IPNI
INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

MISSÃO Desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes das plantas para o benefício da família humana

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Nº 151 SETEMBRO/2015

ISSN 2311-5904

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ALGODÃO

Fernando Mendes Lamas[1]

INTRODUÇÃO

Produzir algodão de forma sustentável é um dos grandes desafios no mundo tropical, onde o algodoeiro, muitas vezes, é a espécie preferida por insetos, ácaros, fungos, bactérias, nematoides e plantas daninhas que, em muitas das situações, causam dano econômico se não forem adequadamente manejadas. No entanto, existem tecnologias disponíveis, em sua maior parte geradas nas condições brasileiras, que permitem a produção sustentável de algodão. Aumentar a produção é importante, mas não é tudo. O aumento de produção deve ser acompanhado da garantia de que o meio ambiente manterá suas condições de prover as necessidades humanas, permanecer com áreas preservadas e ainda auxiliar na mitigação dos efeitos da ação humana no clima do planeta.

O modelo de exploração agrícola predominante tem conduzido a um processo acelerado de degradação do solo. Os fatores que causam essa degradação agem de forma conjunta, e a importância relativa de cada um varia com as circunstâncias de clima, do próprio solo e das espécies cultivadas. Dentre esses fatores destacam-se a compactação, a ausência de cobertura vegetal do solo, a ação das chuvas de alta intensidade, o uso de áreas inaptas para culturas anuais, o preparo do solo com excessivas gradagens superficiais (Figura 1) e o uso de práticas conservacionistas isoladas (TECNOLOGIAS..., 2011). Este conjunto de fatores tem contribuído de forma significativa para o aumento dos custos de produção.

A ausência de rotação de culturas torna o ambiente propício para o estabelecimento de insetos-pragas e de agentes causadores de doenças (fungos e bactérias), além do aumento da população de nematoides fitoparasitas.

Dessa forma, o modelo predominante de produção do algodoeiro, e que vem sendo mais utilizado, não é sustentável.

Figura 1. Preparo do solo com grade de discos para cultivo do algodoeiro. **Foto:** Fernando Mendes Lamas.

Quando se pensa na produção sustentável de algodão, a cultura deve ser considerada como um componente do sistema de produção, no qual são cultivadas diversas espécies na mesma área, porém em momentos diferentes, quer para produção de grãos, fibra, pastagem, quer para cobertura do solo. O cultivo dessas espécies pode ser isolado ou em consórcio.

Uma excelente alternativa, quando se busca tanto a produção de palha como a integração lavoura-pecuária, é o cultivo de milho com *Urochloa ruziziensis* (Figura 2). A Figura 3 apresenta a vista de uma área onde foi manejado milho + *U. ruziziensis* para posterior semeadura do algodoeiro. Uma outra estratégia de extrema importância é o cultivo *U. ruzizizensis* + *Crotalaria spectabilis* (Figura 4), pois este contribui para o aumento da biodiversidade do sistema, além de associar duas espécies com características e exigências bem diferenciadas. A *C. spectabilis* também pode ser consorciada com o milho (Figura 5) como alternativa para melhorar a cobertura do solo, tanto do ponto vista quantitativo como qualitativo.

[1] Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS; email: fernando.lamas@embrapa.br

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASIL
Avenida Independencia, nº 350, Edifício Primus Center, salas 141 e 142 - Fone/Fax: (19) 3433-3254 - CEP13419-160 - Piracicaba-SP, Brasil
Website: http://brasil.ipni.net - E-mail: kfurlan@ipni.net - Twitter: @IPNIBrasil - Facebook: https://www.facebook.com/IPNIBrasil

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Publicação trimestral gratuita do International Plant Nutrition Institute (IPNI), Programa Brasil. O jornal publica artigos técnico-científicos elaborados pela comunidade científica nacional e internacional visando o manejo responsável dos nutrientes das plantas.

ISSN 2311-5904

COMISSÃO EDITORIAL

Editor
Valter Casarin

Editores Assistentes
Luís Ignácio Prochnow, Eros Francisco, Silvia Regina Stipp

Gerente de Distribuição
Evandro Luis Lavorenti

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI)

Presidente do Conselho
Mostafa Terrab (OCP Group)

Vice-Presidente do Conselho
Oleg Petrov (Uralkali)

Tesoureiro
Tony Will (CF Industries Holdings, Inc.)

Presidente
Terry L. Roberts

Vice-Presidente, Coordenador do Grupo da Ásia e África
A.M. Johnston

Vice-Presidente, Coordenadora do Grupo do Oeste Europeu/Ásia Central e Oriente Médio
Svetlana Ivanova

Vice-Presidente Senior, Diretor de Pesquisa e Coordenador do Grupo das Américas e Oceania
Paul E. Fixen

PROGRAMA BRASIL

Diretor
Luís Ignácio Prochnow

Diretores Adjuntos
Valter Casarin, Eros Francisco

Publicações
Silvia Regina Stipp

Analista de Sistemas e Coordenador Administrativo
Evandro Luis Lavorenti

Assistente Administrativa
Elisangela Toledo Lavorenti

Secretária
Kelly Furlan

ASSINATURAS

Assinaturas gratuitas são concedidas mediante aprovação prévia da diretoria. O cadastramento pode ser realizado no site do IPNI: http://brasil.ipni.net
Mudanças de endereço podem ser solicitadas por email para: kfurlan@ipni.net ou etoledo@ipni.net

Nº 151 SETEMBRO/2015

CONTEÚDO

Produção sustentável do algodoeiro
Fernando Mendes Lamas 1

Nitrogênio na cultura dos citros
Perla Novais de Oliveira, Verônica Lorena Dovis, Dirceu de Mattos Junior 6

Divulgando a Pesquisa 15

IPNI em Destaque 17

Painel Agronômico 19

Cursos, Simpósios e outros Eventos 20

Publicações Recentes 21

Publicação Recente do IPNI 22

Ponto de Vista 24

NOTA DOS EDITORES

Todos os artigos publicados no Informações Agronômicas estão disponíveis em formato pdf no website do IPNI Brasil: <http://brasil.ipni.net>

Opiniões e conclusões expressas pelos autores nos artigos não refletem necessariamente as mesmas do IPNI ou dos editores deste jornal.

FOTO DESTAQUE

Dr. Valter Casarin entre os vencedores do Prêmio IPNI Brasil de Nutrição de Plantas: Dr. Godofredo Cesar Vitti (à esquerda) e Luíz Paulo Figueredo Benício (à direita).

Figura 2. Área cultivada com milho + *Urochloa ruziziensis*.
Foto: Fernando Mendes Lamas.

Figura 3. Área onde foram cultivados milho + *Urochloa ruziziensis*, após manejo para cultivo do algodoeiro.
Foto: Luiz Gonzaga Chitarra.

Figura 4. Área cultivada com *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruziziensis*.
Foto: Alexandre Cunha de Barcelos Ferreira.

Um dos grandes desafios a serem superados para que a cultura do algodoeiro possa ter sustentabilidade econômica é a redução do custo de produção. De acordo com as estimativas para a safra 2015/2016, o custo total de produção é estimado em R$ 7.100,80, sendo que, desse total, 35,85% correspondem a custos com defensivos (CUSTO..., 2015).

Nos itens a seguir serão descritos alguns pontos que devem ser considerados quando se objetiva a produção sustentável de algodão.

Figura 5. Área cultivada com milho + *Crotalaria spectabilis*.
Foto: Júlio César Bogiani.

2. O ALGODOEIRO COMO PARTE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

O algodoeiro deve ser um dos componentes do sistema de produção, o qual é composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou de criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção (terra, capital e mão de obra) e interligados por um processo de gestão. O sistema de cultivo se refere às práticas comuns de manejo associadas a uma determinada espécie vegetal, visando sua produção a partir da combinação lógica e ordenada de um conjunto de atividades e operações (HIRAKURI et al., 2012). Acrescenta-se aos fatores de produção supracitados o conhecimento – fator fundamental para o sucesso de qualquer atividade agropecuária.

Criar condições para possibilitar o aprofundamento do sistema radicular das culturas, e consequente acesso aos nutrientes e água, é uma das estratégias necessárias para mitigar os efeitos de eventuais períodos de estiagem – veranicos – durante os períodos de estresse hídrico, cada vez mais frequentes durante o ciclo de produção das culturas de verão (FRANCHINI et al., 2009).

3. ROTAÇÃO DE CULTURAS

Ao analisar o impacto dos insumos sobre os custos de produção do algodoeiro, safra 2012/2013, Neves e Pinto (2013) preconizam, para a redução de custos com a utilização de adubos, a adoção de técnicas e práticas de cultivo alternativas. Entre estas, vale destacar o uso da rotação de culturas, do Sistema Plantio Direto (SPD) e da Integração Lavoura-Pecuária (ILP), em razão dos benefícios que trazem para a fertilização do solo e na redução de pragas e doenças. Solos sem restrições físicas apresentam condições favoráveis ao crescimento radicular, com boa infiltração de água para evitar o escorrimento superficial. Para melhorar os atributos físicos do solo, uma das estratégias é a rotação de culturas. O uso de plantas específicas para melhorar alguns atributos do solo, por meio da ação de suas raízes, pode ser tão importante como para produção de cobertura do solo (SALTON; TOMAZI, 2014).

A rotação de culturas é definida como sendo a alternância ordenada de diferentes culturas, em determinado espaço de tempo (ciclo), na mesma área e na mesma estação do ano. A sucessão de

culturas é definida como o ordenamento de duas culturas, na mesma área agrícola e por tempo indeterminado, cada uma cultivada em uma estação do ano (FRANCHINI et al., 2011). De acordo com os mesmos autores, a rotação de culturas tem se revelado uma prática essencial para aumentar a estabilidade da produção das culturas, face às variações climáticas comumente observadas no Paraná, não só pela melhoria na qualidade do solo e pela produção de cobertura, mas também por proporcionar a diversificação de cultivares e o escalonamento da época de semeadura. A ausência dessa prática acarreta o surgimento de alterações de ordem química, física e biológica no solo, que podem comprometer a estabilidade do sistema produtivo. Dentre as alterações observadas se destacam: diminuição do teor de matéria orgânica do solo (MOS), degradação da estrutura do solo, intensificação dos processos erosivos, redução da atividade e diversidade biológica, aumento da incidência e severidade de pragas e doenças e aumento da infestação de plantas daninhas. O conjunto desses problemas se reflete na instabilidade da produtividade das culturas e no aumento dos custos de produção face à ocorrência de estresses bióticos e abióticos. Para haver acúmulo de matéria orgânica em profundidade é necessário manter por maior parte do tempo o sistema radicular ativo e vigoroso no solo. A braquiária, por apresentar desenvolvimento de forma perene, promove constantemente a renovação do sistema radicular, possibilitando incorporação da biomassa radicular, o que acentua os efeitos benéficos no solo (SALTON; TOMAZI, 2014). A espécie utilizada como planta de cobertura também pode interferir no teor de nitrogênio amoniacal do solo (MORO et al., 2013). Na Figura 6 são apresentados resultados do efeito da cultura de cobertura sobre a produtividade de algodão.

Em trabalho desenvolvido por Carvalho et al. (2015) envolvendo diferentes espécies utilizadas para cobertura do solo, quando o milho foi cultivado na sequência, constatou-se efeito significativo da cultura antecessora sobre a produtividade do milho. Borin et al. (2015) estudaram diferentes proporções de *Crotalaria spectabilis* no consórcio de *Urochloa ruziziensis* + *C. spectabilis* não encontrando efeito significativo das diferentes proporções estudadas sobre a produtividade do algodoeiro. As culturas de cobertura, quando adequadamente planejadas, podem contribuir para melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, no manejo de

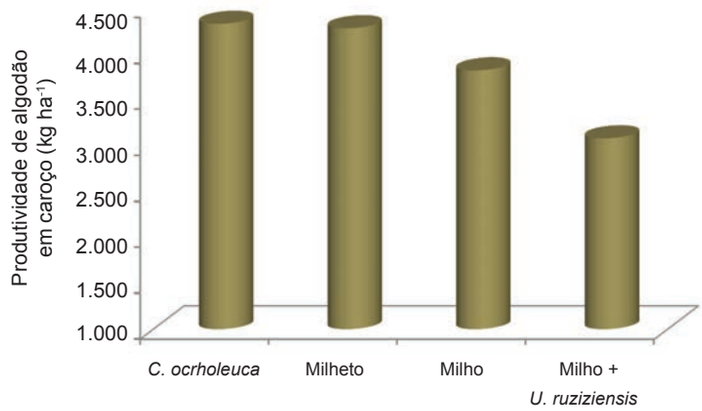


Figura 6. Produtividade de algodão em caroço em função da cultura de cobertura antecessora ao cultivo do algodoeiro.
Fonte: Lamas, F. M. Dados não publicados.

plantas daninhas, insetos-pragas, fungos e nematoides. Uma planta de cobertura deve satisfazer certas exigências, tais como: ser de fácil estabelecimento e adaptação ao ambiente; ter rápido crescimento da parte aérea e raízes; ter tolerância ao déficit hídrico; produzir quantidade suficiente de matéria seca; possibilitar boa cobertura, proteção e persistência no solo para posterior semeadura direta do algodoeiro e não ser hospedeira de doenças, pragas e fitonematoides das culturas integrantes do sistema produtivo. Além disso, a disponibilização de sementes dessas plantas de cobertura deve ser fácil; se possível, a espécie deve servir como fonte de alimentação humana ou dos animais; auxiliar no manejo das plantas daninhas e de forma alguma tornar-se invasora nos cultivos posteriores; ser de fácil manejo de dessecação e, principalmente, não interferir no desenvolvimento do algodoeiro (FERREIRA et al., 2011). Na Tabela 1 são apresentadas, de forma resumida, as características das espécies vegetais utilizadas como plantas de cobertura.

4. SISTEMA PLANTIO DIRETO

O SPD é um sistema de produção conservacionista que se contrapõe ao sistema tradicional de manejo, envolvendo técnicas de

Tabela 1. Plantas de cobertura e suas principais características.

Ideal | Regular | Não recomendável

Espécie	Proteção do solo	Mofo-branco	Percevejo castanho (*Scaptocoris* sp)	Nematoides			Dessecação	Efeitos no perfil
				Pratylenchus brachyurus	*Meloidogyne incognita*	*Rotylenchulus reniformis*		
Crotalaria spectabilis	Regular	Não recomendável	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal	Regular	Regular
Crotalaria juncea	Regular	Regular	Regular	Não recomendável	Regular	Ideal	Regular	Regular
Crotalaria ochroleuca	Ideal	Sem informação	Regular	Ideal	Ideal	Ideal	Regular	Regular
Cajanus cajan (guandu)	Regular	Regular	Ideal	Regular	Não recomendável	Não recomendável	Regular	Ideal
Sorghum bicolor (sorgo)	Ideal	Ideal	Regular	Não recomendável	Não recomendável	Ideal	Ideal	Regular
Pennisetum glaucum (milheto)	Ideal	Ideal	Não recomendável	Regular	Não recomendável	Ideal	Ideal	Regular
Brachiaria ruziziensis	Ideal	Ideal	Não recomendável	Não recomendável	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal
Brachiaria brizantha cv Piatã	Ideal	Ideal	Não recomendável	Não recomendável	Ideal	Ideal	Regular	Ideal
Panicum maximum (cv. Aruana, Mombaça e Tanzânia)	Ideal	Ideal	Não recomendável	Não recomendável	Ideal	Ideal	Não recomendável	Ideal
Raphanus sativus (nabo-forrageiro)	Não recomendável	Não recomendável	Sem informação	Regular	Regular	Ideal	Ideal	Ideal

Fonte: Adaptada de Ferreira et al. (2012).

produção que preservam a qualidade ambiental. Fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente do terreno, pela realização de rotação de culturas (TECNOLOGIAS..., 2014).

Embora em muitas regiões o algodoeiro seja cultivado sem o preparo do solo, em muitas situações não são utilizadas culturas para cobertura do solo na entressafra, nem rotação de culturas, dois pressupostos básicos do SPD. A ausência destas práticas têm causado uma série de problemas ambientais, como degradação dos solos (compactação, erosão), poluição e assoreamento de mananciais hídricos, maior ocorrência e severidade do ataque de pragas e doenças nas plantas, aumentos nos custos de produção e crescente dependência do clima e de insumos químicos. Esse modelo de produção agrícola resulta na intensificação das perdas de carbono orgânico do solo e consequente perda de qualidade e capacidade produtiva do mesmo.

O uso contínuo das tecnologias que compõem o SPD proporciona efeitos significativos na conservação e na melhoria do solo e da água; no aproveitamento dos recursos e insumos, como os fertilizantes; na redução de custos, estabilidade da produção e melhoria das condições de vida do produtor rural e da sociedade. Para que esses benefícios ocorram, tanto os agricultores como os responsáveis pela assistência técnica devem estar predispostos a mudanças, conscientes de que o sistema é importante para alcançar êxito e sustentabilidade na atividade agrícola (TECNOLOGIAS..., 2014).

Mesmo sendo uma espécie perene, é perfeitamente possível o cultivo do algodoeiro em SPD. No entanto, para o êxito deste modelo de produção é fundamental a observância dos fundamentos básicos do SPD. A não observância desses coloca em risco todo o processo. Um adequado plano de rotação de culturas contribui efetivamente como prática complementar, evitando o rebrote dos restos culturais (ZANCANARO; KAPPES, 2015). A Figura 7 mostra uma área cultivada com soja em Sistema Plantio Direto que foi anteriormente cultivada com algodoeiro.

Figura 7. Área cultivada com soja após a colheita do algodão, no Oeste da Bahia.
Foto: Fernando Mendes Lamas.

Experimentos conduzidos em Primavera do Leste, MT, em parceria com o Instituto Matogrossense do Algodão (IMAmt), mostraram que, após sete safras, a produtividade de fibra do algodoeiro (média de três cultivares) cultivado em SPD não diferiu significativamente daquele cultivado no sistema convencional (Figura 8), o que é esperado na fase de estabilização do sistema. Após esta fase, a produtividade do SPD tende a ser maior.

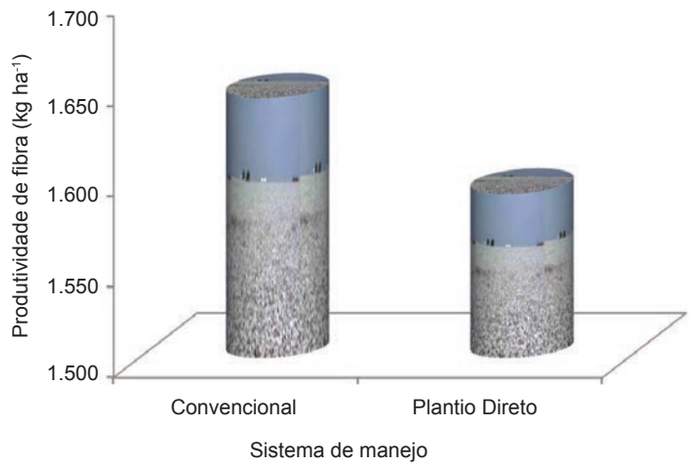


Figura 8. Produtividade de fibra de algodoeiro cultivado em sistema convencional e Sistema Plantio Direto, em Primavera do Leste, MT.

No caso do algodoeiro, é fundamental a destruição dos restos culturais como medida cultural para o manejo de pragas.

Em resumo, a sustentabilidade da produção de algodão exige a integração de práticas agronômicas, na maior parte extremamente simples, mas que, se não observadas, podem comprometer todo o sistema. O cultivo do algodoeiro é uma atividade que deve ser considerada sempre como um dos componentes do sistema de produção, e nunca de forma isolada.

REFERÊNCIAS

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. de B.; BRITO, G. G.; MORAES, M. C. G. de. Nitrogen fertilization on cotton cropped under straw formed by seed proportions of crotalaria and brachiaria. **Científica**, v. 43, n. 3, p. 261-267, 2015.

CARVALHO, A. M. de; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. de A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 551-561, jul. 2015.

CUSTO de produção algodão – safra 2015/2016: Mato Grosso- junho/2015. Cuiabá: IMEA, 2015. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_CPAlgodao_06_2015.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2015.

FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; LAMAS, F. M. **Espécies vegetais de cobertura do solo para o sistema de semeadura direta do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. 12 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 132).

FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D.; LAMAS, F. M.; ASMUS, G. L.; MIRANDA, J. E.; BOGIANI, J. C.; SUASSUNA, N. D. **Plantas que minimizam problemas do sistema de produção do algodoeiro no Cerrado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 371).

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314).

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. de O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. de. **Sistemas de produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; CANTARELLA, H. Teor de nitrogênio inorgânico no solo em função de plantas de cobertura, fontes de nitrogênio e inibidor de nitrificação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 424-435, out/dez. 2013.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. (Org.). **A cadeia do algodão brasileiro**: safra 2012/2013 desafios e estratégias. 2. ed. Brasília, DF: ABRAPA, 2013. 195 p.

SALTON, J.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 198).

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n. 15).

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n. 16).

ZANCANARO, L.; KAPPES, C. Manejo do solo para o cultivo do algodoeiro. In: BELOT, J.-L. (Ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. Cuiabá: IMAmt, 2015. p. 60-65.

NITROGÊNIO NA CULTURA DOS CITROS

Perla Novais de Oliveira[1]
Verônica Lorena Dovis[2]
Dirceu de Mattos Junior[3]

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Citrus* é originário do continente asiático, e atualmente seu cultivo ocorre nas regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo; no Brasil, as plantas cítricas são cultivadas desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (DONADIO et al., 2005). O Brasil ocupa a posição de segundo maior produtor, ficando atrás apenas da China. No entanto, na produção de laranjas doces, o Brasil aparece como maior produtor mundial (FAO, 2014), destacando-se também como maior produtor e exportador de suco concentrado de laranja (MAPA, 2014).

O cultivo de citros é considerado uma das mais importantes atividades do agronegócio brasileiro (BOTEON e NEVES, 2013). A área plantada está em torno de 900 mil hectares, com produção de 22 milhões de toneladas de frutas cítricas (FAO, 2014). A produção está concentrada na região Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo, que em março de 2015 contava com 492.591 hectares e 197,86 milhões de pés de laranja (FUNDECITRUS, 2015). Outras regiões que possuem parcela significativa na produção são o Nordeste e o Sul (IBGE, 2014).

O crescimento dos citros e a produção de frutos são determinados, principalmente, pelo uso de adubação equilibrada. A aplicação de fertilizantes, em especial dos nitrogenados, é comumente realizada nos pomares citrícolas brasileiros (BOARETTO et al., 2007). O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais requeridos, participando dos principais processos metabólicos da planta (MAUST e WILLIAMSON, 1994), contribuindo para formação de partes novas, como raízes, folhas, flores e frutos (BOARETTO et al., 2007). O N é um dos principais elementos para as plantas em fase de viveiro, pois é necessário para que elas atinjam rapidamente o ponto de enxertia dos porta-enxertos e de transplantio. A recomendação de adubação nitrogenada para os citros em campo varia com as distintas fases da cultura: plantio, formação e produção (QUAGGIO et al., 2005).

Para a adequada programação do manejo nutricional na citricultura é necessária a aferição da disponibilidade de nutrientes no solo (SOUZA et al., 2011). No caso do N, a metodologia mais utilizada é a análise foliar, considerando a expectativa de produtividade e a exportação de nutrientes pela colheita (DECHEN e NACHTIGALL et al., 2007; SOUZA et al. 2011). Assim, é de grande importância a manutenção das reservas de N na planta mediante a reposição do que foi exportado na colheita, a fim de manter a produtividade.

Porém, apenas parte do N proveniente do fertilizante é absorvida pelas plantas. Isto porque o N aplicado no solo está sujeito a perdas por lixiviação, escorrimento superficial, desnitrificação, volatilização da amônia e imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2006). Essas perdas definem a eficiência de uso do nutriente, que em pomares de citros varia entre 25% e 50% do N aplicado (QUAGGIO et al., 2005; MATTOS JUNIOR et al., 2007). Desta forma, para reduzir essas perdas, é necessário o manejo adequado das fontes de fertilizantes em consonância com as condições do ambiente, como incorporação de algumas fontes e aplicação apenas em condições de umidade de solo ideais, entre outros cuidados (GIRARDI e MOURÃO FILHO, 2003; ALVA et al., 2006; QUAGGIO et al., 2010).

2. CITRICULTURA E CONSUMO DE FERTILIZANTES

Todas as espécies de importância econômica do gênero *Citrus* são originárias de regiões úmidas tropicais e subtropicais da China e do leste e sudeste da Ásia (MONSELISE, 1986; DONADIO et al., 2005; LIU et al., 2012), incluindo as ilhas das Filipinas e da Indonésia (REUTHER, 1973). O clima predominante nas regiões de origem é do tipo Aw e Ar (tropical úmido) e Cf (subtropical úmido), onde a temperatura nunca ou raramente é inferior a 10 °C e onde o mês mais seco tem precipitação mínima de 30 mm (BELDA et al., 2014). No entanto, todas as espécies tem se adaptado bem em diversos climas, desde regiões com clima temperado até climas tropicais. Atualmente, são cultivadas entre os paralelos 44° N e 41° S, porém, as principais regiões produtoras encontram-se em regiões situadas entre 20° e 40° de latitude (DAVIES e ALBRIGO, 1994; AGUSTÍ, 2003).

Como exemplos conhecidos de importância comercial citam-se laranjas, limões, limas, toranjas e tangerinas. Cultivados em mais de 140 países (XU et al., 2013), a produção total global relatada atualmente é de mais de 120 milhões de toneladas, sendo a China, o Brasil e os EUA os países líderes mundiais produtores dessas frutas (FAO, 2014).

A despeito da elevada importância econômica da cultura de citros quanto a geração de divisas, emprego e renda, ainda é necessário aprimorar as técnicas de produção, desde o plantio até a colheita dos frutos (FIGUEIREDO et al., 2009). Nos últimos anos, entre os diversos fatores que influenciam direta e indiretamente no incremento da produção, destaca-se a adoção de inovações tecnológicas e de práticas adequadas por parte dos produtores rurais, como o incremento do uso de fertilizantes no processo de

Abreviações: ANDA = Associação Nacional para Difusão de Adubos; DFFF = densidade de fluxo de fótons fotossintéticos; EAbN = eficiência de absorção de N; EAgN = eficiência agronômica do N; ETrN = eficiência de transformação do N; N = nitrogênio.

[1] Enga. Agra., Mestranda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP; e-mail: perla.oliveira@usp.br
[2] Enga. Agra., Dra. em Biologia Vegetal, Centro APTA Citros 'Sylvio Moreira', IAC/SAA, Cordeirópolis, SP.
[3] Eng. Agr., Dr., Pesquisador Científico, Instituto Agronômico, Campinas, SP.

produção (LOPES, 2010). De acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), o consumo de fertilizantes NPK pelos consumidores finais aumentou no Brasil cerca de 13,7% nos últimos quatro anos, passando de 28.326 milhões de toneladas em 2011 para 32.209 milhões de toneladas em 2014.

3. REGIÕES CITRÍCOLAS NO BRASIL

Em 3013, mais de 16 bilhões de toneladas de laranja foram produzidas no país, com destaque para o estado de São Paulo, que detém 72,6% da produção nacional. O cinturão citrícola paulista pode ser dividido em quatro polos produtores: região central (São Carlos – Araraquara), norte (Bebedouro – São José do Rio Preto), sudeste (Araras – Mogi Guaçu) e centro-sul (Bauru – Itapetininga) (NEVES et al., 2010). No estado de São Paulo encontram-se excelentes condições ambientais para o cultivo dos citros, porém, há intensificação do período de estiagem do sul para o norte do estado, sendo necessário o uso de irrigação complementar para incremento da produção. Existem, ainda, diferenças nas condições térmicas das regiões produtoras: em Bebedouro, por exemplo, a temperatura média anual é de 23 ºC, enquanto em Limeira e Botucatu varia de 20 a 21 ºC (SENTELHAS, 2005). As classes de solo predominantes nessas áreas são os Latossolos e os Argissolos (CORÁ et al., 2005). No Estado de São Paulo há preferência pelas variedades tardias (Natal e Valência) em função da maior produtividade. Ainda, a variedade Pêra apresenta boa aceitabilidade no mercado *in natura* e maior teor de sólidos solúveis (PIO et al., 2005; NEVES et al., 2010).

Outros estados também se destacam na produção de laranja, como Bahia, Sergipe, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais (IBGE, 2014). A principal região produtora da Bahia é o litoral norte, notadamente o município de Rio Real, maior produtor. Juntamente com o litoral sul de Sergipe, representam o maior polo citrícola do Nordeste, responsáveis por mais de 9% da produção brasileira de laranjas. Conforme Passos (2011), o nordeste é dividido em três áreas principais: a) Zona da Mata, localizada ao longo da costa, com clima mais úmido, temperatura média anual de 22 ºC e precipitação superior a 1.000 mm, onde os pomares são essencialmente da cultivar Pêra; b) Zona de Altitude, com clima mais ameno, temperaturas baixas no inverno e regime pluviométrico insuficiente, onde predominam as tangerinas e laranjas doces sem sementes, como as cultivares Baianinha, Cara-Cara, Rubi, Salustiana e Westin; e c) Zona Semiárida, localizada no polígono da seca, que apresenta condições mais favoráveis para a produção de limas ácidas e pomelos (PASSOS et al., 2011). Vale destacar que nessas áreas ocorre a predominância de Latossolos Amarelos distróficos coesos, com comportamentos bastante distintos (CORÁ et al., 2005).

O terceiro polo produtor de laranja localiza-se na região Sul, nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, que representam 8% da produção nacional. O clima nos dois estados é bastante semelhante, com condições térmicas e hídricas que favorecem a qualidade dos frutos. Nas regiões produtoras de Paranavaí, no Paraná, e Taquari, no Rio Grande do Sul, predominam meses com excedente hídrico. Nessas áreas, o repouso vegetativo é condicionado pelo fator térmico, principalmente em Taquari, cuja temperatura média do mês mais frio atinge 14,2 ºC. Em Paranavaí, onde o inverno é menos rigoroso, com temperatura média do mês mais frio não passando 17 ºC, é comum a ocorrência de diversas floradas (SENTELHAS, 2005).

O quarto polo produtor de laranja, situado no estado de Minas Gerais, com destaque para o Triângulo Mineiro, Sul de Minas e norte do estado, detém mais de 5% da produção nacional (BOTEON e NEVES, 2005; IBGE, 2014). A região do Triângulo Mineiro possui condições climáticas semelhantes às da região paulista de Bebedouro, com deficiência hídrica anual menor (106 mm) nos meses de junho a outubro, e excedente hídrico maior (644 mm) nos meses de novembro a maio (SENTELHAS, 2005). A classe de solo predominante é o Latossolo, sendo o sistema de manejo do solo e da cultura similares àqueles recomendados para o estado de São Paulo (CORÁ et al., 2005).

4. FISIOLOGIA DAS ESPÉCIES CITRÍCOLAS

4.1. Fotossíntese e sua relação com o nitrogênio

Os citros, por serem plantas perenes, apresentam crescimento vegetativo e reprodutivo simultâneo ou alternado na forma de fluxos de brotações ao longo do ano, sendo esses fluxos de brotações determinados pelas condições de clima, baixa temperatura e/ou estresse hídrico. Assim, em condições subtropicais, apresentam de dois a cinco fluxos de brotações anuais (MEDINA et al., 2005; RAMOS et al., 2010); em clima temperado, geralmente apenas duas brotações são observadas (DAVIES e ALBRIGO, 1994), e nos trópicos, podem brotar continuamente se houver disponibilidade de água (REUTHER, 1973). As folhas caracterizam-se por baixa condutância estomática e transpiração, com a fotossíntese dificilmente superando 12 a 13 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} em temperaturas ótimas de 25 a 30 °C. Ao mesmo tempo, a saturação por luz acontece a baixas intensidades (750 a 800 μmol m^{-2} s^{-1} DFFF – densidade de fluxo de fótons fotossintéticos), que representa menos da metade da radiação máxima em um dia de verão (MACHADO et al., 2002; MACHADO et al., 2005; PIMENTEL et al., 2007; RIBEIRO e MACHADO, 2007). O sistema radicular dos citros é relativamente superficial, composto por raízes secundárias engrossadas que substituem a raiz principal e raízes primárias fibrosas que possuem grande quantidade de pelos radiculares absorventes. A parte ativa do sistema radicular está situada entre 0,50 e 0,75 m de profundidade e à distância de 1,5 a 3,7 m do tronco. Porém, as propriedades físicas e químicas do solo e a disponibilidade de oxigênio afetam a distribuição da densidade das raízes (AGUSTÍ, 2003; MATTOS JUNIOR et al., 2003a; BORDIN et al., 2005).

A produção comercial de citros depende da floração e da fixação dos frutos. A temperatura e a deficiência hídrica são os principais fatores que condicionam o desenvolvimento das flores em condições subtropicais, e há uma relação quantitativa entre duração da exposição ao frio e/ou estresse hídrico e intensidade da floração (DAVIES e ALBRIGO; 1994; SPIEGEL-ROY e GOLDSCHMIDT, 1996; AGUSTÍ, 2003; NEBAUER et al., 2006; RIBEIRO et al., 2006; PRADO et al., 2007). No Estado de São Paulo, assim como em outras regiões subtropicais, há dois a três fluxos de brotações principais: na primavera (entre setembro e outubro), mais abundante em produção de estruturas reprodutivas, e no verão (entre dezembro e fevereiro), de menor intensidade e que produzem basicamente estruturas vegetativas (SPIEGEL-ROY e GOLDSCHMIDT, 1996; PRADO et al., 2007; SEKITA, 2008; RAMOS et al., 2010). Após a floração, fase altamente exigente em nutrientes e assimilados (BUSTAN e GOLDSCHMIDT, 1998; DOVIS et al., 2014a), segue a fixação e desenvolvimento dos frutos, também diretamente relacionada à disponibilidade destes, sendo que a competição entre os órgãos em crescimento determina as taxas de abscisão e o número e tamanho final dos frutos colhidos (DAVIES e ALBRIGO, 1994; RUIZ et al., 2001; AGUSTÍ, 2003; LÉCHAUDEL et al., 2005). Assim, pode-se observar ao longo do ciclo produtivo que períodos de maior demanda de nutrientes podem se sobrepor nos ciclos consecutivos, sendo variável em função do grupo de maturação dos frutos (Figura 1). Nas variedades de maturação tardia, a nova floração ocorre ainda com os frutos da florada anterior na planta.

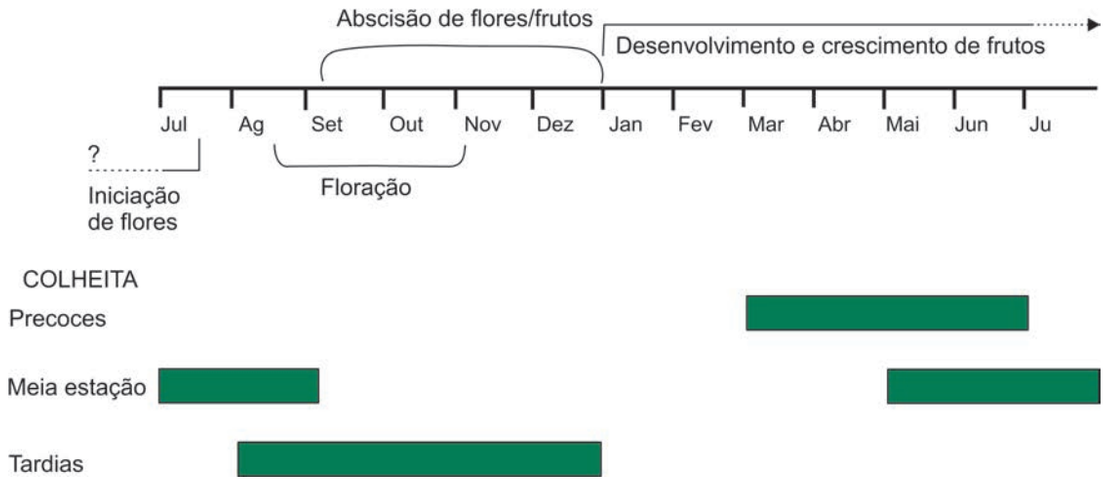


Figura 1. Parte superior: esquema do ciclo produtivo anual dos citros mostrando os períodos de floração e desenvolvimento dos frutos. **Parte inferior:** períodos de colheita para os diferentes grupos de maturação.

Fonte: Adaptada de GOLDSCHMIDT e MONSELISE, 1978; apud SPIEGEL-ROY e GOLDSCHMIDT (1996).

4.2. Sazonalidade na assimilação de CO_2 e de nitrogênio

Da biomassa total das plantas, até 95% é formada de compostos de carbono fixados pela fotossíntese. Assim, o crescimento e a produção são resultados da utilização e distribuição dos fotoassimilados produzidos para manutenção e formação de órgãos, armazenamento de reservas, e uma parcela destinada à produção de frutos. Em pomeleiro de 6 anos de idade, até 50% dos carboidratos produzidos são destinados aos frutos (MEDINA et al., 2005). Os citros, por serem espécies sempre verdes, assimilam CO_2 o ano todo, porém, as variações nos fatores ambientais determinam a variação sazonal na fotossíntese. Nas regiões de clima subtropical no Brasil pode-se destacar dois períodos: outono-inverno, de baixa temperatura e disponibilidade hídrica, e primavera, com abundante chuva e radiação e altas temperaturas (RIBEIRO et al., 2006), o que determina a existência de períodos com condições mais propícias que outras para a fotossíntese. Apesar de sua origem, os citros apresentam bom potencial de adaptação à alta radiação, sem fotoinibição crônica e com boa capacidade de dissipar energia por processos não fotoquímicos. Com isso, os efeitos negativos observados no verão sobre a fotossíntese provavelmente sejam devidos ao efeito das altas temperaturas, que provocam limitações difusivas, consequência dos efeitos sobre o potencial hídrico foliar, a condutância estomática e/ou a limitações bioquímicas (Tabela 1) (RIBEIRO e MACHADO, 2007; NEBAUER et al., 2013).

Assim, existem períodos de alta e baixa oferta de assimilados para o crescimento e produção das plantas que, somados à sazonalidade observada na demanda, condicionam o crescimento e produção de frutos à existência e utilização das reservas acumuladas. Há acúmulo e consumo de reservas de amido em folhas (SPIEGEL-ROY e GOLDSCHMIDT, 1996; PRADO et al., 2007; MONERRI et al., 2011; DOVIS et al., 2014a) e raízes (LI et al., 2003; MONERRI et al., 2011; DOVIS et al., 2014a).

O N é absorvido do solo predominantemente na forma de íons NO_3^- e NH_4^+, por meio de mecanismos ativos e dependentes de transportadores específicos (CEREZO et al., 2007). Desta forma, a temperatura e a umidade condicionam a absorção, existindo correlação positiva entre taxa de absorção, temperatura entre 16 e 26 °C e evapotranspiração da planta (SCHOLBERG et al., 2002). Ainda, sem limitação no suprimento de água, pode haver alterações no balanço hídrico e redução na transpiração provocada pela baixa temperatura (MACHADO et al., 2010; MAGALHÃES FILHO et al., 2009), o que prejudica a absorção de NO_3^- do solo (FIDALSKI e AULER, 2007; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA et al., 2012). Por outro lado, o metabolismo do N é regulado pelo metabolismo do carbono, considerando que a assimilação do NO_3^- absorvido requer energia na forma de ATP, NADH e FED, e moléculas aceptoras (glutamato, 2-oxo-glutarato) para sua incorporação em moléculas orgânicas (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2000; XU e ZHOU, 2006; REIS et al., 2009). Além disso, a redução e incorporação do NO_3^- absorvido em compostos orgânicos ocorre principalmente nas folhas (DOVIS et al., 2014b), daí a sua dependência da atividade foliar. O aumento na demanda pelo nutriente pode induzir aumento na eficiência de absorção de N do solo (MATTOS JUNIOR et al., 2003a; CHOI et al., 2010). Como consequência, a absorção e a assimilação de N do solo é condicionada por fatores similares aos que afetam a fotossíntese, e a absorção e concentração de N presente nas folhas e outros órgãos apresentam variação sazonal em função das condições do ambiente e da oferta e demanda (LEGAZ et al., 1995; KIM et al., 2009; REIS et al., 2009) (Figura 2).

Tabela 1. Variação sazonal da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF), temperatura da folha e do ar, condutância estomática, potencial hídrico foliar na pré-manhã, assimilação máxima de CO_2 (A_{max}), velocidade máxima de carboxilação da Rubisco ($V_{c,\ max}$) e taxa máxima de transporte de elétrons para regeneração da RuBP (J_{max}).

Variáveis	Inverno (Julho)	Primavera (Fevereiro)
DFFF (µmol m^{-2} s^{-1})	930	1.800
Temperatura foliar (°C)	22,9 ± 0,2	33,3 ± 0,2
Temperatura mínima (°C)	13,5	18,2
Condutância estomática (mol m^{-2} s^{-1})	0,081 ± 0,01	0,217 ± 0,01
Potencial hídrico foliar (MPa)	-0,33 ± 0,02	-0,22 ± 0,01
A_{max} (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	5,9 ± 0,4	11,0 ± 0,6
$Vc_{,max}$ (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	28,6 ± 5,2	157,8 ± 9,6
J_{max} (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	91,2 ± 7,8	151,6 ± 8,8

Fonte: Adaptada de Ribeiro e Machado (2007).

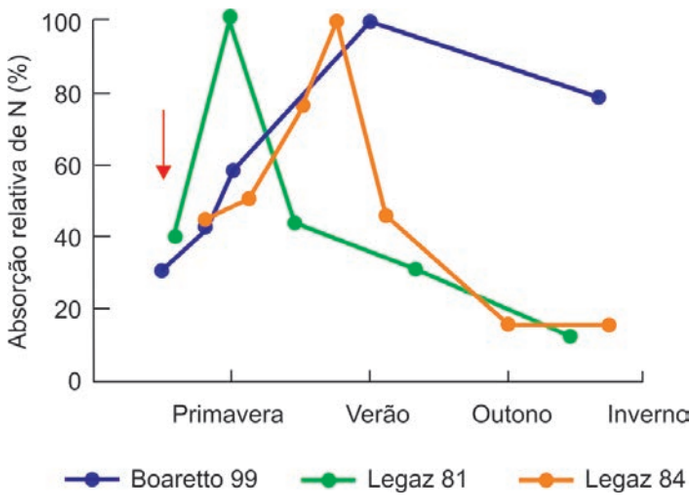


Figura 2. Variação sazonal na absorção relativa do N recuperado do solo após aplicação do fertilizante. A seta vermelha indica a data de adubação.
Fonte: Adaptada de diferentes autores, citados em Mattos Junior et al. (2007).

4.3. Distribuição do nitrogênio na planta

O N nas plantas encontra-se principalmente na forma de proteínas e compostos orgânicos e uma pequena parte como NO_3^- armazenado nos vacúolos. Nas folhas, seu papel fundamental é participar das numerosas proteínas e enzimas envolvidas nas reações do ciclo de assimilação de CO_2, entre outras. Os teores de N nas folhas afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, visto que afetam a fotossíntese. Quando altos, podem produzir excessivo vigor e crescimento vegetativo, em detrimento da produção de flores, e quando muito baixos, podem conduzir à alta produção de flores e reduzida fixação de frutos (DAVIES e ALBRIGO, 1994), daí a importância da manutenção dos níveis adequados deste nutriente. A massa foliar representa entre 13% e 20% da massa seca total da planta (MATTOS JUNIOR et al., 2003a; BOARETTO et al., 2010; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA et al., 2012; DOVIS et al., 2014) porém, ela pode concentrar de 18% a 39% do N total, dependendo da idade da planta e do nível de produção de frutos (LEGAZ et al., 1995; MATTOS JUNIOR et al., 2003a; BOARETTO et al., 2010; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA et al., 2012). As folhas são os órgãos de maior concentração de N, porém, todos os órgãos contêm quantidades variáveis deste nutriente; as raízes, apesar da baixa concentração, podem armazenar quase 40% do N (Tabela 2).

Considerando a concentração de N nos frutos e a produção, a quantidade do nutriente exportado num pomar de boa produtividade pode representar até 180 kg ha^{-1} de N. No entanto, considerando o armazenamento nos ramos e nas raízes da planta, a reserva de N pode alcançar mais de 500 kg ha^{-1} (LEGAZ et al., 1995; MATTOS JUNIOR et al., 2003b; ALVA et al., 2006). Este estoque de nutriente permite às plantas manter altas produções mesmo retirando ou reduzindo a adubação, o que atrasa o aparecimento dos efeitos da redução da adubação em pomares adultos, tanto em condições experimentais como em pomares comerciais no campo (CANTARELLA et al., 2003). Porém, apesar dos resultados não serem imediatos, é de grande importância a manutenção das reservas na planta, mediante reposição dos nutrientes exportados na colheita, a fim de manter a produtividade.

4.4. Exigências nutricionais ao longo do ciclo produtivo e época de aplicação

A floração e a frutificação são os estádios fenológicos de maior consumo de nutrientes, e grande parte das reservas estocadas

Tabela 2. Concentração de N nos distintos órgãos da planta em diferentes variedades e condições experimentais.

Órgão da planta	Laranja Hamlin, 6 anos, campo[1]	Laranja Lane Late, 5 anos, contêiner[2]	Laranja Valência , 3 anos, contêiner[3]	Limão Lisboa, 3 anos, contêiner[3]
	(g kg^{-1})			
Folhas com menos de 6 meses	25,5	20,0	28,2	22,6
Folhas com mais de 6 meses	23,4	19,7	27,1	23,6
Ramos com menos de 1,5 cm diâmetro	7,8	10,9	7,2	
Ramos com mais de 1,5 cm diâmetro	4,1	7,0	5,0	
Tronco	4,4	6,8	5,4	4,2
Frutos	8,3	7,2	16,0	12,8
Raízes	17,7	22,9		
Principal	3,8	7,2		
Fibrosas	15,5	19,4		
Lenhosas	6,9			

Fontes: [1]Mattos Junior et al. (2003b); [2]Martínez-Alcántara et al. (2012); [3]Boaretto et al. (2010).

serão mobilizadas para atender esta demanda (BUSTAN e GOLDSCHIMIDT, 1998; PRADO et al., 2007; DOVIS et al., 2014a). Da produção anual de assimilados, 14% são consumidos na floração e até 50% na produção de frutos (BUSTAN e GOLDSCHIMIDT, 1998). Independentemente da época de aplicação, o destino principal são os novos órgãos em crescimento, sejam brotações novas, sejam frutos em crescimento. Como destino secundário destacam-se as raízes. Assim, na primavera, quando os drenos são os frutos, a recuperação do N aplicado é maior. A proporção do N recuperado pelos frutos varia grandemente com a idade da planta, podendo ser de apenas 10% a 18,5% em plantas adultas (MATTOS JUNIOR et al., 2003a) a até mais de 70% em plantas novas (BOARETTO et al., 2007). Além disso, a presença de drenos afeta a capacidade de recuperação do N aplicado, sendo esta maior na primavera do que no verão (MATTOS JUNIOR et al., 2003a; BOARETTO et al., 2010). Assim, os programas de adubação devem considerar, além do potencial de produção, a idade da planta e o estado nutricional, a fim de reduzir as doses aplicadas. Recomenda-se a aplicação dos fertilizantes nitrogenados nos períodos de maior eficiência de absorção, e de forma parcelada sempre nos períodos de crescimento ativo, desde o início da primavera até o final do verão.

5. CONSUMO DE NITROGÊNIO PARA A PRODUÇÃO

5.1. Análise foliar e interpretação

Para a adequada programação do manejo nutricional na citricultura é necessária a avaliação da disponibilidade de nutrientes na planta. Existem numerosos métodos de avaliação do estado nutricional, sendo que cada um possui vantagens e desvantagens, quais sejam: a) diagnose visual, níveis críticos, faixas de suficiência, sistema integrado de diagnose (Normas DRIS) e análise composicional (CND) (PARENT et al., 2013; SOUZA et al., 2012). Medidas indiretas de clorofila (SPAD) e testes bioquímicos permitem detectar deficiências mais precocemente do que os outros métodos, porém, os protocolos de recomendações baseados nos seus resultados ainda não foram amplamente desenvolvidos. As análises de solos

em regiões tropicais não oferecem boa estimativa da disponibilidade de NO_3^- para a nutrição das plantas devido à mobilidade desta fração no solo. Além disso, devido a sua origem ser principalmente orgânica, sua concentração é muito baixa nos solos tropicais. Assim, para o caso do N, a metodologia mais utilizada é a análise foliar, considerando-se a expectativa de produtividade e a exportação de nutrientes pela colheita (DECHEN et al., 2007; SOUZA et al. 2011).

Como a folha, em geral, é o órgão metabólico que melhor representa o estado nutricional da planta, o aumento ou a redução nas concentrações dos nutrientes estão relacionados ao maior ou menor crescimento e produtividade (MATTOS JUNIOR et al., 2009). No entanto, devido à variação sazonal nas concentrações dos nutrientes, a amostragem fora do período recomendado não permite sua correta interpretação devido à ampla variação na disponibilidade do elemento no solo, à taxa de crescimento da planta, à idade da folha, às combinações copa e porta-enxerto e às interações com outros nutrientes (QUAGGIO et al., 2005).

Conforme Quaggio et al. (2005) e Melo (2006), a amostragem deve ser feita coletando-se folhas que apresentem a mesma idade e que sejam provindas de plantas cultivadas em condições semelhantes. Coleta-se o terceiro ou quarto par de folhas não danificadas, a partir do fruto, geradas na primavera, com aproximadamente seis meses de idade, em ramos com frutos de 4 cm, pois nessas condições o teor da maior parte dos elementos é mais estável. As folhas devem ser coletadas em cada quadrante da planta (norte, sul, leste e oeste) e na altura mediana, no mínimo 30 dias após a última pulverização. Para cada dez hectares de pomar homogêneo quanto à idade, desenvolvimento das plantas e variedades de copa e porta enxerto, amostrar pelo menos 25 plantas. As amostras devem ser acondicionadas em sacos de papel e enviadas imediatamente ao laboratório ou armazenadas em refrigerador à temperatura aproximada de 5 ºC por até dois dias até serem enviadas para análise.

5.2. Teor foliar de nutrientes

Não só o N é importante para a nutrição das plantas, mas também o balanço adequado de outros nutrientes é fundamental para a produção de frutos em quantidade e qualidade (QUAGGIO et al., 2002). Na Tabela 3 são apresentados os teores foliares de macronutrientes em diferentes variedades de citros, com diferentes idades.

A diagnose foliar é usada tanto para avaliar o estado nutricional das plantas cítricas como para fornecer indicações para a adubação. As análises de solo e de folhas são complementares no diagnóstico da fertilidade e do estado nutricional dos pomares, superando as limitações que cada um possa ter individualmente. Os resultados das análises de vários anos de coleta devem ser cadastrados, pois a série histórica de resultados de produção, juntamente com as anotações de adubações realizadas, facilita a tomada de decisão quanto às adubações futuras e a eliminação de resultados discrepantes, que são comuns devido à deficiência de coleta das amostras (MELO et al., 2006).

O programa de adubação do pomar de citros deve ser ajustado de modo que a faixa de teores foliares esteja adequada, entre 23 e 27 g kg^{-1}, para o caso de laranjas doces. Abaixo de 23 g kg^{-1} e acima de 30 g kg^{-1} encontram-se as faixas de baixo e alto teor de nutrientes, respectivamente. Para limões e lima ácida Tahiti, as faixas de interpretação do teor de N foliar adequados estão entre 18 e 22 g kg^{-1}, sendo que abaixo de 18 g kg^{-1} e acima de 22 g kg^{-1} encontram-se as faixas de baixo e alto teor de nutrientes, respectivamente (QUAGGIO et al., 2005). Porém, estas faixas podem variar de acordo com as diferentes condições edafoclimáticas e/ou manejo da fertilidade do solo. Dias et al. (2013), ao avaliarem os valores de referência de pomares de laranjeira Pêra enxertada em limoeiro Cravo nutricionalmente equilibrados, cultivados na Amazônia Central com o uso do método DRIS, observaram que a faixa de suficiência estimada para N encontra-se acima da recomendada pelos valores encontrado na literatura, entre 28-30 g kg^{-1}.

6. MANEJO DA ADUBAÇÃO

6.1. Adubação no campo: etapa de plantio

A recomendação de adubação nitrogenada para os citros em campo varia com as três fases da cultura: plantio, formação e produção (QUAGGIO et al., 2005). Na implantação do pomar de citros as exigências de N são menores do que as de outros macronutrientes, como fósforo. A adubação orgânica, caso seja viável do ponto de vista econômico e técnico, pode ser realizada.

6.2. Adubação no campo: etapa de formação

A fase de formação consiste no período posterior à implantação, no qual o pomar se estabelece no campo. Quaggio et al. (2005) e Mattos Junior et al. (2009) consideram que esta fase se estende até o quinto ano após a implantação, enquanto Obreza e Morgan (2011) consideram que seja até o terceiro ano. Stahringer (2013), com base no sistema Ferticalc-Laranja, julga que a produção de frutos começa a ser considerável a partir do quarto ano. A adubação nitrogenada nessa fase é recomendada para a formação da planta, tanto do sistema radicular como da copa e, portanto, leva em conta a idade do pomar e os resultados das análises foliares e de solo para atender às necessidades de crescimento da copa e o início da produção de frutos (QUAGGIO et al., 2005).

Na adubação nitrogenada, Mattos Junior et al. (2009) recomendam o uso de 100 g $planta^{-1}$ de N (0-1 anos), 220 g $planta^{-1}$ de N (1-2 anos) e 300 g $planta^{-1}$ de N (2-3 anos). Há uma tendência

Tabela 3. Teores de macronutrientes em folhas de variedades de citros, a partir de 6 meses de idade.

Macronutriente/ Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	Idade da planta	Referência
	(g kg^{-1})							
Valência/Pêra/Natal	26,8						6 meses	Quaggio et al. (1998)
Pêra/Cravo	27,1 ± 1,05	19,4 ± 1,1	1,25 ± 0,5	29,3 ± 2,1	1,3 ± 0,2		3 anos	Fidalski et al. (1999)
Pêra/Cravo	29,0	18,4	2,7	43,5	2,1	2,8	5 anos	Boaretto et al. (2007)
Hamlin/Cravo	25,5 ± 1,9	13,8 ± 1,4	2,3 ± 0,3	36,8 ± 0,3	3,0 ± 0,3	2,3 ± 0,1	6 anos	Mattos et al. (2003b)
Citrus limon	16,5 ± 1,5	17,5 ± 2,5	2,0 ± 0,2				8 anos	Quaggio et al. (2002)

para revisão das doses de nutrientes no período de formação, tendo em vista a evolução do plantio dos novos pomares em espaçamentos bastante adensados e do crescimento das plantas e aumento da produção de frutos alcançados entre o terceiro e o quinto ano após o plantio no campo, como ocorre, por exemplo, em áreas favoráveis ao pomar ou sob fertirrigação. O N deve ser fracionado em 3 a 6 vezes, entre setembro e março. Os maiores parcelamentos devem ocorrer nos primeiros anos, a fim de aumentar a eficiência de absorção (MELO et al., 2006). Stahringer (2013) recomenda a aplicação de doses mais elevadas na fase inicial do estabelecimento do pomar para que as plantas estejam em ótimas condições no terceiro ano e para que desde o início de sua fase produtiva estejam em condições de atingir boas produtividades.

A localização do adubo durante esse período varia em função da idade e do desenvolvimento das plantas. No primeiro ano, os adubos devem ser colocados ao redor da muda, num raio de 50 cm de largura, respeitando a distância de 15 a 20 cm do tronco. No segundo ano, a localização deverá ser ao redor da muda, num raio de 1,5 m de largura, respeitando a distância de 20 cm do tronco. No terceiro ano deve ser em faixas, nos dois lados da planta, de largura igual ao raio da copa, sendo 2/3 dentro e 1/3 fora dela.

Alguns estudos vêm demonstrando a importância da adubação orgânica em pomares de citros em formação. Panzenhagem (1996), ao estudar a aplicação de adubos orgânicos em pomar novo de tangerina Montenegrina, verificou que nas adubações com esterco de aves o crescimento das plantas e a produção de frutos foram, em geral, equivalentes aos obtidos com as adubações minerais. Já a adubação com esterco de bovinos reduziu a produção total, mas aumentou a proporção de frutos de maior valor comercial. Almeida et al. (2005), ao avaliarem o efeito do esterco de curral curtido em pomar de tangerineira Poncã durante dois anos, verificaram que houve um aumento linear na altura das plantas, no diâmetro do caule e no volume da copa com o incremento das doses de esterco de curral curtido, com doses que variaram de 30 kg planta^{-1} no primeiro ano e 37,5 kg planta^{-1} no segundo ano, não havendo diferença nesses atributos quando as plantas foram adubadas com 400 e 800 g planta^{-1} no primeiro e no segundo ano, respectivamente.

6.3. Adubação de produção

A partir do quarto ano, a planta de citros começa a produzir frutos em maior quantidade, por isso, a recomendação para a adubação nitrogenada deste ano em diante será feita atendendo a produção esperada de frutos para pomar em produção (plantas adultas) (QUAGGIO et al., 2010). Ainda, a recomendação pode variar de acordo com os grupos de variedades de laranjas, considerando a qualidade e o destino da fruta (indústria ou *in natura*), de lima ácida e limões, e tangerinas e tangor (Tabela 4).

A adubação é feita no início da primavera, pois o fluxo de vegetação é maior e, com isso, a demanda de nutrientes aumenta e se estende até o início do outono, quando deve haver boa reserva e equilíbrio na biomassa das plantas para garantir os processos normais de floração e fixação dos frutos (QUAGGIO et al., 2005). O parcelamento das doses do adubo nitrogenado deve ser feito em três ou quatro aplicações durante o ano, para se adequar à demanda de nutrientes em diferentes períodos de desenvolvimento dos citros. Até o florescimento, recomenda-se aplicar de 30% a 40% do N e o restante dividir entre os meses de outubro e março do ano seguinte. Vale ressaltar que para variedades precoces, tais como Hamlin e Westin, o parcelamento da adubação deve ser feito até fevereiro (MATTOS JUNIOR et al., 2009).

A localização dos adubos nitrogenados, por sua vez, depende da distribuição do sistema radicular na horizontal e na vertical e do comportamento do adubo no solo (MALAVOLTA et al., 1994). De modo geral, a maior absorção radicular em plantas adultas ocorre quando o adubo é aplicado em faixas, nos dois lados da planta, de largura igual ao raio da copa, sendo 1/3 dentro e 2/3 fora dela (ANDRADE et al., 2005).

7. EFICIÊNCIA NO USO DE NITROGÊNIO

Em função das transformações do N no sistema solo-planta-atmosfera, apenas parte do N proveniente do fertilizante é absorvida pelas plantas e utilizada para produção de frutos. A eficiência com que o nutriente aplicado é transformado em biomassa depende de numerosos processos complexos, dependentes da planta, do ambiente e da tecnologia dos fertilizantes. Dentre os fatores de maior importância destacam-se os que afetam a eficiência agronômica (EAgN), a qual indica que proporção do N aplicado como fertilizante fica disponível no solo para ser absorvido. Por outro lado, deve-se considerar também a eficiência de absorção (EAbN), que indica a proporção do NO_3^- disponível no solo que é recuperada pelas plantas, e a eficiência de transformação (ETrN), que indica como o N absorvido é usado para a produção de biomassa (XU et al., 2006). Contudo, a EAgN e a EAbN respondem pela maior parte das perdas no sistema, que podem chegar a mais de 90% do N aplicado, especialmente dependentes das práticas culturais, do solo e da água (ALVA et al., 2006; MATTOS JUNIOR et al., 2007).

Tabela 4. Recomendação de adubação nitrogenada para laranjas (indústria e *in natura*), limões e lima ácida e tangerinas e tangor Murcott em função das análises de folhas e classes de produção. A doses foram calculadas para máxima produção econômica.

Classes de produção	N foliar (g kg^{-1})											
	Laranja indústria			Laranja *in natura*			Lima ácida e Limões			Tangerinas e Tangor Murcott		
	< 23	23-27	> 27	< 23	23-27	> 27	< 17	18-22	> 22	< 23	23-27	> 22
(t ha^{-1})	N (kg ha^{-1})											
< 20	120	80	70	100	80	60	100	80	60	80	70	60
21-30	140	120	90	120	100	80	140	120	80	110	90	70
31-40	200	160	130	160	140	100	200	160	100	160	130	100
41-50	220	200	160	180	160	120	220	200	120	200	170	140
> 50	240	220	180	-	-	-	260	220	140	230	190	150

Fonte: Adaptada de Mattos Junior (2009) e Quaggio et al. (2010).

7.1. Eficiência agronômica no uso de N

O N aplicado no solo está sujeito a perdas por lixiviação, escorrimento superficial, desnitrificação, volatilização da amônia e imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2006). Essas perdas afetam a eficiência agronômica do fertilizante que, em pomares de citros, varia entre 25% e 50% do N aplicado (ALVA et al., 2006; QUAGGIO et al., 2005; MATTOS JUNIOR et al., 2007).

O N pode ser aplicado nas formas químicas nítrica, amoniacal e amídica (SCIVITTARO et al., 2004). Dentre as formas utilizadas, a ureia é a que apresenta perdas por volatilização da amônia mais significativas. Avaliações em pomares comerciais e condições experimentais têm mostrado que essas perdas podem variar de 15% a 75% do N aplicado à superfície, em condições extremas (CANTARELLA et al., 2003; ALVA et al., 2006). O processo geral de volatilização a partir de ureia está relacionado ao aumento localizado no pH do solo após a dissolução e a hidrólise do fertilizante (MATTOS JUNIOR et al., 2007). Numerosos fatores estão relacionados às perdas de N por volatilização, como alta temperatura e baixa umidade, presença de palha ou matéria orgânica em cobertura, vento, solos alcalinos e altas doses de aplicação (CANTARELLA et al., 2003; ALVA et al., 2006).

Adubações com nitrato de amônio reduzem em 44% as perdas por volatilização de amônia, comparado à ureia, quando aplicado na superfície do solo de pomares de laranjeira (MATTOS JUNIOR et al., 2002; CANTARELLA et al., 2003). Cantarella et al. (2003) verificaram que a adubação com nitrato de amônio durante cinco anos provocou acidificação do solo e diminuição no Ca e Mg trocáveis, enquanto a saturação por bases do solo caiu de 77% nas parcelas tratadas com 20 kg ha^{-1} N por ano para 24% naquelas que receberam 260 kg ha^{-1} N por ano. Nessas situações, o nitrato de cálcio pode representar em alternativa viável à ureia. Como vantagem adicional, apresenta elevada solubilidade, a qual proporciona efeito alcalino no substrato e contribui para o fornecimento de cálcio às plantas, nutriente requerido em maior quantidade pelos citros (SCIVITTARO et al., 2004; QUAGGIO et al., 2014).

A nitrificação é um processo que ocorre normalmente nos solos aerados, com pH mais elevado, e de forma relativamente bastante rápida. Caracteriza-se pela transformação do amônio em nitrato pela ação de bactérias específicas dos gêneros *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*. O nitrato liberado na solução do solo não é retido no complexo de troca de cátions e, desta forma, caso não seja absorvido pelas raízes, fica sujeito a perdas por lixiviação com a água de percolação (ALVA et al., 2006). As perdas de N por lixiviação de nitrato têm maior possibilidade de ocorrer em solos com textura mais arenosa (QUAGGIO et al., 2005; ALVA et al., 2006). Os citros possuem sistema radicular relativamente superficial, sendo que a quantidade de raízes fibrosas é substancialmente reduzida abaixo dos 45 cm e mínima abaixo dos 90 centímetros. Portanto, o nitrato deslocado pela água para além de 90 cm de profundidade não é susceptível de ser absorvido pelas raízes (ALVA et al., 2003; QUIÑONES et al. 2007).

Quiñones et al. (2012), trabalhando com laranjeira Valência enxertada em 'Carrizo' de 3 anos de idade, cultivada ao ar livre em tanques de 1 m^3, em solo argiloso ou arenoso, verificaram que a absorção de N foi maior no solo arenoso do que no argiloso. Isto ocorreu provavelmente porque as plantas cultivadas nos solos arenosos apresentaram maior quantidade de raízes do que as cultivadas em solos argilosos. No entanto, o nitrato sofreu maior percolação no solo arenoso, e de forma mais rápida. Por outro lado, a alta permeabilidade do solo arenoso, com baixa capacidade de retenção de água, demandou maior frequência de irrigação, o que aumentou o deslocamento do nitrato para camadas mais profundas. A menor lixiviação de nitrato no solo argiloso ocorreu devido ao maior acúmulo de N orgânico ao longo do perfil do solo.

O nitrato no solo também pode ser perdido por desnitrificação, provocada por bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Alcaligenes* e *Flavobacterium*. Em ausência de O_2 estas bactérias podem utilizar o NO_3^- como aceptor alternativo de elétrons para a oxidação dos compostos orgânicos, liberando N_2 ou N_2O. Porém, esse processo só ocorre em condições anaeróbicas do solo (ALVA et al., 2006).

7.2. Eficiência de absorção e transformação do N

Os componentes que promovem a eficiência global do uso do N dependem fundamentalmente das características da planta e das suas respostas frente ao ambiente (BOARETTO et al., 2010; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA et al., 2012; XU et al., 2012). Diferenças específicas entre espécies, vigor e crescimento radicular afetam a eficiência com que o N é recuperado (BOARETTO et al., 2010; XU et al., 2012). Além disso, o estado fisiológico, presença de drenos, temperatura e disponibilidade hídrica afetam a absorção e a assimilação do N, que serão maiores durante a primavera e o início do verão, sempre que houver água no solo (MATTOS JUNIOR et al., 2003a; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA et al., 2012). Por isso, a adubação nesse período aumenta a recuperação do fertilizante.

7.3. Boas práticas no manejo da adubação nitrogenada

Devido aos numerosos fatores de perdas inerentes à adubação nitrogenada, é necessária a adoção de boas práticas de manejo de fertilizantes a fim de reduzir os custos da aplicação, os riscos ambientais de contaminação e a emissão de gases de efeito estufa. Dentre as práticas recomendadas, devem ser consideradas as doses recomendadas para os intervalos de produção e concentração foliar, diferentes fontes de N e formas de aplicação, incorporação ao solo, parcelamento nas épocas mais propícias e a disponibilidade de água no perfil do solo (CANTARELLA et al., 2003; GIRARDI e MOURÃO FILHO, 2003; ALVA et al., 2006; QUAGGIO et al., 2010).

Uma técnica alternativa de fertilização consiste no emprego de adubos encapsulados de liberação lenta. Os fertilizantes de liberação lenta são recobertos por substâncias orgânicas ou resinas sintéticas, derivadas da ureia, cujas características, em função da temperatura e umidade do solo, definem a curva de liberação dos nutrientes (QUAGGIO et al., 2005). Segundo Girardi e Mourão Filho (2003), estudos indicam que os fertilizantes de liberação lenta têm potencial de reduzir significativamente a frequência de aplicação, comparados aos fertilizantes solúveis, sem prejuízos ao desenvolvimento das plantas cítricas e ao ambiente.

Observou-se que a eficiência da adubação nitrogenada na nutrição e produção de frutos da laranjeira 'Valência', com a redução mínima de 26% da dose de N, pode ser obtida quando o período de adubação coincidir com a primavera e verão e a estação das chuvas (15 de setembro a 15 de fevereiro), conforme recomendações de Quaggio et al. (2005), possibilitando contornar as limitações hídricas destes solos sem a necessidade adicional de irrigação (QUIÑONES et al. 2012).

REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. 2a. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 422 p.

ALMEIDA, T. R. P.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A.; MISCHAN, M. M. Formação do pomar de tangerineira 'Poncã', em função da adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 288-291, 2005.

ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2006.

ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; GRAHAM, W. D.; WHEATON, T. A. Best nitrogen and irrigation management practices for citrus production in sandy soils. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 143, p. 139-154, 2003.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em:< http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>. Acesso em: 21 de set. 2014.

ANDRADE, T. P. R. **Manual de citricultura**. 2a. ed. Chapecó: Coopercentral, 2005. 78 p.

BELDA, M.; HOLTANOVÁ, E.; HALENKA, T.; KALVOVÁ, J. Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. **Climate Research**, v. 59, p. 1-13, 2014.

BOARETTO, R. M.; MATOS JUNIOR, D.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E. Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (^{15}N) aplicado em pomar jovem de laranjeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 600-605, 2007.

BOARETTO, R. M.; MATTOS JUNIOR., D.; QUAGGIO, J. A. ; CANTARELLA, H. ; TRIVELIN, P. C. O. Nitrogen-15 uptake and distribution in two citrus species. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 19., 2010, Brisbane. **Proceedings...** Australia: IUSS, 2010.

BORDIN, I.; NEVES, C. S. V. J.; AIDA, F. T.; SOUZA, W. R.; DAVOGLIO JUNIOR, A. C.; FURLANETO, T. L. R; TAVARES FILHO, J. Sistema radicular de plantas cítricas e atributos físicos do solo em um Latossolo argiloso submetido à escarificação. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 820-825, 2005.

BOTEON, M.; NEVES, E. M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. cap. 2, p. 19-36.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BUSTAN, A.; GOLDSCHMIDT, E. E. Estimating the cost of flowering in a grapefruit tree. **Plant, Cell and Environment**, v. 21, p. 217-224, 1998.

CANTARELLA, H.; MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; RIGOLIN, A. T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, p. 1-9, 2003.

CEREZO, M.; CAMAÑES, G.; FLORS, V.; PRIMO-MILLO, E.; GARCÍA-AGUSTÍN, P. Regulation of nitrate transport in citrus rootstocks depending on nitrogen availability. **Plant Signalling & Behavior**, v. 2, n. 5, p. 337-342, 2007.

CHOI, S. T.; PARK, D. S.; KANGB, S. M.; CHOC, Y. C. Effect of fruit-load on the growth, absorption, and partitioning of inorganic nutrients in young 'Fuyu' persimmon trees. **Scientia Horticulturae**, v. 126, p. 408-412, 2010.

CORÁ, J. E.; SILVA, G. O.; MARTINS FILHO, M. V. Manejo do solo sob citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J.; NEGRI, J. D. (Ed.). **Citros**. Cordeirópolis: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, 2005. p. 347-368.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. Environmental constraints on growth, development and physiology of citrus. In: CAB International (Ed.). **Citrus**. Wallingford, UK, 1994. p. 52-82.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 91-132.

DIAS, J. R.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; SILVA, A. M.; SANTOS, J. Z. L. Níveis críticos e faixas de suficiência nutricional em laranjeira-pêra na Amazônia Central obtidas pelo método DRIS. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 239-246, 2013.

DONADIO, L. C.; MOURÃO, F. A. A. F.; MOREIRA, C. S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS, JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. p. 1-18.

DOVIS, V. L.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V.; MAGALHÃES FILHO, J. R.; MARCHIORI, P. E. R.; SALES, C. R. G. Roots are important sources of carbohydrates during flowering and fruiting in 'Valência' sweet orange trees with varying fruit load. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 87-95, 2014a.

DOVIS, V. L.; HIPPLER, F. W. R.; SILVA, K. I.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; MATTOS JUNIOR, D. Optimization of the nitrate reductase activity assay for citrus trees. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 4, p. 383-390, 2014b.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Faostat**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em 21 set. 2014.

FIDALSKI, J.; AULER, P. A. M. Adubação nitrogenada e precipitação sobre a nutrição e produção de laranjeira 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 141-146, 2007.

FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A.; AULER, P. A. M.; JACOMINO, A. P. Produção de frutos de laranjeira Pêra e teores de nutrientes nas folhas e no solo, em Latossolo Vermelho-Escuro do noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, p. 273-279, 1999.

FIGUEIREDO, M. G.; BARROS, A. L. M.; FRIZZONE, J. A. Consumo de fertilizantes e produtividade da laranja em São Paulo ao longo das décadas de 1970, 1980 e 1990. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 3, p. 67-650, 2009.

FUNDECITROS. Fundo de Defesa da Citricultura. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2015**. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/Inventario%20e%20Estimativa%20do%20Cinturao%20Citricola_Versao%20Ampliada_01_Julho.pdf>. Acesso em: 21 set. 2014.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 507-518, 2003.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Crescimento inicial de laranjeira Valência sobre dois porta-enxertos em função da adubação nitrogenada no plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 117-119, 2004.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em:<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201503.pdf>. Acesso em: 21 set. 2014.

KIM, Y. K.; LIM, C. S.; KANG, S. M.; CHO, J. L. Root storage of nitrogen applied in autumn and its remobilization to new growth in spring of persimmon trees (*Diospyros kaki* cv. 'Fuyu'). **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 193-196, 2009.

LÉCHAUDEL, M.; GÉNARD, M.; LESCOURRET, F.; URBAN, L.; JANNOYER, M. Modeling effects of weather source-sink relationships on mango fruit growth. **Tree Physiology**, v. 25, p. 583-597, 2005.

LEGAZ, F.; SERNA, M. D.; PRIMO-MILLO, E. Mobilization of the reserve N in Citrus. **Plant and Soil**, v. 173, p. 205-210, 1995.

LI, C. Y.; WEISS, D.; GOLDSCHMIDT, E. E. Effects of carbohydrate starvation on gene expression in citrus root. **Plant**, v. 217, p. 11-20, 2003.

LIU, Y.; HEYING, E.; TANUMIHARDJO, S. History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. **Comprehensive Reviews in Food Sience and Food Safety**, v. 11, n. 6, p. 530-545, 2012.

LOPES, F. A. **Adubação em doses variadas em citros**. 2010, 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2010.

MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranjeira 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L; GOMES, M. M. A.; G. HABERMANN. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 53-58, 2002.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1161-1170, 2005.

MAGALHÃES FILHO, J. R; MACHADO, E. C.; MACHADO, D. F. S. P.; RAMOS, R. A.; RIBEIRO, R. V. Variação da temperatura do substrato e fotossíntese em mudas de laranjeira 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1118-1126, 2009.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**. São Paulo: Produquímica, 1994.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus>. Acesso em: 21 set. 2014.

MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B.; QUIÑONES, A.; LEGAZ, F.; PRIMO-MILLO, E. Nitrogen-use efficiency of young citrus trees as influenced by the timing of fertilizer application. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 175, p. 282-292, 2002.

MATTOS JUNIOR, D.; GRAETZ, D. A.; ALVA, A. K. Biomass distribution and nitrogen-15 partitioning in citrus trees on a sandy entisol. **Soil Science Society of America Journal**, v. 67, p. 555-563, 2003a.

MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K. Nutrient content of biomass components of 'Hamlin' sweet orange trees. **Scientia Agricola**, v. 60, p. 155-160, 2003b.

MATTOS JUNIOR, D.; ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; GRAETZ, D. A. Nitrogen volatilization and mineralization in a sandy entisol of Florida under citrus.**Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 13-14, p. 1803-1824, 2007.

MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. Perdas por volatilização do nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **Laranja**, v. 23, p. 263-270, 2002.

MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, R. M. Manejo da fertilidade do solo para alta produtividade. **Informações Agronômicas**, n. 128, p. 5-12, 2009.

MAUST, B. E.; WILLIAMSON, J. G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of the American Society for Horticultural Scienc**e, v. 119, p. 195-201, 1994.

MEDINA, C. L.; RENA, A. B.; SIQUEIRA, D. L.; MACHADO, E. C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. p. 174-195.

MELO, M. B. **Aspectos técnicos dos citros em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Deagro, 2006. 86 p.

MONERRI, C.; FORTUNATO-ALMEIDA, A.; MOLINA, R. V.; NEBAUER, S. G.; GARCÍA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J. L. Relation of carbohydrate reserves with the forthcoming crop, flower formation and photosynthetic rate, in the alternate bearing 'Salustiana' sweet orange (*Citrus sinensis* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 1, p. 71-78, 2011.

MONSELISE, S. P. Citrus. In: MONSELISE, S. P. (Ed.). **Handbook of fruit set and development**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1986. p. 87-108.

NEBAUER, S.; AVILA, C.; GARCÍA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J. L. Seasonal variation in the competence of the buds of three cultivars from different citrus species to flower. **Trees**, v. 20, p. 507-514, 2006.

NEBAUER, S. G.; ARENAS, C.; RODRÍGUEZ-GAMIR, J.; BORDÓN, Y.; FORTUNATO-ALMEIDA, A.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, J. L.; MOLINA, R. V. Crop load does not increase the photosynthetic rate in Citrus leaves under regular cropping conditions. A study throughout the year. **Scientia Horticulturae**, v. 160, p. 358-365, 2013.

NEVES, M. F.; KALAKI, R. B.; TROMBIM, V. G. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: CitrusBR, 2010. 137 p.

OBREZA, T. A.; MORGAN, K. T. **Nutrition of Florida citrus trees**. University of Florida-IFAS, Soil and Water Science Department, 2011. 90 p.

PANZENHAGEM, N. V. **Fontes e níveis de adubação em pomar novo de tangerina 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore)**. 1996, 93 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

PARENT, S. E; PARENT, L. E.; EGOZCUE, J. J.; ROZANE, D. E.; HERNANDES, A.; LAPOINTE, L.; HÉBERT-GENTILE, V.; NAESS, K.; MARCHAND, S.; LAFOND, J.; MATTOS JUNIOR, D.; DARLOW, P.; NATALE, W. The plant ionome revisited by the nutrient balance concept. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 39, 2013.

PASSOS, O. S.; COELHO FILHO, M. A.; SOUZA, J. da S.; LEÃO, H. C. Produção de citros de mesa e industrial no nordeste brasileiro – Avanços tecnológicos. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18.; AGROFLORES, 13., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Fruta, 2011. 1 CD-ROM.

PIMENTEL, C.; BERNACCHI, C.; LONG, S. Limitations to photosynthesis at different temperatures in the leaves of *Citrus limon*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 141-147, 2007.

PRADO, A. K. S.; MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; MACHADO, D. F. S. P.; MAZZAFERA, P. Florescimento e frutificação em laranjeiras 'Valência' com diferentes cargas de frutos e submetidas ou não à irrigação. **Bragantia**, v. 66, p.173-182, 2007.

QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a basis for citrus fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 52, p. 67-74, 1998.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R. M . Citros. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Org.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2010, v. 3, p. 373-409.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS, JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; ALMEIDA, E. L.; CARDOSO, S. A. B. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. **Science Horticulturae**, v. 96, p. 151-162, 2002.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. cap. 17, p. 483-507.

QUIÑONES, A.; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B.; LEGAZ, F. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 122, p. 399-409, 2007.

QUIÑONES, A.; MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B.; MARTÍNEZ, J. M.; FORNERGINER, M. A.; IGLESIAS, D. J.; PRIMO-MILLO, E.; LEGAZ, F. Fate of ^{15}N-labeled potassium nitrate in different citrus-cultivated soils: influence of spring and summer application.**Water, Air, & Soil Pollution**, v. 223, n. 5, p. 2209-2222, 2012.

RAMOS, R. A.; RIBEIRO, R. F.; MACHADO, E. C.; MACHADO, R. S. Variação sazonal do crescimento vegetativo de laranjeiras Hamlin enxertadas em citrumeleiro Swingle no município de Limeira, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v. 32, p. 539-545, 2010.

REIS, A. R.; FAVARÍN, J. L.; GALLO, L. A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F.; LAVRES J. J. Nitrate reductase and the glutamine synthetase acitvity in coffee leaves during fruit development. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 315-324, 2009.

REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: REUTHER, W. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University California Press, 1973. v. 3, chap. 9. p. 280-337.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 247-253, 2006.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosyntesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 393-411, 2007.

RUIZ, R.; GARCÍA-LUIS, A.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, J. L.Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. **Annals of Botany**, v. 87, p. 805-812, 2001.

SCHOLBERG, J. M. S; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A.; MCNEAL, B. L.; MORGAN, K. T. Soil temperature, nitrogen concentration, and residence time affect nitrogen uptake efficiency in Citrus. **Journal of Environmental Quality**, v. 31, p. 759-768, 2002.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; MORALES, C. F. G.; RADMANN, E. B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2004.

SEKITA, M. C. 2008, 36 p. **Floração de laranjeira 'Valência' com variação de carga pendente**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Sub-tropical) – Instituto Agrônomico, Campinas, SP, 2008.

SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. cap.11, p. 317-344.

SOUZA, T. R.; SALOMÃO, L. C.; ANDRADE, T. F.; BÔAS, R. L. V.; QUAGGIO, J. A. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 99-1003, 2011.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge, University Press, 1996. 230 p.

STAHRINGER, N. I. **Sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para cultura da laranjeira com base no balanço nutricional (Ferticalc – Laranja)**. 2013, 120 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

XU, M.; LIANG, M.; CHEN, J.; XIA, Y.; ZHENG, Z; ZHU, Q.; DENG, X. Preliminary resarch on soil conditioner mediated citrus Huanglongbing mitigation in the field in Guangdong, China. **European Journal of Plant Phathology**, v. 137, p. 283-293, 2013.

XU, Z. Z.; ZHOU, G. S. Nitrogen metabolism and photosynthesis in *Leymus chinensis* in response to long-term soil drought. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 25, p. 252-266, 2006.

TRABALHO CONTEMPLADO COM O PRÊMIO IPNI BRASIL EM NUTRIÇÃO DE PLANTAS, CATEGORIA JOVEM PESQUISADOR – 2015

HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDLS) COMO MATRIZ HOSPEDEIRA DE FOSFATO

Luíz Paulo Figueredo Benício[1], Jairo Tronto[2], Liovando Marciano da Costa[3], Brenda Gomes Pio[4], Liliane de Castro Santos[4], José Maria da Silva[4]

Os hidróxidos duplos lamelares (HDLs), também conhecidos como compostos do tipo da hidrotalcita, são da família das argilas aniônicas, possuem uma estrutura bidimensional (BELLEZZA et al., 2012), sendo representados pela seguinte fórmula química:

$$[M^{2+}_{(1-x)}\ M^{3+}_{x}(OH)_2](A^{n-})_{x/n}\cdot{}_zH_2O$$

em que: M^{2+} representa o cátion metálico bivalente, M^{3+} representa o cátion metálico trivamente e A^{n-} o ânion interlamelar.

Para uma melhor compreensão da estrutura dos HDLs, partimos da estrutura da brucita $Mg(OH)_2$, onde o Mg encontra-se no centro de um octaedro, cercado de hidroxilas que são unidas por ligações de hidrogênio a outros octaedros, formando uma lamela neutra. Quando ocorre a substituição isomórfica desse cátion bivalente por um cátion trivalente, a lamela passa a apresentar cargas positivas, que são neutralizadas pela presença de ânions que ficam intercalados no chamado domínio interlamelar.

Nos últimos anos, os HDLs têm atraído a atenção para diversas pesquisas nas mais variadas áreas (XU et al., 2011; HETTERLEY et al., 2008). Benício et al. (2015) descrevem as potencialidades do uso de HDLs na agricultura, dentre eles, a intercalação de ânions fosfato para sua utilização como fertilizante de liberação sustentada.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo tentar sintetizar e caracterizar HDLs de zinco e alumínio contendo ânions fosfato intercalados.

MATERIAL E MÉTODOS

A tentativa de intercalação de ânions fosfato nos HDLs foi feita através de síntese indireta, no qual inicialmente é preparado um HDL precursor e depois o ânion de interesse é inserido por um método diferente (CREPALDI e VALIM, 1998).

Para síntese dos HDLs, foram adotados três tratamentos, nos quais os cátions contidos nas lamelas foram Zn^{2+} e Al^{3+}, na razão molar 2:1, tendo como reagentes os sais de $Zn(NO_3)_2$ e $Al(NO_3)_3$:

- **Tratamento 1 (T1):** A síntese do HDL precursor foi realizada pelo método de coprecipitação a pH variável (CREPALDI e VALIM, 1998), tendo como ânion interlamelar CO_3^{2-}, fornecido por uma solução de Na_2CO_3, no qual o pH final da síntese foi ajustado em 11. Depois de preparado, o precursor foi filtrado e seco a vácuo, tamizado em peneira de 80 mesh e levado para calcinação a 500 ºC por 4 h. A intercalação do fosfato foi feita através da regeneração do HDL precursor calcinado. Nesta etapa, material foi colocado em contato com solução concentrada de KH_2PO_4 (1,0 mol L^{-1}) com pH ajustado em 11, por 24 h em banho-maria a uma temperatura de 65 ºC, com fluxo contínuo de N_2. Após as 24 h a suspensão foi filtrada e seca a vácuo.

- **Tratamento 2 (T2):** Neste tratamento, a síntese procedeu exatamente como no tratamento 1 diferindo apenas no pH final da síntese e da solução de fosfato, sendo este ajustado em 10 nas duas etapas.

- **Tratamento 3 (T3):** A síntese do HDL precursor foi realizada pelo método de coprecipitação a pH constante (CREPALDI e VALIM, 1998), tendo o NO_3^- como ânion interlamelar, fornecido por uma solução de KNO_3, o pH durante todo o processo foi ajustado para 10. Após o final da síntese a suspensão formada foi filtrada e o material retido colocado para secagem a vácuo, em seguida tamizado em peneira de 80 mesh. A intercalação do ânion fosfato foi feita através da substituição do ânion por troca iônica, conforme descrito em (CREPALDI e VALIM, 1998). Nesta etapa, o precursor foi colocado em contato com uma solução 1,0 mol L^{-1} de KH_2PO_4 por 24 h em banho-maria a 65 ºC com fluxo constante de N_2. Após as 24 h a suspensão foi filtrada e o material colocado para secagem a vácuo.

Após a síntese, os materiais foram caracterizados por difração de raios X do pó (DRXP), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectrofotometria de absorção molecular na região do infravermelho com acessório de reflectância total atenuada (FTIR/ATR), quantificação do fósforo total, fósforo em água, metais constituintes dos HDLs, carbono total, nitrogênio total e hidrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os padrões de DRXP, indicando que a formação de HDLs precursores ocorreu nos três tratamentos, tendo os picos característicos para intercalação de ânions CO_3^{2-} nos tratamentos 1 e 2, com valor de espaçamento basal de 7,54 Å, calculado pela equação de Bragg e a média dos picos basais (003) e (006). Para T3 foi possível observar os picos característicos para intercalação de ânions NO_3^-, o espaçamento basal calculado foi de

[1] Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG; email: luizpaulo.figueredo@gmail.com
[2] Professor Adjunto, Universidade Federal de Viçosa/Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG.
[3] Professor Titular, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
[4] Aluno do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

8.76 Å, média para os picos (003) e (006). Os padrões do DRXP apresentam perfil característico de HDLs, com espaçamentos basais semelhantes aos descritos na literatura para estes materiais (YANG et al., 2014; VELU et al., 1997).

Ainda na Figura 1, pode-se observar que em T1 e T2 após a calcinação houve um colapso da estrutura lamelar, a qual não foi possível ser reconstruída com ânions fosfato após o tratamento de regeneração. Para T3 após a troca, observa-se a formação de uma estrutura lamelar contendo o pico (003) com espaçamento basal de 10,87 Å, espaço maior que do precursor com NO_3^-, indicando que houve intercalação HPO_4^{2-} entre as lamelas.

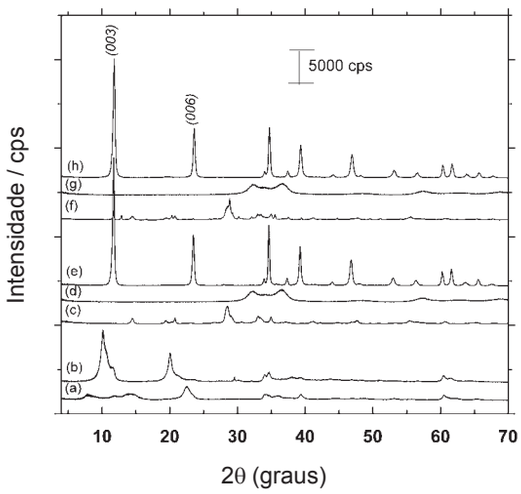


Figura 1. Difratogramas de raio-X do pó: (a) T3 após a troca; (b) T3 precursor; (c) T2 regenerado; (d) T2 calcinado; (e) T2 precursor; (f) T1 regenerado; (g) T1 calcinado; (h) T1 precursor.

A análise FTIR/ATR mostra a presença de grupos funcionais relacionados a incorporação de HPO_4^{2-} no HDL (Figura 2). A banda localizada em 998 cm^{-1} indica vibração da ligação P-O (YANG et al., 2014). Este pico só aparece depois do tratamento de troca iônica, indicando que o P foi incorporado a estrutura do HDL. Nos espectros podem ainda ser observadas bandas características da presença de H_2O em 3.444 cm^{-1} e CO_2 em 1.374 cm^{-1}.

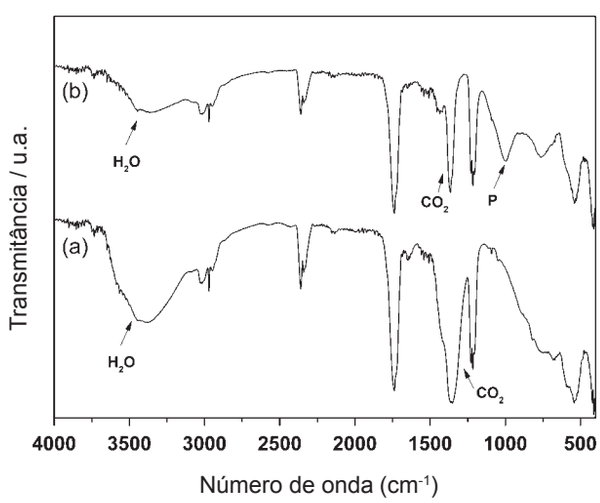


Figura 2. Espectros de infravermelho do HDL antes e depois da Incorporação do fosfato. (a) T3 precursor; (b) T3 pós troca.

Tendo em vista que apenas T3 obteve êxito na incorporação de fosfato na estrutura do HDL, a análise elementar foi feita apenas para a amostra referente ao tratamento. A análise apresentou os seguintes resultados: Al: 62,53 mg g^{-1}; C: 6,4 mg g^{-1}; H:19,8 mg g^{-1}; P: 35,06 mg g^{-1} e Zn: 417, 56 mg g^{-1}.

Não foi detectado nitrogênio na análise elementar no HDL após o tratamento de troca iônica, indicando que N do precursor foi substituído por ânions fosfato. Os teores totais de P encontrados no presente trabalho são semelhantes aos encontrados na literatura. Cheng et al. (2010) trabalhando com diferentes HDLs de Zn-Al na adsorção de fosfato, obtiveram resultados entre 25 e 40 mg g^{-1} de P. Cheng et al. (2011) testando diferentes temperaturas na síntese de HDLs, obtiveram materiais com capacidade máxima de adsorção de P variando 17,8 a 27,10 mg de P por grama de HDL, os autores relatam que a capacidade de incorporação de P está intimamente ligado ao processo de síntese, pois esta pode ocasionar mudanças na cristalinidade e área superficial do material, afetando assim a capacidade de adsorção de P.

O teor de P em água do HDL foi de 2,53 mg g^{-1}, correspondendo a 7,21% do P total, indicando que o material apresenta ainda uma boa capacidade de reter o P em sua estrutura, podendo ter um uso para proteção de ânions fosfato. Esta característica de proteção de fosfato pode tornar o material de uso importante na agricultura como potencial para utilização como fertilizante de liberação sustentada, uma vez que o P devido sua baixa disponibilidade e sua adsorção/fixação em solos tropicais é um dos maiores limitantes da agricultura no Brasil. A caracterização química de HDLs está em estado bastante avançado, devido à grande variedade de técnicas analíticas que podem ser aplicadas atualmente. No entanto, os estudos agronômicos desses nanomateriais não apresentam o mesmo nível de sofisticação para apoiar a sua aplicação na agricultura. Assim, é essencial desenvolver técnicas agronômicas avançadas e compatíveis com a base química destes materiais (BENÍCIO et al., 2015).

CONCLUSÕES

Nas condições em que se desenvolveu o presente trabalho pode-se concluir que, a regeneração do HDL precursor calcinado para intercalação de ânions fosfato não é efetiva, pois após a calcinação o material não é regenerado. A síntese por troca iônica é efetiva quanto a incorporação de fosfato na estrutura do HDL. O teor de P encontrado no HDL ZnAl – PO_4 (T3) condiz com os padrões obtidos na literatura, no entanto para uso na agricultura ainda é considerado baixo, sendo necessário o desenvolvimento de técnicas que possam aumentar a quantidade de hospedada no material.

REFERÊNCIAS

BELLEZZA, F.; NOCCHETTI, M.; POSATI, T.; GIOVAGNOLI, S.; CIPICIANI, A. Synthesis of colloidal dispersions of NiAl, ZnAl, NiCr, ZnCr, NiFe, and MgFe hydrotalcite-like nanoparticles. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 376, p. 20-27, 2012.

BENÍCIO, L. P. F.; SILVA, R. A.; LOPES, J. A.; EULÁLIO, D.; SANTOS, R. M. M.; AQUINO, L. A.; VERGÜTZ, L.; COSTA, L. M.; NOVAIS, R. F.; PINTO, F. G.; TRONTO, J. Layered double hydroxides: nanomaterials for applications in agriculture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1-13, 2015.

CHENG, X.; HUANG, X.; WANG, X.; SUN, D. Influence of calcination on the adsorptive removal of phosphate by Zn-Al layered double hydroxides from excess sludge liquor. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, p. 516-523, 2010.

CHENG, X.; YE, J.; SUN, D.; CHEN, A. Influence of Synthesis Temperature on Phosphate adsorption by Zn-Al layered double hydroxides in excess sludge liquor. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 19, p. 391-396, 2011.

CREPALDI, E. L.; VALIM, J. B. Hidróxidos duplos lamelares: síntese, estrutura, propriedades e aplicações. **Química Nova**, v. 21, p. 300-311, 1998.

HETTERLEY, R. D.; MACKEY, R.; JONES, J. T. A.; KHIMYAK, Y. Z.; FOGG, A. M.; KOZHEVNIKOV, I. V. **Journal of Catalysis**, v. 258, p. 250-255, 2008.

VELU, S.; RANKUMAR, A.; NARAYANA, A.; SWAMY, C. S. Effect of interlayer anions on the physicochemical properties of zinc-aluminium hydrotalcite-like compounds. **Journal of Material Science**, v. 32, p. 957-964, 1997.

XU, Z.; ZHANG, J.; ADEBAJO, M.O.; ZHANG, H.; ZHOU, C. Catalytic applications of layered double hydroxides and derivatives. **Appllied Clay Science**, v. 53, p. 139-150, 2011.

YANG, K.; YAN, L.; YANG, Y.; YU, S.; SHAN, S.; YU, H.; ZHU, B.; DU, B. Adsorptive removal of phosphate by Mg-Al and Zn-Al layered double hydroxides: kinects, isotherms and mechanism. **Separation and Purification Technology**, v. 124, p. 36-42, 2014.

IPNI EM DESTAQUE

PRÊMIO IPNI BRASIL DE NUTRIÇÃO DE PLANTAS – Edição 2015

O IPNI anunciou os vencedores do **Prêmio IPNI Brasil de Nutrição de Plantas 2015** em cerimônia realizada durante o XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, dia 5 de Agosto, em Natal, RN. Neste ano, os contemplados foram o professor e pesquisador Dr. Godofredo Cesar Vitti, na categoria Pesquisador Sênior, e o doutorando Luíz Paulo Figueredo Benício, da Universidade Federal de Viçosa, na categoria Jovem Pesquisador.

O Prêmio IPNI Brasil de Nutrição de Plantas é um reconhecimento ao mérito científico e ao desempenho de profissionais de destaque na agricultura nacional. A escolha dos ganhadores do prêmio é feita por uma comissão julgadora composta por membros da comissão organizadora do evento e da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS).

Ao Dr. Godofredo Cesar Vitti nossos parabéns pela sua dedicação aos assuntos relacionados à Nutrição de Plantas, e ao doutorando Luíz Paulo Figueredo Benício pelo destaque no estudo ***Hidróxidos duplos lamelares (HDLs) como matriz hospedeira de fosfato***, cujo resumo encontra-se na seção Divulgando a Pesquisa deste jornal.

Mais detalhes sobre o Prêmio podem ser vistos no endereço: http://brasil.ipni.net/article/BRS-3353

Dr. Godofredo Cesar Vitti recebeu o Prêmio do Prof. Dr. Victor Hugo Alvarez Venegas, vencedor do Prêmio em 2014.

Luiz Paulo recebeu o Prêmio da Dra. Fatima Moreira, Presidente da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

IPNI BRASIL PARTICIPA DO CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

Dr. Valter Casarin, Diretor Adjunto do IPNI Brasil, participou do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo com a palestra ***Eficiência no uso de nutrientes: comparações na agricultura brasileira e mundial***. O público presente era de aproximadamente 800 pessoas. A apresentação abordou os aspectos teóricos e práticos do aproveitamento dos nutrientes e os modelos para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes em algumas regiões do mundo.

A palestra encontra-se disponível no site do IPNI Brasil e pode ser visualizada no endereço: http://brasil.ipni.net/article/BRS-3359

Dr. Casarin durante sua apresentação no Congresso.

PERSPECTIVAS PARA A PRODUÇÃO DA SOJA NO BRASIL

Dr. Luís Prochnow, Diretor do IPNI Brasil, participou de uma importante sessão no VII Congresso Brasileiro de Soja – MERCOSOJA, 2015, a qual se concentrou na abordagem de questões e na busca de soluções relacionadas à nutrição da soja no Brasil e no Cone Sul. Durante sua apresentação, Dr. Prochnow discutiu os desafios que impedem a agricultura brasileira de melhorar o rendimento de soja. Destacou também o Manejo de Nutrientes 4C. O Grupo de Trabalho de Soja do IPNI Brasil está obtendo progresso contínuo na identificação de oportunidades para melhorar a nutrição da planta.

Participantes do VII Congresso Brasileiro de Soja. Da esquerda para direita: Leandro Zancanaro, Fundação MT; Dr. Fernando Garcia, IPNI Cone Sul; Dr. Cesar de Castro, EMBRAPA Soja; Dr. Luis Prochnow, IPNI Brasil.

IPNI NA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO EM BOTUCATU

Dr. Valter Casarin, Diretor Adjunto do IPNI Brasil, participou como membro da banca examinadora da defesa de tese de Doutorado de Claudio Hideo Martins da Costa, na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, SP. A tese foi intitulada ***Alterações da matéria orgânica do solo em função da aplicação superficial de calcário e gesso na sucessão milho/crambe/feijão-caupi em sistema plantio direto***. O estudo foi aprovado e o trabalho deve ser publicado em breve.

Banca examinadora e candidato. Da esquerda para a direita: Dr. Eduardo Caires, Dr. Valter Casarin, Dr. Orivaldo Arf, Claudio Hideo Martins da Costa (candidato), Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol (orientador) e Dr. Juliano Carlos Calonego.

1º SIMPÓSIO AGROESTRATÉGICO – APROSOJA

Dr. Eros Francisco, Diretor Adjunto do IPNI Brasil, proferiu palestra no I Simpósio Agroestratégico, realizado no dia 9 de julho em Cuiabá, MS, cujo tema foi ***Repensando a Agricultura do Futuro***. O evento, organizado pela Associação dos Produtores de Soja e Milho do Mato Grosso (APROSOJA), contou com 300 participantes, entre produtores, agrônomos, pesquisadores e estudantes, os quais participaram do debate de vários temas ligados à agricultura, como resistência de plantas daninhas, controle de doenças, manejo de nematoides, evolução dos sistemas de produção agrícola, biotecnologia e novos eventos trangênicos e o manejo do solo e nutrientes. "É muito importante haver uma reunião periódica de especialistas para debater os rumos do setor agrícola, especialmente frente à complexa conjuntura dos sistemas de produção atuais, com várias culturas, tecnologias e dificuldades. Para o IPNI, é uma satisfação participar do evento e contribuir com ideias e sugestões para o ajuste dos sistemas no que tange ao uso eficiente dos nutrientes das plantas", disse Dr. Francisco.

Dr. Francisco durante sua apresentação no I Simpósio Agroestratégico.

IPNI NO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DO SOLO

Dr. Valter Casarin, Diretor Adjunto do IPNI Brasil, ministrou uma aula no Curso de Especialização em Manejo do Solo em Dourados, Mato Grosso do Sul. O curso, de 12 horas, é promovido pelo Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, e é destinado a agrônomos e profissionais da área agrícola. A aula abordou a dinâmica dos macro e micronutrientes nos solos brasileiros. Segundo Dr. Casarin, esta uma atividade de grande importância, considerando-se que a maior parte dos alunos era composta por consultores e técnicos agrícolas. Os alunos promoveram uma discussão sobre as necessidades e os desafios da agricultura brasileira.

WEBINAR PROMOVE O MANEJO DE NUTRIENTES 4C

Dr. Eros Francisco, Diretor Adjunto do IPNI Brasil, moderou a palestra do Dr. Leandro Gimenez, o qual discutiu as ferramentas da agricultura de precisão utilizadas para otimizar o manejo de nutrientes, como parte do VIII Simpósio do IPNI Brasil sobre Melhores Práticas de Manejo de Fertilizantes, ocorrido em Vilhena, Rondônia. "O IPNI Brasil tem feito um excelente trabalho ao organizar, periodicamente, webinars para discutir questões importantes e fornecer informações educacionais valiosas ao público. "Nossa intenção é a de continuar a convidar especialistas da área agronômica para educar as pessoas sobre os princípios do Manejo de Nutrientes 4C", disse Dr. Francisco.

SIMPÓSIO DO IPNI SOBRE BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES EM FERTIRRIGAÇÃO

O IPNI Brasil promoveu o Simpósio sobre Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes em Fertirrigação nos dias 8 a 10 de setembro, no Hotel Quality Resort & Convention Center, em Itupeva, SP.

Durante o evento, foram apresentados e discutidos temas relacionados à seguintes questões: Como aumentar a eficiência de utilização da água, dos nutrientes e de outros insumos para obter elevada produtividade na agricultura moderna? Quais as principais ferramentas que têm sido empregadas no campo para se obter maior eficiência na fertirrigação?

De acordo com Dr. Harmen, da SQM, os principais desafios para alimentar uma população mundial em rápido crescimento estão vinculados aos problemas atuais relacionados a terra (declínio da terra arável por pessoa), água (escassez crônica de água potável), mudança climática (seca, com aumento da salinidade e da pressão de pragas e doenças), ambiente (poluição pelo uso inadequado de fertilizantes nitrogenados e fosfatados) e dieta (nutrição humana desequilibrada e desnutrição). A fertirrigação ajuda a alimentar a população por meio de: uso mais eficiente da terra, com maior rendimento por hectare; maior eficiência no uso da água; seleção de fontes adequadas de nutrientes e de água para diminuir o estresse salino; políticas governamentais com meta de poluição ambiental zero e biofortificação agronômica.

Dr. Prochnow, Diretor do IPNI, enfatizou que, independentemente do método ou sistema de fertirrigação empregado, o agricultor deve adotar o manejo de nutrientes 4Cs (fonte correta, dose correta, época correta, local correto), ou seja, adequar a fonte de fertilizante às necessidades da planta, a dose às necessidades da cultura, disponibilizar os nutrientes na época em que as culturas necessitam e aplicar os nutrientes em local acessível às raízes das plantas, sendo que esse manejo também deve ser aplicado à água utilizada.

Dr. Roberto Lyra Villas Boas, da FCA/UNESP, mostrou que o fracionamento da aplicação de fertilizantes representa uma das maiores vantagens da fertirrigação, uma vez que o fornecimento parcelado de minerais atende às diferentes etapas de desenvolvimento das plantas e permite maior eficiência e economia de fertilizantes, preservando o ambiente. O parcelamento na fertirrigação deve ser baseado na periodicidade da irrigação, nas características dos fertilizantes e na demanda de nutrientes pela planta nos diversos estádios de desenvolvimento fenológico, determinada por meio da absorção pela cultura, e de forma que na solução do solo não haja excessos que elevem o potencial osmótico ou a salinidade do solo e possibilitem a lixiviação. Deste modo, a fertirrigação permite o ajuste dinâmico da dose de fertilizantes aplicada. Porém, de acordo com Dr. Marcos Folegatti, alguns pontos devem ser observados, como avaliação periódica do sistema de irrigação, escolha correta do fertilizante com respeito à compatibilidade e solubilidade dos fertilizantes, concentração da solução, qualidade da água e tipo de solo, pois mesmo utilizando-se a curva de acúmulo de nutrientes como referência, podem ocorrer variações nas quantidades da adubação ao longo do ciclo que precisam ser ajustadas.

Para monitorar, ajustar e controlar a quantidade de fertilizantes na fertirrigação são utilizadas ferramentas adicionais às tradicionais para avaliação da solução do solo (condutividade elétrica, pH da solução, teor de nitrato, fostato, K, Ca, outras) e da planta (teor de nitrato e potássio na seiva e intensidade da cor verde), que podem ser empregadas em diferentes etapas da fertirrigação (no tanque de solubilização, na saída do emissor, na solução do solo do bulbo molhado e na seiva da planta). Dra. Regina Pires, do Instituto Agronômico de Campinas, esclareceu que, no manejo das irrigações, a associação de mais de um método de monitoramento aumenta a confiabilidade do processo. Assim, a evapotranspiração da cultura (ETc), que permite saber quanto irrigar, associada a sensores de monitoramento de água no solo e na planta, que permitem saber quando irrigar, levam a bons resultados.

Outro aspecto importante é a escolha do sistema de fertirrigação, que deve atender às condições econômicas do usuário, ser confiável e de simples operação e apropriado ao sistema de irrigação utilizado. Na sua operação, deve-se calibrar o sistema periodicamente, utilizar normas e sistemas de segurança e evitar contaminação de fontes de água ou do solo. Dr. Roberto Testezlaf, da Unicamp, mostrou que existem vários métodos de injeção química nos sistemas de irrigação e que a uniformidade na distribuição de água influencia diretamente na produção da cultura e nos gastos de água, sendo afetada principalmente pelas imperfeições de fabricação dos emissores e mudanças na pressão ao longo da linha lateral e pelos entupimentos que poderão ocorrer durante o tempo de uso.

Dr. Arnaldo Antonio Rodella, da ESALQ, e Dr. Pedro Furlani, da Conplant, apresentaram os requisitos de qualidade dos fertilizantes para a fertirrigação e destacaram o cuidado especial a ser tomado na aplicação de nutrientes (micronutrientes como quelatos, relação adequada de NO_3^-:NH_4^+) e no monitoramento contínuo e ajustes constantes da solução de nutrientes (pH, condutividade elétrica, relação entre nutrientes) para evitar a degradação química do solo.

Segundo o Prof. Dr. Rubens Coelho, da ESALQ, o gotejamento é considerado o sistema de irrigação localizada e fertirrigação que apresenta maior eficiência. Entre as vantagens desse método inclui-se a alta eficiência de aplicação, a baixa pressão e o bom controle sobre a umidade e aeração do solo.

Uma das tendências na fertirrigação é o aproveitamento de subprodutos gerados nos processos de tratamentos biológicos. De acordo com o Eng. Agr. Luís Geraldo de Carvalho Santos, da Ensistec, os biofertilizantes são amplamente utilizados em fertirrigação na agricultura orgânica para potencializar ou induzir resistência das plantas a problemas fitossanitários e na agricultura convencional/sustentável para melhorar a atividade biológica dos solos e melhorar a resposta das culturas. Porém, para obtenção de máxima resposta, é necessária a aplicação de boas práticas de monitoramento a fertirrigação e avaliação da planta em tempo real. Normalmente, os biofertilizantes são usados para nutrição complementar. A vinhaça é, provavelmente, o biofertilizante mais amplamente utilizado, tanto na produção convencional quanto na orgânica. Já o Prof. Dr. Adolpho José Melfi, da USP, mostrou que o uso de efluentes da estação de tratamento de esgoto na irrigação de culturas agrícolas pode contribuir para ganhos ambiental e econômico. Para tal, é necessário conhecer a qualidade do efluente, as características do solo, as culturas mais adequadas e o sistema de irrigação adequado.

Princípios básicos e tecnologias adequadas para a fertirrigação de culturas de grãos, cana-de-açúcar, tomate, café, flores, pasto rotacionado e fruteiras foram abordados por outros palestrantes:

Dr. Durval Dourado Neto, Dr. Glauber José de Castro Gava, Dr. Raul Castro Carriello Rosa, Geraldo Killer, Dr. Camilo Lázaro Medina, Dr. André Luís Teixeira Fernandes, Eng. Agr. João Roberto do Amaral Junior, Dr. Gilmar Nachtigall, Eng. Agr. Roberto Barreto, Dr. Luis Cesar Dias Drumond, Eng. Agr. Felipe Garziera, Eng. Agr. Wilson Goto, Eng. Agr. Rodrigo Frigerio Chiarini.

Especialistas em fertirrigação de frutíferas apontam que, além de apresentar maior produtividade, a cultura fertirrigada tem a vantagem de produzir durante o ano todo. Isto permite a oferta de frutas de forma mais homogênea durante o ano, reduzindo a necessidade do armazenamento do fruto para a entressafra e os custos da adoção de fertilizantes, equipamentos e mão de obra.

Esse evento permitiu o estreitamento das relações de grandes especialistas nacionais e internacionais em fertirrigação; difundir os resultados de projetos de pesquisa e de novas tecnologias; e aprimorar as recomendações de manejo da fertirrigação. Considerando-se que o manejo da fertirrigação envolve o conhecimento de várias áreas, como solos, adubação, fisiologia vegetal, hidráulica e automação, a formação de equipes multidisciplinares pode promover melhor desenvolvimento de pesquisas e divulgação da técnica junto aos agricultores.

Dr. Casarin na abertura do Simpósio.

Dr. Prochnow durante a sua palestra.

Patrocinadores do Simpósio.

A plateia participou ativamente dos debates.

Comissão organizadora do Simpósio.

PAINEL AGRONÔMICO

NOVO ALGODÃO RESISTENTE À SECA

A Embrapa conseguiu um resultado extremamente promissor para a cotonicultura no Brasil: a obtenção de plantas geneticamente modificadas (GM) de algodão com maior capacidade de tolerar os longos períodos de veranico e seca a que são submetidas no bioma Cerrado, principal região produtora do país. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma cooperação internacional iniciada em 2009 envolvendo dois centros de pesquisa da Embrapa, Recursos Genéticos e Biotecnologia (DF) e Algodão (PB), com o Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), órgão vinculado ao governo japonês.

As pesquisas consistiram na introdução do gene DREB 2A em plantas de algodão para induzir a tolerância à seca. Esse gene já vinha sendo aplicado com sucesso pela equipe da pesquisadora Yamaguchi Shinozaki do laboratório de estresses abióticos do JIRCAS, tendo resultado no desenvolvimento de plantas de arroz, trigo, tabaco e *Arabidopsis thaliana* (planta-modelo) com níveis diferenciados de tolerância à seca. O gene DREB está diretamente ligado à expressão de proteínas e a sua principal vantagem é a capacidade de ativar outros genes responsáveis pela proteção das estruturas celulares durante o déficit hídrico. O gene foi disponibilizado pelo instituto japonês e sua introdução em plantas de algodão foi uma iniciativa pioneira da Embrapa em nível mundial.

Os resultados foram bastante promissores, como explicam as pesquisadoras da Embrapa Fatima Grossi e Maria Eugênia de Sá, especialmente em relação às raízes das plantas, que alcançaram o dobro da profundidade comparadas às plantas convencionais, aumentando a absorção e retenção de água para enfrentar o estresse hídrico.

Foi verificado também que o desenvolvimento da parte aérea das plantas de algodão GM foi cerca de 15% superior ao das convencionais, incluindo a área foliar total, massa seca e altura das plantas. Além disso, foi observado maior número de estruturas reprodutivas (botão floral, flor e maçã) nas plantas GM (em torno de 26%) em comparação com as convencionais, sob condição de estresse severo. (EMBRAPA)

Foto: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

À esquerda, algodão GM; à direita, algodão convencional.

FAUNA FAVORECE A PRODUÇÃO DE CAFÉ

Limpar uma área para o plantio exclusivo de café não é uma boa ideia, segundo estudo da Universidade de Würzburg, Alemanha. Os pesquisadores avaliaram a influência de outras plantas e de animais sobre a quantidade e a qualidade (tamanho) dos frutos do cafezeiro em três tipos de plantação: jardins; cafezais plantados à sombra e cafezais formados por uma variedade que tolera o sol e resiste a fungos, comum na Tanzânia. Em cada ambiente, o estudo comparou a produção de pés de café visitados por pássaros, morcegos, insetos polinizadores com a de outros aos quais alguns desses animais não tinham acesso. Em todos os casos, os animais favoreceram a produção do café. Na presença de aves e morcegos a produção cresceu 10%, provavelmente porque os bichos consomem os insetos que atacariam as plantas. Quando abelhas e outros polinizadores estão presentes, os frutos são 7% mais pesados. (Proceedings of the Royal Society B, 5 de fevereiro)

TOMATEC – TOMATE ECOLÓGICO

O Tomatec é um sistema de produção desenvolvido pela Embrapa Solos, cujo propósito básico é o melhoramento do cultivo do tomate de mesa por meio de práticas agroecológicas.

Foto: Embrapa Solos

O sistema consiste em seis princípios diferenciados de produção do fruto: 1) conservação do solo com plantio direto e rotação de culturas; 2) eficiência no uso da água, utilizando sistema de irrigação por gotejo; 3) adubação por fertirrigação; 4) manejo integrado de pragas; 5) plantio vertical (tutoramento vertical) e 6) ensacamento da penca do fruto.

"A solução é inovadora porque conseguiu produzir, em escala comercial, tomates sem resíduos de agrotóxicos", diz o pesquisador José Ronaldo de Macedo, pesquisador da Embrapa Solos. "O único sistema de produção que garante essa qualidade é o orgânico".

A tecnologia foi desenvolvida para regiões de relevo ondulado e montanhoso, mas há possibilidade de resultados ainda melhores em áreas menos acidentadas. O sistema possibilitou ganhos de produtividade de até 30%, redução de 10% no custo de produção, além da entrega de frutos de melhor qualidade. Um hectare plantado pode produzir até 80 toneladas do fruto. O preço de venda, avalia Macedo, também poderá ser mais gordo, por conta da ausência de resíduos de agrotóxicos e a boa aparência do tomate.

A Embrapa Solos considera que os tomates produzidos com o sistema podem ser considerados de "transição agroecológica", pois dá uma alternativa ao produtor de trafegar entre o método convencional e o modelo orgânico. É uma tecnologia que, em comparação à sazonalidade do similar orgânico, incrementa a produção durante vários meses do ano. (Portal Dia de Campo)

CURSOS, SIMPÓSIOS E OUTROS EVENTOS

1. VI SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Local: Centro de Convenções da Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP
Data: 8 e 9/OUTUBRO/2015
Informações: FEALQ
Fone: (16) 3209-1303
Website: http://www.funep.org.br

2. V SEMINÁRIO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

Local: Anfiteatro do Engenharia da ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, n. 11, Piracicaba, SP
Data: 9 e 10/OUTUBRO/2015
Informações: FEALQ
Email: cdt@fealq.com.br
Website: http://fealq.org.br

3. 4th INTERNATIONAL ZINC SYMPOSIUM

Local: Bourbon Convention Ibirapuera Hotel, São Paulo, SP
Data: 15 a17/OUTUBRO/2015
Informações: Teri Kuhn
Email: tkuhn@zinc.org
Website: http://zinccrops2015.org/

4. 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SELENIUM IN THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

Local: Bourbon Convention Ibirapuera Hotel, São Paulo, SP
Data: 18 a 21/OUTUBRO/2015
Informações: Dr. André Reis
Email: andrereis@tupa.unesp.br
Website: http://www.seleniumresearch.org

5. XI ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

Local: Instituto de Química de São Carlos (IQSC), Universidade de São Paulo, São Carlos, SP
Data: 19 a 23/OUTUBRO/2015
Informações: Comissão Organizadora
Email: xiebsh@iqsc.usp.br
Website: http://xiebsh.iqsc.usp.br/

6. ENCONTRO SOBRE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE PLANTAS HORTÍCOLAS

Local: Anfiteatro Heitor Montenegro, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, n. 11, Piracicaba, SP
Data: 24/OUTUBRO/2015
Informações: FEALQ
Email: cdt@fealq.com.br
Website: http://fealq.org.br

7. 41º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS

Local: Centro de Convenções do Hotel Fazenda Poços de Caldas, Poços de Caldas, MG
Data: 27 a 30/OUTUBRO/2015
Informações: Fundação Procafé
Email: contato@fundacaoprocafe.com.br
Website: http://fundacaoprocafe.com.br/eventos/congresso

8. XXV CONIRD – CONGRESSO NACIONAL E IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Local: Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE
Data: 8 a 13/NOVEMBRO/2015
Informações: Secretaria Técnica
Email: abid.conird@gmail.com
Website: http://www.abid.org.br

9. SIMPÓSIO DE CULTIVO DO MILHO NO PLANTIO DIRETO: ESTRATÉGIAS E DESAFIOS DO SISTEMA

Local: Faculdade Assis Gurgacz, FAG, Avenida das Torres, 500, Cascavel, PR
Data: 12 e 13/NOVEMBRO/2015
Informações: FEALQ
Fone: (19) 3417-6600
Website: http://fealq.org.br

10. 67º SIMPAS — SISTEMAS INTEGRADOS DE MANEJO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL

Local: Auditório da UNEMAT, Campus de Sinop, Sinop, MT
Data: 23 a 25/NOVEMBRO/2015
Informações: Comissão Organizadora
Email: 67simpas@gmail.com
Website: http://www.simpas.com.br

11. XIII SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA

Local: Excellence Centro de Eventos, Maringá, PR
Data: 24 a 26/NOVEMBRO/2015
Informações: CR EVENTOS
Email: creventos@creventos.com.br
Website: http://www.seminariomilhosafrinha2015.com.br

12. 26ª JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

Local: Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, n. 11, Piracicaba, SP
Data: 30/NOVEMBRO a 4/DEZEMBRO/2015
Informações: FEALQ
Email: cdt@fealq.com.br
Website: http://fealq.org.br

PUBLICAÇÕES RECENTES

1. MANUAL PARA LEVANTAMENTO UTILITÁRIO E CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS NO SISTEMA DE CAPACIDADE DE USO

Editores: Lepsch, I. F.; Espindola, C. R.; Vischi Filho, O. J.; Hernani, L. C.; Siqueira, D. S.; 2015.

Conteúdo: Parte 1. Levantamento utilitário de terras: levantamentos de solos; levantamento utilitário das terras. Parte 2. Classes de capacidade de uso das terras: interpretação de levantamentos do meio físico; classificações naturais e técnicas; classificação de terras no sistema de capacidade de uso; usos e manejos em razão da capacidade de uso; enquadramento das unidades de mapeamento nas classes, subclasses e unidades de capacidade de uso.

Preço: R$ 45,00

Número de páginas: 170

Venda: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Website: http://www.sbcs.org.br

2. TÓPICOS EM CIÊNCIA DO SOLO – VOLUME 9

Editores: Nascimento, C. W. A.; Souza Júnior, V. S.; Freire, M. B. G. S.; Souza, E. R.; 2015.

Conteúdo: Estoques de carbono e fluxo de gases do efeito estufa em agrossistemas no Brasil; dinâmica de antibióticos e hormônios em solos; *technosols of mining areas*; valores orientadores da qualidade do solo para metais; limite crítico ambiental de fósforo para solos sul-brasileiros com adição de altas doses de nutrientes; campos de murunduns: gênese, paisagem, importância ambiental e impacto da agricultura nos atributos dos solos; fisiologia da tolerância de plantas à salinidade; *modeling surface hydrology, soil erosion, nutrient transport, and future scenarios with the ecohydrological swat model in brazilian watersheds and river basins*.

Preço: R$ 70,00

Número de páginas: 290

Venda: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Website: http://www.sbcs.org.br

3. TÓPICOS EM FÍSICA DO SOLO - VOLUME 4

Autora: Carolina Fernandes; 2015.

Conteúdo: Esta obra originou-se dos trabalhos de revisão bibliográfica desenvolvidos durante a disciplina de Qualidade Física do Solo, ministrada pela Profª Drª Carolina Fernandes, no primeiro semestre de 2014, para o curso de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Preço: R$ 49,00

Número de páginas: 107

Editora: FUNEP
Website: http://www.funep.org.br

4. SISTEMA DE INTEGRAÇÃO: MILHO, CAPIM-BRAQUIÁRIA E EUCALIPTO

Autores: Cláudio Miguel Alves de Faria, Lino Roberto Ferreira; 2015.

Conteúdo: O potencial dos sistemas integrados; o sistema de integração lavoura, pecuária e floresta; planejamento do sistema; implantação do sistema; manejo do sistema; análise econômica.

Preço: R$ 15,20

Número de páginas: 49

Venda: Editora UFV
Website: http://www.editoraufv.com.br

5. IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO EM SISTEMAS DE PASTEJO ROTACIONADO

Autor: Edmar José Scaloppi; 2014.

Conteúdo: Este livro apresenta uma das alternativas para viabilizar a tecnologia da irrigação na produção de forrageiras. A obra trata de um sistema de irrigação convencional por aspersão que procura reduzir os custos de investimento e de manutenção, por meio de um conjunto de componentes e procedimentos dimensionais e operacionais, resultado de anos de observação, ensaios e aperfeiçoamento. O projeto de irrigação por aspersão convencional no sistema de pastejo rotacionado em piquetes é detalhado pelo professor, incluindo informações para a identificação da necessidade de irrigação e as providências para a execução do projeto. A obra apresenta, ainda, ferramentas para o dimensionamento dos sistemas e para a avaliação de consumo energético, além de listar os materiais necessários, assim como as práticas recomendadas para a instalação e operação dos equipamentos de irrigação e fertirrigação. Em um dos capítulos, é abordada também a possibilidade da utilização de biodigestores para a produção de energia.

Preço: download gratuito

Número de páginas: 99

Editora: UNESP
Website: http://www.culturaacademica.com.br/catalogo-detalhe.asp?ctl_id=452

6. NUTRIÇÃO MINERAL DO FEIJOEIRO

Autora: Maria da Conceição Santana Carvalho; 2015.

Conteúdo: Este livro aborda temas relevantes sobre a cultura do feijoeiro, como o manejo de nutrientes, a caracterização dos solos onde se cultiva essa leguminosa e a fisiologia da produção. Apresenta ainda o estado da arte na área de nutrição mineral e a discussão sobre os resultados de pesquisa desenvolvida na região do Cerrado, local de maior área cultivada com o feijoeiro.

Preço: R$ 19,60

Número de páginas: 394

Editor: FUNEP
Website: http://vendasliv.sct.embrapa.br/liv4

PUBLICAÇÃO RECENTE DO IPNI

O livro ***Matemática e Cálculos para Agrônomos e Cientistas do Solo*** tem o objetivo de servir de literatura básica para aqueles que necessitam de auxílio no entendimento e resolução de problemas envolvendo as diferentes atividades relacionadas à Agronomia, como, por exemplo, emprego correto de unidades de medida; cálculos envolvendo fertilizantes; remoção de nutrientes do solo; aplicação de defensivos agrícolas; taxas de semeadura e população de plantas; armazenamento de forragem e grãos; correção da acidez, sodicidade e salinidade do solo; estimativa de custo de produção, entre outras.

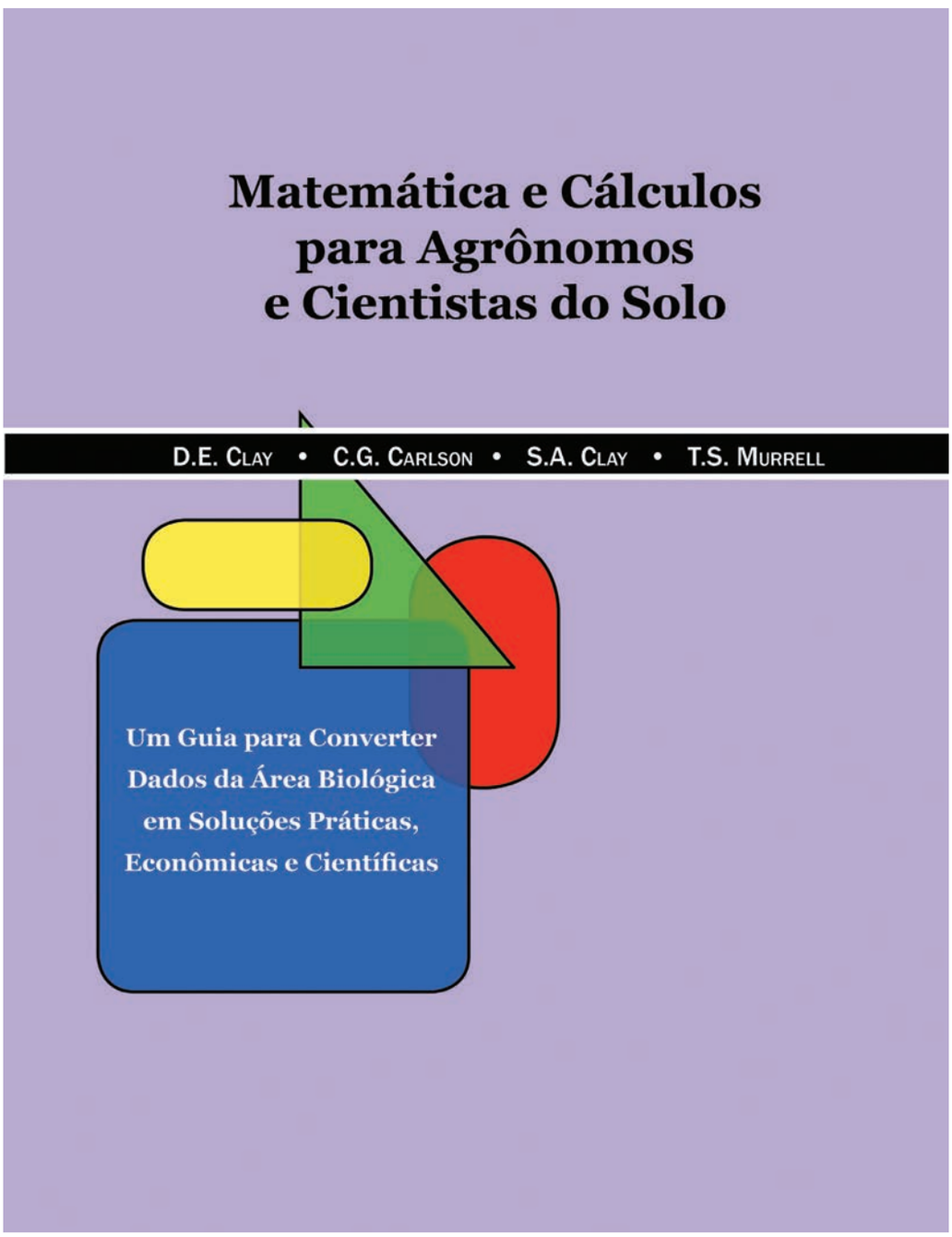
Com o progresso gradativo do conhecimento sobre aspectos relacionados à Agronomia, o livro procura propiciar condições para que estudantes e profissionais do setor agronômico possam adquirir ou aprimorar seus conhecimentos.

Uma importante característica desta obra é apresentar, em cada capítulo, vários exercícios envolvendo situações reais e que ajudam o leitor na solução dos problemas apresentados.

O livro tem 241 páginas (21,5 x 28,0 cm). A encadernação é em espiral.

Preço: R$ 120,00

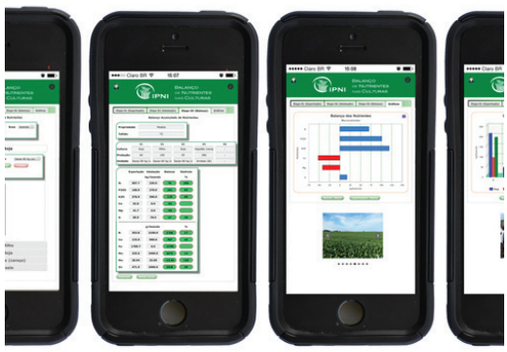
Pedidos pelo site do IPNI: https://www.ipni.net/ppiweb/BRAZIL.NSF/IPNIBrasilPublications

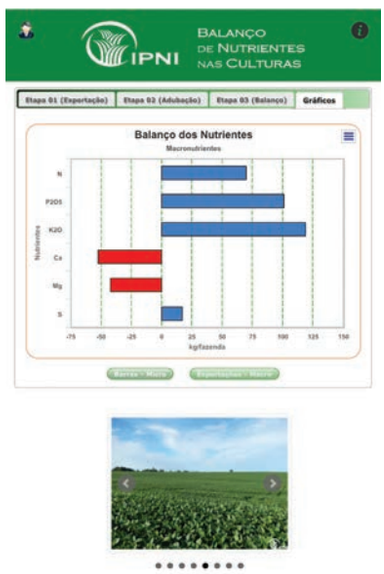


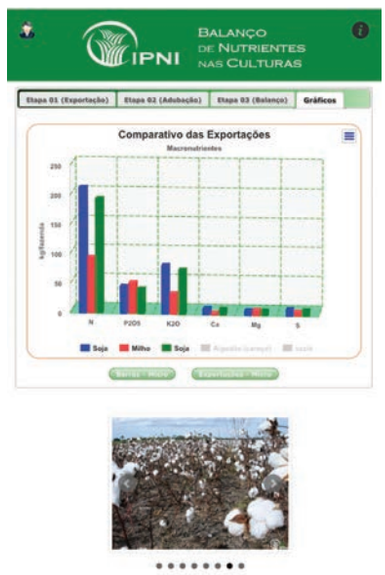
LANÇAMENTO RECENTE DO IPNI

BALANÇO DE NUTRIENTES NAS CULTURAS (BNC)

O balanço de nutrientes nas culturas (BNC) é uma das ferramentas para avaliação do uso de fertilizantes na agricultura e representa a diferença entre a saída de nutrientes pela colheita (exportação) e sua entrada no sistema (adubação). Saldos negativos, nos quais a exportação excede a adubação, levam à diminuição da fertilidade do solo e, eventualmente, à redução da produtividade, uma vez que a disponibilidade de nutrientes cai abaixo dos níveis críticos. Saldos positivos geralmente estão associados ao aumento da fertilidade do solo e podem, eventualmente, representar um elevado risco de perda de nutrientes para o ambiente.







O IPNI, acreditando que a principal função do manejo nutricional é facilitar o equilíbrio entre exportações e adições de nutrientes em níveis que suportem o crescimento ideal das culturas e a mínima perda de nutrientes, desenvolveu esta ferramenta visando facilitar o acesso de agrônomos, consultores, produtores e técnicos às informações de exportação e balanço de nutrientes em 18 culturas cultivadas no Brasil. Em seu primeiro acesso, o usuário deverá se cadastrar, fornecendo informações de contato como nome, email e telefone. Todos os dados inseridos serão armazenados para fins de levantamento estatístico.

O cálculo do balanço de nutrientes poderá ser feito para uma cultura individualmente ou para uma sequência de culturas em um sistema de produção. Para uma sequência de culturas, as informações serão adicionadas em abas individuais. Em ambos os casos, haverá três etapas:

Etapa 1 (Exportação): selecione a cultura de interesse, informe o valor da produção por unidade de área (produtividade) e pressione o botão calcular. Nesta etapa, serão informados os valores da exportação de cada nutriente. Somente quando a cultura selecionada for a soja, deverá ser informado também se o manejo do solo de cultivo é inadequado (ausência de palhada na superfície, ocorrência de encharcamento prolongado em função de compactação, presença de forte acidez do solo e processo de inoculação das sementes negligenciado) ou adequado (presença de palhada na superfície, boa drenagem pela ausência de compactação, ausência de forte acidez do solo e processo de inoculação das sementes apropriado), pois haverá impacto sobre a nodulação. Após o cálculo da quantidade exportada de nutrientes, o usuário poderá imprimir o resultado ou enviá-lo para o email cadastrado no primeiro acesso.

Etapa 2 (Adubação): introduza a quantidade aplicada de cada nutriente na adubação da cultura e pressione o botão prosseguir. Caso tenha selecionado a opção de múltiplas culturas, introduza a quantidade aplicada de nutriente em cada uma delas, ou a quantidade total aplicada no sistema.

Etapa 3 (Balanço): a ferramenta irá, automaticamente, fornecer os valores do balanço de nutrientes e o índice de desfrute que representa o percentual exportado em relação à adubação. Caso o balanço de nutrientes seja calculado para as culturas de soja ou feijão, a ferramenta levará em consideração que:

- Soja: a FBN atenderá 90% da quantidade de N exportada em solos em manejo adequado ou 80% da quantidade de N exportada em solos em manejo inadequado. Ademais, o balanço contabilizará o crédito de 30 kg ha^{-1} de N ao sistema;
- Feijão: a FBN atenderá 50% da quantidade de N exportada.

Ao final da etapa 3 (Balanço), haverá a opção de impressão do relatório para arquivamento ou o envio do mesmo para o email cadastrado, bem como a possibilidade de visualização das informações em formato gráfico.

As culturas atualmente incluídas são: algodão, amendoim, arroz, banana, batata, cacau, café (beneficiado), café (coco), cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, mamona, mandioca, milho, soja, sorgo, tomate, trigo.

A ferramenta é compatível com todos os computadores e dispositivos móveis e está disponível gratuitamente em:

Cultura solteira: http://ipni.info/balanco

Cultura em sistema de produção: http://ipni.info/sistema

Mais informações sobre a ferramente podem ser obtidas no site do ipni: http://brasil.ipni.net/article/BRS-3293

Ponto de Vista

DOIS PESOS, DUAS MEDIDAS

Eros Francisco

A sociedade moderna, nascida da Revolução Industrial no século XIX, desfruta de inúmeras inovações tecnológicas que podem ser utilizadas para o salvamento de vidas, como aeronaves, microcomputadores, automóveis, tomógrafos, filtros de alta eficiência, equipamentos laboratoriais de diagnóstico, entre outras. Adiciono a esta nobre lista os tratores, as semeadoras, as colhedoras, os equipamentos de agricultura de precisão e, com certeza, os fertilizantes.

Sim, a Revolução Verde, ocorrida no final do século XX, permitiu aos países que se industrializaram a modernização dos seus sistemas de cultivo e a introdução de novas técnicas no campo, o que possibilitou multiplicar a produtividade agropecuária, aumentar a oferta mundial de alimentos e minimizar os efeitos da fome no mundo. No entanto, segundo estatísticas do Programa para Segurança Alimentar – World Food Programme (WFP) – das Nações Unidas (ONU), 795 milhões de pessoas no mundo não se alimentam o suficiente para usufruir de uma vida saudável. Ademais, o número de vítimas da fome supera o número de pessoas mortas por doenças, como AIDS, malária e tuberculose, consideradas juntas. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, também associada à ONU, o número de vidas ceifadas pelo câncer no mundo, em 2012, foi de 8,2 milhões. Por conseguinte, o bom senso leva a considerar que o combate à fome no mundo, por meio da produção eficiente de alimentos, pode salvar um número maior de pessoas.

Contudo, a Revolução Cultural do século XX tem afetado a capacidade humana de pesar os fatos, levando-nos a sofrer mais pela morte de um leão africano do que pela morte de milhares de crianças por inanição. Há uma verdadeira e profunda inversão de valores... É preciso recompor o bom senso e reavaliar as medidas utilizadas em nossa balança.

Atualmente, existem controvérsias sobre a qualidade dos alimentos produzidos pela agricultura convencional, alardeada por idealistas da Revolução Cultural, que valorizam sobremaneira os alimentos orgânicos. Assim, torna-se necessário responder à seguinte indagação: em que contexto e condições socioeconômicas, tecnológicas e ambientais os sistemas de produção agroecológicos se constituem uma alternativa viável a outras formas de agricultura praticadas pelos agricultores? Do ponto de vista do manejo, os sistemas agroecológicos não enfatizam os altos rendimentos. O mercado de produtos orgânicos se caracteriza como nicho que se equipara ao dos *smartphones*, ou seja, atende a um segmento restrito e específico de consumidores que se dispõe a pagar um sobrepreço pelo produto ofertado. Os preços são, geralmente, mais elevados que os convencionais em função do que os consumidores estão dispostos a pagar por "atributos específicos de qualidade" associados a esse tipo de produto e porque a oferta é menor que a demanda. O sobrepreço dos produtos e a baixa produtividade dos sistemas agroecológicos, em geral, não permitem a produção em grande escala. Deste modo, a produção agrícola convencional é indispensável para a segurança alimentar, considerando a necessidade de sustentar milhões de pessoas carentes, sem condições nutricionais mínimas para sobreviver.

Sob esse panorama, e para ajustar nossa balança quanto à controvérsia na qualidade dos alimentos convencionas *versus* orgânicos, recomendo uma revisão científica sobre o assunto, publicada no The American Journal of Clinical Nutrition: ***Nutritional quality of organic foods: a systematic review*** (http://ajcn.nutrition.org/content/early/2009/07/29/ajcn.2009.28041.full.pdf+html).

Boa leitura!

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Avenida Independência, nº 350, Edifício Primus Center, salas 141 e 142

Fone/Fax: (19) 3433-3254 / 3422-9812 - CEP 13416-901 - Piracicaba (SP) - Brasil

LUÍS IGNÁCIO PROCHNOW - Diretor, Engº Agrº, Doutor em Agronomia
E-mail: lprochnow@ipni.net Website: http://brasil.ipni.net

VALTER CASARIN - Diretor Adjunto, Engº Agrº, Engº Florestal, Doutor em Ciência do Solo
E-mail: vcasarin@ipni.net Website: http://brasil.ipni.net

EROS FRANCISCO - Diretor Adjunto, Engº Agrº, Doutor em Agronomia
E-mail: efrancisco@ipni.net Website: http://brasil.ipni.net

MEMBROS DO IPNI

- Agrium Inc.
- Arab Potash Company
- BHP Billiton
- CF Industries Holding, Inc.
- Compass Minerals Plant Nutrition
- International Raw Materials Ltda.
- K+S KALI GmbH
- LUXI Fertilizer Industry Group
- The Mosaic Company
- OCP S.A.
- PhosAgro
- PotashCorp
- Qatar Fertiliser Company
- Shell Sulphur Solutions
- Simplot
- Sinofert Holdings Limited
- SQM
- Toros Tarim
- Uralchem
- Uralkali

MEMBROS AFILIADOS AO IPNI

- Arab Fertilizer Association (AFA)
- Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)
- Fertiliser Association of India (FAI)
- Fertilizer Canada
- International Fertilizer Industry Association (IFA)
- International Potash Institute (IPI)
- The Fertilizer Institute (TFI)
- The Sulphur Institute (TSI)