 dias, portanto em 12 parcelas iguais.

Além da adubação básica, deve-se aplicar micronutrientes, na época do plantio, basicamente B e Zn nas doses de 1 e 3 kg ha⁻¹, caso o solo apresente teor baixo ou seja igual ou inferior a 0,2 e 0,5 mg dm⁻³, respectivamente (Trani e Raij, 1996).

Alternativamente os micronutrientes podem ser aplicados via foliar, em seis aplicações, a partir do 20º dia da emergência das plantas, com intervalo de uma semana. Para isto pode ser utilizado produto com as seguintes concentrações: 10% N; 10% Zn; 2% Mn; 4% B; 1% Cu; 0,1% Mo; 0,1% Co e 2% Fe. A quantidade utilizada por aplicação, deste produto é 300 g por 100 L de água (Fernandes, 2001).

5. FORMAS DE CONTROLE DA FERTIRRIGAÇÃO

O sucesso da fertirrigação consiste numa interação ótima entre os aspectos da irrigação e da fertilização, portanto convoca estas duas especialidades da agronomia em somar esforços para garantir o máximo potencial genético de produção da cultura.

Portanto o controle adequado da irrigação e o monitoramento dos nutrientes no sistema solo-planta, viabilizam a máxima expressão da tecnologia da fertirrigação em sistemas de produção intensivos e que buscam tetos de produção. Assim, Hagin & Lowengart (1996) relataram que a maximização da produção agrícola com qualidade e a minimização da lixiviação de nutrientes abaixo do volume radicular das plantas pode ser obtido pelo manejo da concentração dos fertilizantes monitorado pela quantidade de água aplicada segundo a exigência hídrica da cultura.

Aspectos da irrigação

Um aspecto importante da irrigação seria a definição da lâmina ideal de água a ser aplicada de acordo com a exigência da cultura.

Marovelli (2001) apresenta um manejo prático da irrigação para a cultura da melancia, a partir das fases da cultura, como: Fase 1 - Inicial (do transplantio até o pegamento das mudas); Fase 2 – Vegetativa (do pegamento das mudas até 80% das plantas em pleno florescimento); Fase 3 – Produção (florescimento até início da maturação); Fase 4

– Maturação (início da maturação até a colheita). Em seguida estima-se a evapotranspiração da cultura que utiliza dados da temperatura e da umidade relativa (equação de Ivanov). Entretanto, segundo o próprio autor este método não deve ser recomendado em irrigação com alta precisão que utilizam equipamentos como tensiômetros e/ou tanque classe A.

A lâmina total de irrigação considerada como ideal para a cultura da melancia situa-se entre 300 mm a 400 mm (Doorenbos & Kassam, 1994). No entanto estes valores podem variar em função das condições edafoclimáticas da região.

Em estudos de déficit hídrico em melancia, observou-se que houve um retardamento associado a maior taxa de florescimento. Porém, isto não refletiu na produção de frutos, o que poderia ser explicado pela maior taxa de abortamento de flores. Ao passo que a melancia irrigada, a partir de 13 dias após a emergência, toda vez que o potencial matricial do solo atingisse -50 Kpa, resultou em maior produção de frutos (Oliveira et al., 1992).

Rudich et al. (1978) avaliaram lâminas de irrigação na cultura de melancia e verificaram que a máxima produção de frutos ($54,4 \text{ t ha}^{-1}$) esteve associado com lâmina de irrigação correspondente 0,70 da evaporação do tanque classe A (ECA).

Andrade Júnior et al. (1997) estudaram diferentes lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação do tanque classe A na cultura da melancia (cv. Crimson Sweet). Os resultados mostraram que o peso médio de frutos e conseqüentemente a produção foram influenciados pela irrigação. A resposta foi quadrática, atingindo valores máximos de 9,8 kg e $65,4 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, com a aplicação do nível de irrigação equivalente a 0,74 da ECA. O pH e o conteúdo de sólidos solúveis nos frutos não foram afetados pela irrigação.

Neste mesmo experimento, Andrade Júnior et al. (2001) realizou-se um estudo econômico da irrigação na cultura e concluíram que independentemente do custo da energia elétrica, a utilização da irrigação com déficit (lâmina de irrigação inferior a produção máxima ou seja 127 mm) é vantajosa no intervalo de variação de preços do produto de US\$ $0,05 \text{ kg}^{-1}$ a US\$ $0,35 \text{ kg}^{-1}$; acima deste intervalo, deve-se utilizar a lâmina de irrigação (356 mm) que proporciona a máxima produção de frutos da cultura.

Hegde (1988) avaliou diferentes níveis de irrigação (-25 ; -50 e -75 kPa do potencial matricial do solo a 15 cm de profundidade e adubação nitrogenada (60 a 180 kg

ha⁻¹) em melancia. A irrigação com lâmina de água (- 25 kPa) constante durante o cultivo da melancia e adubação nitrogenada (120 kg ha⁻¹) resultaram em maior crescimento e produção da melancia. Neste mesmo experimento, Hegde (1987) observou que o melhor tratamento resultou em produção de 35,6 t ha⁻¹, com acúmulo de N,P,K,Ca e Mg de 51,8; 9,7; 50,3 e 30,7 e 8,2 kg ha⁻¹, respectivamente. Observou-se ainda que o estresse hídrico na melancia (-75 kPa), durante pré-florescimento ou florescimento ou desenvolvimento de frutos, provocou redução na produção de matéria seca (16-18%), na produção de frutos (19-24%) e na absorção de nutrientes (16-19%), comparado com a irrigação constante durante o cultivo (-25 kPa).

Existem alguns fatores referente a tecnologia de aplicação que permite controle da fertirrigação visando melhor uniformidade de distribuição da água, maximizar os efeitos da adubação e reduzir problemas de perda de água ou nutriente. Dentre estes fatores, o controle de entupimento do sistema de irrigação é primordial.

Assim, a alcalinidade das águas de irrigação podem provocar uma série de prejuízos às plantas e ao sistema de irrigação. Os íons bicarbonato e carbonato são os principais formas químicas responsáveis pela alcalinidade de águas naturais, embora hidróxidos dissolvidos, amônia, boratos, bases orgânicas, fosfatos e silicatos também possam contribuir (Whipker et al., 1996).

Na fertirrigação, a alcalinidade da água pode provocar a obstrução do sistema de irrigação, especialmente os localizados, que caracterizam pela baixa vazão e susceptíveis a entupimentos frequentes.

Portanto a alcalinidade deve ser evitada na água de irrigação com a solução de nutrientes. A maneira mais utilizada para controle da alcalinidade é o uso de ácidos, como nítrico, fosfórico, clorídrico e sulfúrico. O ácido fosfórico por ser o ácido mais fraco, tem sido amplamente utilizado. Outrossim, existe algumas restrições, como: a) o ácido fosfórico não deve ser utilizado com concentração maior que 1,5 mmol_c dm⁻³, por aumentar muito o teor de P no solo.; b) não utilizar o ácido fosfórico em água com alta concentração de Ca (maior que 120 mg L⁻¹), devido a ocorrência de precipitação; c) como regra geral para todos os ácidos, a quantidade requerida não deve abaixar o pH para valor inferior a 6,5 (Ayres & Westcot, 1991).

É necessário o monitoramento freqüente do sistema de irrigação para detectar entupimentos por causa biológica. Para o controle deste problema é conveniente limpeza de prevenção periodicamente, através de água clorada em pH ácido.

Diagnóstico do solo e da planta

O grande diferencial do sistema de fertirrigação, em relação a adubação convencional é a possibilidade da nutrição da planta no momento mais adequado. Para que isso ocorra com segurança o monitoramento nutricional do sistema solo-planta, ao longo do cultivo, torna-se fundamental.

Para isto pode-se realizar a amostragem de solo ou de folhas para análise química, entretanto, estes métodos recebem algumas críticas em culturas conduzidas em sistemas de fertirrigação, especialmente quanto à rapidez do resultado da análise, embora é sabido que os resultados obtidos, expressem com grande segurança o estado nutricional da planta.

Por outro lado tem sido pesquisado novas metodologias para a diagnose do estado nutricional das plantas que expressem os resultados com a devida rapidez e segurança. Os métodos mais utilizados são a solução do solo e até a solução ou seiva da planta. Embora estes métodos possam teoricamente monitorar a solução do solo ou da planta, com elevada rapidez e com custo relativamente baixo, tornam-se técnicas altamente promissoras. Entretanto, como a experimentação com estes métodos ainda está em andamento, a sua utilização na rotina em sistemas fertirrigados é restrito. As primeiras pesquisas com esta metodologia, com extratores provindo de cápsulas porosas que avaliam a solução do solo, apontam limitações para certos nutrientes, uma vez que Silva (2002) demonstrou que a presente técnica possibilitou a determinação dos íons potássio e nitrato com alta precisão, cálcio e magnésio com precisão satisfatória e que não é recomendado para a determinação da concentração de enxofre e fósforo na solução do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S ; FRIZZONE, J.A., BASTOS, E.A; CARDOSO, M.J. E RODRIGUES, B.H.N. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. *Pesq. agropec. bras.*,v.36,n.2,p.301-305,2001.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. B.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Produtividade e qualidade de frutos de melancia em função de diferentes níveis de irrigação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.1,p. 43-46, 1997.
- ARAÚJO NETO, S.E.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, R.L.F.; GONTIJO, T.C.A.; MACHADO, R.L. Crescimento de mudas de melancia em diferentes volumes de recipientes e tipos de substratos. *Horticultura Brasileira*,v.20,n.2.2002. Suplemento 2.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.& DAMASCO, F.A.V. Campina Grande, Universidade Federal de Paraíba, 1991.218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- BELTON, P.R.; GOH, K.M. Effects of urea fertigation of apple trees on soil pH, extractable manganese in a sandy loam soil in New Zealand. *Fertilizers Research*, v.33,p.239-247,1992.
- BURGUEÑO, H. La fertirrigacion en cultivos hortícolas com acolchado plástico. Culiacan, 1996. v.1, 45p.
- BURT, C.O'CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertigation. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995.295p. (Irrigation Training and Rsearch Center)
- CASALI, V.W.D.; SATURNINO, H.M.; PEDROSA, J.F. Botânica e origem das cucurbitáceas. *Informe Agrônômico*, Belo Horizonte,v.8,n.85,p.22-23,1982.
- CASTELLANE, P.D.; CORTEZ, G.E.P. A cultura da melancia. Jaboticabal: FUNEP,1995.64p.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F.C.; ARAÚJO, E.C.E.; VASCONCELOS, L.F.L.; LIMA, D.M. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*,v.23,n.2,2001
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande : UFPB, 1994. 306 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- FERNANDES, F.M. Contribuição ao estudo de nutrição e adubação da cultura da melancia. Ilha Solteira.2001. 104p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- FERREIRA, M.A.J.F., BRAZ, L.T., QUEIROZ, M.A. de *et al.* Capacidade de combinação em sete populações de melancia. *Pesq. agropec. bras.*,v.37,n.7, p.963-970,2002.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna para produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402p.
- FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION. Production yarbook. Roma: FAO, 1997. v.51,p.147-148.
- GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo de massa seca em híbrido de melancia sem sementes. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, julho, 2002a. Suplemento 2.
- GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Marcha de absorção de nutrientes pela cultura da melancia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS,25.,2002. Rio de Janeiro, Resumos expandidos. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002b. (CD-Rom).

- HAGIN, J.; LOWENGART, A. Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers. *Fertilizers Research*, v.43,p.5-7,1996.
- HEGDE, D.M. Effect of irrigation and N fertilization on dry matter production, fruit yield, mineral uptake and field water use efficiency of watermelon. *Intern. J. Trop. Agri.*, v.5,n.3-4,p.166-174,1987.
- HEGDE, D.M. Physiological analysis of growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb Musf). *J. Agronomy & Crop Science*, v.160,p.296-302.1988.
- IBGE (Rio de Janeiro, RJ). Produção agrícola municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?>> Acesso em: 23 de nov. de 1998.
- LOCASCIO, S.J. Cucurbits: cucumber, muskmelon, and watermelon. In: BENNET, W.F. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. Saint Paul: APS PRESS, 1996,p.123-130.
- LOPES, J.F. Cucurbitáceas. *Horticultura Brasileira*, v.9, p.98-99, 1991.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 594p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral de plantas. In: FERNANDES, F.M.; NASCIMENTO, V.M. (Coords.) Curso de atualização em fertilidade do solo. Campinas: Fundação Cargill,1987.p.33-101.
- MAROVELLI, W.A. Irrigação por aspersão em hortaliças qualidade da água, aspectos do sistema e metodologia prática de manejo. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica,2001. 111p.
- MARR, C.W.; GAST, K.L.B. Reactions by consumers in a 'farmers' market to prices for seedless watermelon and ratings of eating quality. *HortTechnology*, v.1, p.105-106, 1991.
- OKAMA, H.; UENO, L.H.; MORICOCI, L.; VILLA, W.; Custo de produção, rentabilidade e comercialização de melancia no Estado de São Paulo, 1996-1992. *Agricultura em São Paulo*, v.1,p.169-200,1994.
- OLIVEIRA, A.S.; LEÃO, M.C.S.; FERREIRA, L.G.R.; OLIVEIRA, H.G. Relações entre deficiência hídrica no solo e florescimento em melancia. *Horticultura Brasileira*,v.10,n.2,p.80-82,1992.
- PADILHA, W. Fertirrigación bajo condiciones de invernadero em Ecuador. In: GOTO, R. et al. Foro Internacional de cultivo protegido. Unesp, Botucatu.1997.p.263-281.
- PRADO, R.M.; ROQUE, C.G. Uso alternativo da grade aradora superpesada na correção da acidez do solo em profundidade e na produção da aveia preta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26,p.275-281,2002.
- RUDICH, J.; ELASSAR, G.; SHEFI, Y. Optimal growth stages for the application of drip irrigation to muskmelon and watermelon. *Horticultural Science*,v.53,n.1,p.11-15,1978.
- SILVA, E.F.F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Piracicaba, 136p. 2002. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.
- STOLZY, D.L.L.; JARREL, W.M. Response of sorghum and wheat to different K⁺/Na⁺ ratios at varying osmotic potentials. *Agronomy Journal*, Madison, v.76,p.681-688,1983.
- SUNDSTROM, F.J.; CARTER, S.J. Influence of K and Ca on quality and yield of watermelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.108,n.5,p.879-881,1983.

- THREADGILL, E.D. Chemigation via sprinkler irrigation: current status and future development. *Applied Engineering in Agriculture*, v.1, n.1, p.16-23, 1985.
- TRANI, P.E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). *Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p.157-185.
- WHIPKER, B.E.; BAILEY, D.; NELSON, P.V.; FONTENO, W.C.; HAMMER, P.A. A novel approach to calculate acid additions for alkalinity control in greenhouse irrigation water. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, v.27, p.959-976, 1996.