

Potencialidade da fertirrigação nas áreas irrigadas do Brasil

Eugênio Ferreira Coelho¹

Introdução

No final da década de 90, 40% da produção de alimentos era proveniente de áreas irrigadas e estima-se que nos próximos 20 anos, 80% da produção será proveniente de áreas irrigadas (Vidal, 2003).

Atualmente as pesquisas tem conduzido a resultados que tendem a maximizar ou fazer com que as culturas atinjam seus rendimentos máximos ou potencial máximo dentro de uma ótica sustentável, isto é, sem agredir ao meio ambiente, conservando os recursos naturais. Os avanços tecnológicos têm ocorrido em duas frentes: uma de apoio, isto é, usando a agricultura de precisão, aperfeiçoando os meios de aplicação de insumos de tratos culturais, com uso da tecnologia de informação, da eletrônica, de máquinas inteligentes e de sensores e uma segunda via, de criação de novos genótipos mais produtivos, mais resistentes, de técnicas de aumento da eficiência de manejo dos cultivos (Vidal, 2006).

As incertezas de disponibilidade dos recursos hídricos tem levado a incrementos sucessivos do uso de sistemas de irrigação de alta eficiência, sistemas esses que estão ligados a aplicação conjunta de fertilizantes via água de irrigação. O incremento na demanda hídrica para fins de irrigação deverá aumentar ainda mais, nas próximas décadas, devido ao impacto que o aquecimento global deverá causar no clima da Terra e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas (Assad et al., 2004; Streck & Alberto, 2006). Isso implicará em um aumento na demanda de água pelas plantas e um agravamento na ocorrência de secas, com conseqüente aumento da área irrigada e fertirrigada.

A fertirrigação ou a aplicação de fertilizantes via água de irrigação difere significativamente da aplicação via solo, principalmente porque acelera o ciclo dos nutrientes. Na aplicação convencional, os nutrientes sólidos são depositados próximo da planta e na superfície do solo e necessitam esperar a chuva para entrarem na solução do solo. No caso, ficam dependentes das intensidades e das frequências das chuvas para se moverem no solo, podendo ou não ser interceptados pelo sistema radicular. Muitas

¹ Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA email:eugenio@cnpmf.embrapa.br

vezes esses fertilizantes sólidos são depositados em posições que podem não corresponder à região do solo de maior concentração de raízes.

Na aplicação via água de irrigação, o tempo de chegada do fertilizante às raízes das plantas é significativamente reduzido, uma vez que o fertilizante, já solúvel na água, infiltra no solo já em solução de forma uniforme em toda a região da zona radicular, garantindo máxima interceptação dos mesmos pelo sistema radicular. Com isso um maior número de raízes passa a absorver nutrientes fazendo com a planta possa trabalhar no seu potencial de absorção. Aliado a isso tem-se que os fertilizantes são aplicados juntamente com a água de irrigação, onde é esperada uma irrigação com alta uniformidade de distribuição e alta eficiência de aplicação, reduzindo, com isso, a percolação e a lixiviação, resultando numa aplicação de fertilizantes de maior eficiência que a obtida na adubação convencional.

Situação da fertirrigação

Os fatores que incentivam o incremento do uso da fertirrigação estão relacionados a: incremento dos sistemas pressurizados, introdução de fertilizantes solúveis no mercado, custo de mão de obra elevado e necessidade de aumento da eficiência de uso dos fertilizantes com redução do impacto ambiental dos mesmos. Em nível mundial, os EUA é quem mais fertirriga, com uma área fertirrigada acima de 1000000 ha, seguido pela Espanha que conta com mais de 450000 ha. Países como Austrália, África do Sul, Egito, Itália e México utilizam mais de 100000 ha de áreas com irrigação localizada. Atualmente, deve haver mais de 2000000 ha fertirrigados no mundo (Vidal, 2003).

Na última década houve um incremento de áreas de cultivos protegidos na ordem de 835 ha/ano na América do Norte, 1196 ha/ano na América latina, 20000 ha/ano na Ásia e 7200 há/ano na Europa (Vidal, 2003). Estima-se que a área irrigada na América Latina deva crescer até 2025 em torno de 21% (Rosegrant et al., 2002).

No Brasil, a fertirrigação vem sendo utilizada em todo o país, notadamente na região Nordeste em locais com eixos econômicos voltados para irrigação, para sustentar a produção de fruteiras, hortaliças e grãos principalmente, nos polos de irrigação Alto Piranhas (PB), Assu/Mossoró (RN), Baixo Jaguaribe (CE), Cariri Cearense (CE), Noroeste do Espírito Santo (ES), Norte de Minas (MG), Oeste Baiano (BA), Petrolina (PE), Juazeiro (BA), Sul do Maranhão (MA), Sul de Sergipe (SE) e Uruçuí/Gurguéia (PI). Nesses pólos as fruteiras são produzidas com irrigação localizada ou com uso de apersão de alta eficiência e, por conseguinte a fertirrigação se faz presente, sendo as

principais culturas: banana, maracujá, goiaba, limão, mamão, caju e coco. Dentre as hortaliças, destaca-se o melão no polo Assu/Mossoró (RN).

Ainda na região Nordeste, na região da Chapada Diamantina - BA tem sido um importante pólo de irrigação, concentrando a maioria das lavouras comerciais em sua metade sul, entre os municípios de Mucugê e Ibicoara, com produção de tomate, batata, café, cebola e hortícolas em geral, além de frutíferas como maçã e ameixa, com maior parte da área irrigada sob pivô-central para culturas de alta densidade de plantas e de irrigação localizada para frutíferas (Agrianual, 2005).

O pivô tem sido a base da irrigação por aspersão em áreas de pastagens e grãos da região centro-oeste e norte. Grandes áreas de irrigação localizada também tem sido registradas no Brasil central, com fruteiras e olerícolas como o tomate industrial irrigadas com sistemas de irrigação localizada (Agrianual, 2005).

A irrigação localizada acompanhada pela fertirrigação tem-se expandido também nas áreas que apresentam significativos déficits de água durante o ano no sudeste e sul do país para diversas culturas, como café, citros, olerícolas e fruteiras em geral.

Atuação da fertirrigação

A fertirrigação foi no passado recente adotada como aplicação de fertilizantes líquidos ou com uso de fertilizantes sólidos de alta solubilidade. As facilidades e custos direcionaram maior uso de fertilizantes líquidos nos países do primeiro mundo, enquanto que em países como o Brasil, predominou o uso de fertilizantes sólidos dissolvidos em água antes da aplicação. Com o incremento da agricultura orgânica, passou-se a utilizar produtos orgânicos na fertirrigação. Os produtos orgânicos a base de substâncias húmicas os quais envolvem grupos funcionais chamados de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos tem sido os mais utilizados na fertirrigação.

Os biofertilizantes também têm sido usados via água de irrigação, onde se utiliza uma grande variedade de material orgânico, sendo que os resultados tem sido promissores. A aplicação de dejetos de suínos via fertirrigação em pastagens tem permitido o aumento do número de animais por hectare, no caso da aplicação em milho resultou em produtividades até de 9,6 t/há; a aplicação em soja resultou em produtividades de até 3,6 t/ha. O uso em batata permitiu produtividades de 66t/há (Konzen, 2006). O uso de biofertilizantes a partir de esterco bovino com ou sem reforço de nutrientes minerais tem sido também muito utilizado com boas respostas.

Pesquisas com águas residuárias no meio rural de diversas origens (esgoto, aquíicultura, produção de farinha de mandioca) tem aberto novo campo de aplicação da fertirrigação.

Avaliação do uso da fertirrigação

Algumas questões mais comuns no tema fertirrigação podem ser enumeradas da seguinte forma:

1. A fertirrigação eleva a produtividade de todas as fruteiras em comparação com a adubação pela via sólida?
2. A fertirrigação requer alta frequência de aplicação de fertilizantes?
3. Se a fertirrigação aumenta a eficiência de uso dos nutrientes, as quantidades dos fertilizantes podem ser reduzidas em relação à aplicação pela via sólida?
4. Quais os efeitos da fertirrigação no ambiente solo?

Essas questões ainda não foram completamente respondidas, apesar de se constituírem nas primeiras dúvidas na fertirrigação, mas já existem resultados de pesquisa que podem contribuir nas respostas.

A questão de que o uso da fertirrigação eleva a produtividade de todas as fruteiras deve ser avaliado inicialmente com base em resultados de pesquisas. O uso da fertirrigação em maçãs com variação nas doses de nitrogênio não teve efeito na produtividade da cultura (Smith et al., 1979). No caso de citros, a fertirrigação não causou aumentos significativos na produtividade comparada a adubação convencional (Duenhas, 2001), entretanto trabalho conduzido por Alva et al (1998) mostrou diferença positiva para a laranjeira fertirrigada. A tabela 1 evidencia a diferença de cultivos fertirrigados em relação a não fertirrigados

Tabela 1. Efeito da fertirrigação em relação a adubação convencional em sistemas irrigados por gotejamento.

Cultura	Fertirrigação (t/ha)	Adubação convencional (t/ha)
Batata	70	37
cenoura	54	42
Tomate (cultivo protegido)	350	150
Tomate (campo)	180	55
Pepino	300	140
Morango	48	20
Batata inglesa	34,1 ¹	20,9 ²
Café	43,2 ²	28,2 ²

Deve-se observar que os resultados que comparam a produção sob fertirrigação com a produção em condições não fertirrigadas podem superestimar as diferenças, caso se compare com a adubação convencional em condições de sequeiro. Apenas a inclusão da irrigação no processo produtivo já incrementa significativamente a produção, mesmo em condições de adubação com uso de fertilizantes sólidos. Dessa forma a inclusão da fertirrigação, por si, pode não representar um incremento de produtividade tão significativo numa condição de irrigação.

A segunda questão levanta uma dúvida comum entre produtores sobre qual deve ser a frequência da fertirrigação. Assumindo-se as outras variáveis do sistema de produção das fruteiras como adequadas, para se inferir os efeitos da fertirrigação, deve-se levar em consideração a dinâmica do uso de nutrientes pelas plantas. Existem fruteiras, como o mamoeiro, o maracujazeiro e a bananeira, que, apesar de serem culturas de maior tempo no campo, permanecem a maior parte desse tempo em floração e produção, fases que são críticas quanto a sensibilidade a água e a nutrientes, sendo portanto culturas que apresentam uma dinâmica de absorção e uso dos nutrientes mais intensa do que fruteiras como a laranjeira ou a mangueira que concentram a floração e o crescimento de frutos em quatro meses do ano. Dessa forma a aplicação mais frequente de nutrientes via irrigação será imediatamente utilizada pelas fruteiras de regime constante de produção, enquanto que a demanda no caso das fruteiras de produção concentrada em apenas parte do ano deve ser menor no período entre as fases produtivas. Para essas fruteiras, espera-se, portanto menor resposta da produtividade a fertirrigação comparada a aplicação em menor frequência via sólida.

Outro aspecto que deve ser observado é a própria demanda de nutrientes das fruteiras (Tabela 2); como exemplo, a banana chega a demandar por ano 270 kg ha⁻¹ de nitrogênio e cerca de 740 kg ha⁻¹ de potássio, enquanto a manga demanda 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio e cerca de 160 kg ha⁻¹ de potássio. Essas diferenças indicam que as duas culturas têm dinâmicas de absorção e uso dos nutrientes muito diferentes entre si e que possivelmente a fertirrigação pode ter uma resposta mais acentuada na bananeira que na mangueira ou que no citros.

Tabela 2. Demanda de nitrogênio e potássio por algumas fruteiras (Borges et al., 2002).

Cultura	Nitrogênio (kg/ha/ciclo)	Potássio (kg/ha/ciclo)
Abacaxi	320	480
Banana	270	740
Café	560	560
citros	200	200
Manga	90	160
Mamão	350	350
Maracujá	300	477

A questão de a maior eficiência da aplicação dos nutrientes pela fertirrigação implicar em menor necessidade de nutrientes na fertirrigação comparada a aplicação convencional de nutrientes pela via sólida merece ser avaliada. O uso da fertirrigação permite a aplicação da quantidade de nutriente correta no momento certo de demanda da cultura, o que implica em racionalização do uso dos mesmos e induz-se a pensar que na fertirrigação pode haver economia de fertilizantes. Há também o fato de que na aplicação via sólida os nutrientes são aplicados em determinadas regiões do solo a um determinado raio da planta, podendo ser na borda da copa ou uma percentagem do raio da borda da copa. Com a chuva ou irrigação esse nutriente será dissolvido na água e descenderá às raízes pela infiltração da água. Entretanto somente as raízes na região do solo abaixo da superfície onde foi aplicado o nutriente receberão esses nutrientes na solução do solo, por fluxo de massa ou difusão. Já na fertirrigação, todo o sistema radicular está sujeito a receber os nutrientes, uma vez que onde for a água, também irá o nutriente dissolvido. Desta forma pode haver uma tendência de aumento de absorção de nutrientes até a absorção potencial da planta e isso pode significar um aumento na quantidade de nutriente demandada. Isto, até então uma hipótese, justificaria os resultados de fertirrigação de nitrogênio e de potássio para o mamoeiro obtidos por Coelho et al. (2001), que obteve as maiores produtividades para as doses de nitrogênio e de potássio de 490 kg ha⁻¹, superiores as obtidas por Oliveira e caldas (2002) por via sólida.

A ultima questão tratada neste trabalho refere-se a um tópico cada vez mais importante, pois é parte da sustentabilidade dos cultivos fertirrigados, que se refere aos efeitos da fertirrigação no ambiente solo.

Os impactos que a fertirrigação pode promover no solo podem ser de natureza física ou química. Impactos físicos devido a fertirrigação não têm sido observados em campo, entretanto há possibilidades de ocorrência. Os impactos de ordem química são mais comuns e podem ocorrer tanto com a aplicação de fertilizantes orgânicos como minerais.

Um dos impactos mais comuns observados tem sido relacionados à salinização do solo, o que pode se dar pela aplicação de fertilizantes em concentrações elevadas que reduz o potencial total da água no solo pelo aumento da tensão osmótica e da condutividade elétrica do solo, fato que pode ser agravado com uso de fontes de maior índice salino. A ocorrência da salinização, entretanto, está relacionada à operação da fertirrigação, quando feita de forma inadequada, principalmente pelo uso de elevada concentração da solução de injeção. A salinização, se ocorrer, provavelmente será transitória, uma vez que poderá ser corrigida com lavagem do perfil pelo uso da irrigação ou pelas chuvas. É necessário manter uma concentração da solução de injeção tal que permita uma concentração na água de irrigação na saída dos emissores que não aumente a concentração salina ou a condutividade elétrica do solo a níveis indesejáveis a bananeira. Avaliações da CE aparente do solo com um equipamento de TDR em Latossolo Amarelo Distrófico ao longo do primeiro ciclo da bananeira da 'Terra' evidenciaram a sensibilidade da condutividade elétrica do solo em função da concentração de fertilizantes na água de irrigação, onde se observou elevação da CE com o aumento da concentração dos fertilizantes na água de irrigação (Figura 1).

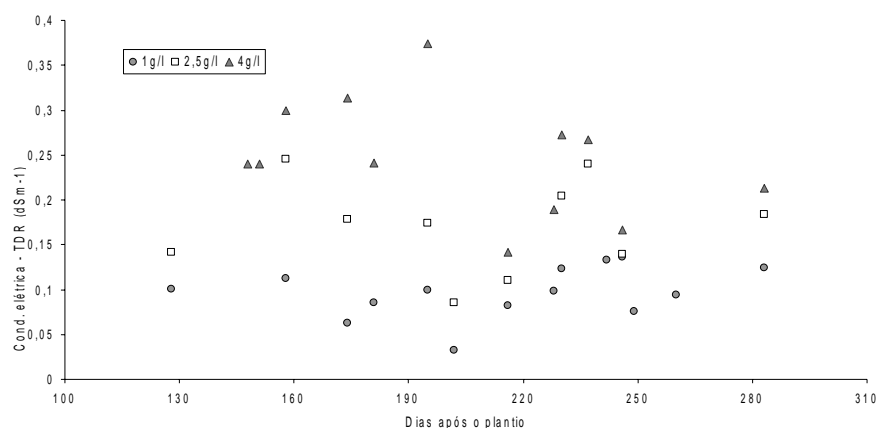


Figura 1. Condutividade elétrica aparente do solo lida por um equipamento de TDR durante parte do primeiro ciclo da bananeira para concentrações da água de irrigação de 1; 2,5 e 4 g.L⁻¹ de nitrato de cálcio aplicado via água de irrigação.

Uma das formas de monitoramento da salinidade do solo fertirrigado é pela CE do extrato de saturação do solo (CEes), que é obtida a partir de amostra do solo encaminhada ao laboratório (Embrapa , 1997). Esta forma de expressar a condutividade elétrica difere da condutividade elétrica da solução do solo (CEs), que requer extração da solução do solo por extratores.

Uma vez que a fertirrigação consiste na aplicação de água e fertilizantes ao solo, a interação entre níveis de água e níveis de fertilizantes pode influenciar a salinidade do solo ou a condutividade elétrica do mesmo. Em trabalho conduzido em um plantio de bananeira, cultivar Prata Anã, com espaçamento 3,0m x 2,7m x 2,7m em solo aluvial no Norte de Minas, o comportamento da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) foi avaliado para diferentes doses de nitrogênio aplicados na forma de uréia sob dois níveis de irrigação, isto é, com a reposição de 45% da ETc e 105% da ETc, com as doses de potássio fixas em 432 kg/ha e 1008 kg/ha, respectivamente. A figura 2 mostra variações na CEes de 0,49 a 1,28 dS.m⁻¹, com elevação da CEes com o aumento do nível de uréia até 360 kg.ha⁻¹ e aumento da CEes com o aumento do cloreto de potássio de 120 a 720 kg.ha⁻¹. Verificou-se para os níveis aplicados de 360 e 840 kg de uréia ha⁻¹ e valores iguais ou superiores a 720 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio menores valores de CEes para o nível de irrigação equivalente a reposição de 105% ETc, indicando que o

aumento da lâmina de irrigação promoveu diluição dos sais e redução na CEs do solo (Figura 2).

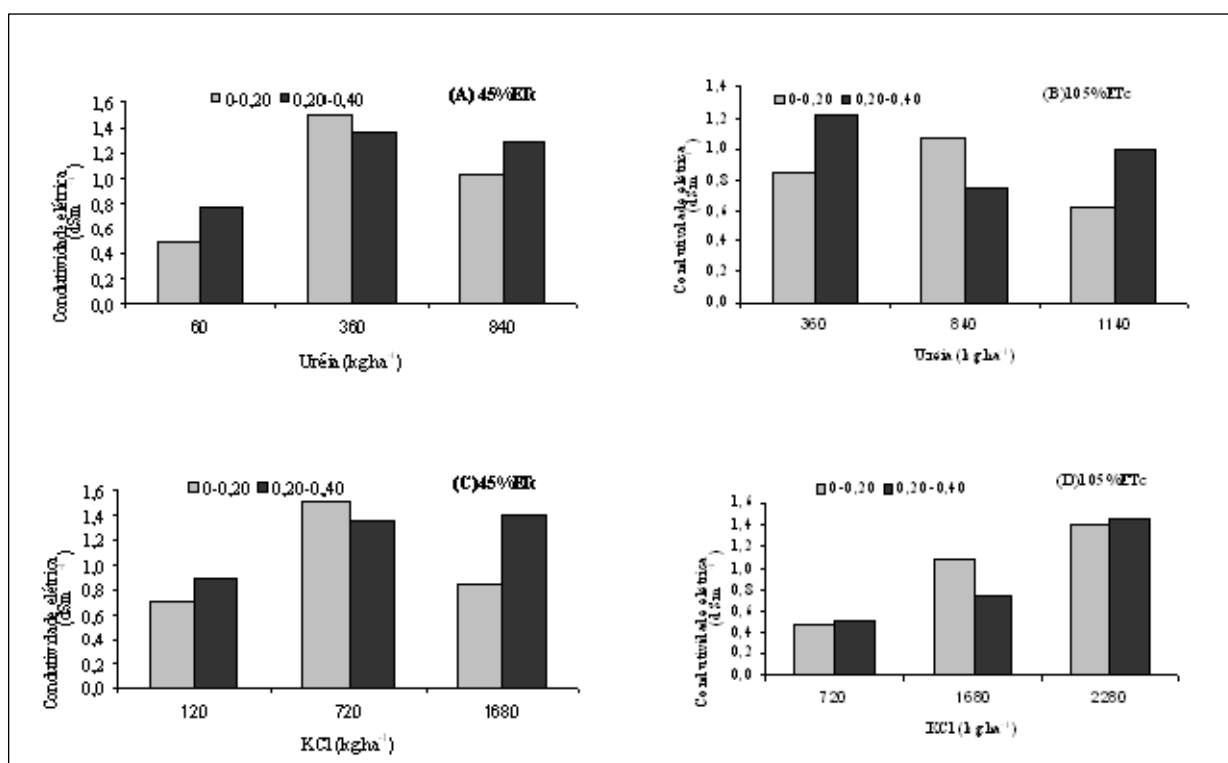


Figura 2. Condutividade elétrica do extrato de saturação como função de níveis de uréia e cloreto de potássio (Coelho et al., 2007)

A salinização é um processo com potencialidades em condições de cultivos protegidos devido ao uso intensivo da adubação, falta de chuvas ou irrigação para lixiviar o excesso de fertilizantes e a continua evaporação da água do solo (Dias, 2004). O manejo inadequado da irrigação e da adubação via água de irrigação constitui uma das principais causas de salinização nas condições de cultivos protegidos. Dias (2001) observou no período de maior exigência nutricional da cultura do meloeiro, incrementos de até $1,60 \text{ dS m}^{-1}$ na salinidade da água de irrigação devido a fertirrigação em um Luvisolo cultivado com melão fertirrigado, fato que elevou significativamente a salinidade do solo. Medeiros (2001) constatou, elevação da salinidade de um solo do nível não salino para moderadamente salino e salino respectivamente, pelo uso de fertirrigação em condições de cultivos protegidos.

Outro impacto, ainda mais comum que a salinização, está relacionado ao uso das fontes nitrogenadas e a variação do pH do solo. No caso da uréia e das fontes

amoniacaís, deve-se atentar para o fato de que, durante a nitrificação, isto é, a transformação do amônio em nitrato, ocorre liberação de H^+ no solo, o que se traduz em redução do pH, sendo esta redução mais acentuada para os fertilizantes amoniacaís. Borges et al. (2005) avaliaram a variação do pH de um Latossolo Amarelo Distrófico de Tabuleiros Costeiros, fertirrigado a cada 15 dias, com duas fontes de nitrogênio (uréia e sulfato de amônio), em duas profundidades, aos três, quatro e cinco anos após o cultivo da bananeira variedade 'Prata Anã', conduzida em sistema de fileiras duplas, no espaçamento de 4 x 2 x 2 m em que foi aplicado 400 kg de N/ha/ano. Após os anos de cultivo houve redução no pH do solo, notadamente com a aplicação de sulfato de amônio, com decréscimo no valor de 5,5 para 4,2. Por outro lado, com a uréia, a redução máxima no pH foi de 0,6 na camada de 0,20-0,40 m.

Coelho et al. (2007) avaliaram o pH para níveis de aplicação de uréia via fertirrigação durante um ano e dez meses e as possíveis tendências de impactos no sistema solo-água decorrente da aplicação de nitrogênio e potássio em diferentes dosagens, sob diferentes lâminas de irrigação na cultura da bananeira 'Prata Anã' em Neossolo Fúlvico. O solo em seu estado inicial apresentou pH igual à 5,6; 5,4 e 5,7 para os locais onde se aplicou 18, 108 e 252 kg de $N \cdot ha^{-1}$, respectivamente. Seguindo esta mesma ordem, o pH foi reduzido em 5,35%, 7,40% e 21,05% após 22 meses de cultivo com banana.

Considerações finais

O crescente incremento do uso da fertirrigação na agricultura irrigada é uma realidade que terá continuidade nos próximos anos com as buscas de alternativas ao uso eficiente da água de irrigação e às buscas de alternativas a aplicação dos fertilizantes minerais tradicionalmente usados. Há necessidade entretanto de monitoramento ambiental dos locais onde a fertirrigação é utilizada, dado as possibilidades de alterações no ambiente tanto quando sob uso de fertilizantes minerais como orgânicos.

Referências

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J. ÁVILA, A.M.H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.11, p. 1057-1064, 2004.

AGRIANUAL 2005: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2005. p.220-229.

ADRIANA RAMOS, MARILENE LEÃO ALVES BOVI, ADRIANO VALENTIM DIOTTO, MARCUS VINICIUS FOLEGATTI Fertirrigação em pupunheira: efeitos sobre a produção de palmito gotejamento In Congresso Brasileiro de Fertirrigação I João Pessoa - PB, 10 a 14 de novembro de 2003

ALVA, A.K.; PARAMASIVAM, S. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.62, n.5, p.1335-42, 1998.

BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. **Fertirrigação em fruteiras tropicais** ed. 1 ed., Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, v. 1, p. 137

DIAS, N.S.; CHEYI, H.R. ; DUARTE, S.N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais..** Piracicaba: ESALQ/USP/LER, 2003 (Serie Didática, 013).

DIAS, N.S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido.** 2004. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DUENHAS, L.H. **Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seu efeito sobre a produtividade e qualidade de frutos de laranja (citrus sinensis Osbeck) variedade Valencia.** Botucatu:UNESP- Campus de Botucatu, p63, 2001.

GARCIA, C. J. B., FRAVET A. M. M. de, CRUZ R. L. Fertirrigação na cultura de batata com irrigação por gotejamento In Congresso Brasileiro de Fertirrigação I João Pessoa - PB, 10 a 14 de novembro de 2003, CD ROM.

KONZEN, E. A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos**, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 27 p. 21 cm. - (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277, 59).

MEDEIROS, J. F. Salinização em áreas fertirrigadas: manejo e controle. In: FOLEGATTI et al. (Coordenadores). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças.** Guaíba: Livraria e editora agropecuária Ltda. 2001. v. 2, p. 201-240.

VIDAL, I. Fertirrigacion en America Latina y el mundo In Congresso Brasileiro de Fertirrigação I João Pessoa - PB, 10 a 14 de novembro de 2003, CD-ROM

ROSEGRANT, M.W., CAI, X.; CLINE, S.A. **Global water outlook to 2025: averting an impending crisis.** Washington: International Food Policy Research Institute: International Water Management Institute, 2002. 28p.

STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.32, n.2, p. 424-433, 2006.

VIDAL, I. **Aspectos generales del fertirrigacion**. In BOARETTO, A.E.; VILLAS BOAS, R.L. SOUSA, V.F. & PARRA, I.R.V. Fertirrigação : teoria e prática. Piracicaba : CD ROM, 2006.