

NITROGÊNIO E
ENXOFRE NA
AGRICULTURA
BRASILEIRA

Anais do Simpósio sobre
Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira

Piracicaba-SP, 17 a 19 de Abril de 2006

NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Tsuiooshi Yamada
Silvia Regina Stipp e Abdalla
Godofredo Cesar Vitti

– Editores –



Publicado pelo

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - Brasil

Piracicaba-SP
2007

Editoração, normatização, diagramação e capa:

Eng^a Agr^a Silvia Regina Stipp e Abdalla

Ilustração:

Evandro Luis Lavorenti e Silvana Angeloni da Silva

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – ESALQ/USP**

Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira (2006 : Piracicaba, SP)
Anais do Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira / edição de
Tsuiooshi Yamada, Silvia Regina Stipp e Abdalla e Godofredo Cesar Vitti. - -
Piracicaba, IPNI Brasil, 2007.
722 p. : il.

Bibliografia.

ISBN 978-85-98519-03-6

1. Adubação 2. Agricultura 3. Congressos 4. Enxofre 5. Fertilizantes nitrogenados
I. Yamada, T., ed. II. Abdalla, S.R.S. e, ed. III. Vitti, G. C., ed. IV. Título

CDD 631.84

*É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios de
reprodução sem a autorização por escrito dos autores e da editora*

IMPRESSO NO BRASIL
PRINTED IN BRAZIL

APRESENTAÇÃO

O presente livro, “Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira”, teve como arcabouço as palestras apresentadas no simpósio de igual título realizado em Piracicaba-SP, no período de 17 a 19 de Abril de 2006. Este simpósio, organizado pelo GAPE, FEALQ e ESALQ, foi uma promoção conjunta da Honeywell, da ANDA e da então POTAFOS, hoje IPNI, com o apoio da Fosfertil, da Petrobras e da Bunge Fertilizantes.

Disse arcabouço porque, para publicar um livro, pressupõe-se que exista o material escrito. E nem todos têm o prazer ou o dom de escrever, como o Professor Malavolta – o primeiro a nos enviar o seu texto. Outros, só foram obtidos após insistentes cobranças. Mas creio que valeu a pena, tanto para os autores, pela perpetuação de suas contribuições, como para os leitores, pela disponibilidade das informações.

Com 18 capítulos, o abrangente livro começa detalhando a dinâmica destes dois nutrientes na matéria orgânica – fração do solo com nova dimensão de importância devido ao sistema plantio direto –, discorre sobre a fixação biológica do nitrogênio, avalia os métodos de diagnóstico para nitrogênio e enxofre no solo e na planta, discute suas funções nas plantas, apresenta os processos de produção industrial e faz a recomendação de uso para as principais culturas.

Quero agradecer aos autores dos textos, pela paciência em atender às nossas solicitações, à equipe do IPNI – Sílvia Regina Stipp e Abdalla, Evandro Luis Lavorenti e Silvana Angeloni da Silva – pelo dedicado empenho na edição e na confecção de gráficos e figuras, e à Petrobras pela ajuda financeira para a publicação deste livro.

Piracicaba, 13 de setembro de 2007

Tsuiooshi Yamada, diretor
International Plant Nutrition Institute - Brasil

ÍNDICE

Capítulo 1. MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, NITROGÊNIO E ENXOFRE NOS DIVERSOS SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA

Celso Aita, Sandro José Giacomini

Abstract	1
Resumo	2
1. Introdução	3
2. Decomposição de materiais orgânicos no solo	4
3. Sistemas de manejo do solo e matéria orgânica do solo (MOS)	10
4. Decomposição de materiais orgânicos e dinâmica do nitrogênio no solo ..	15
5. Decomposição de materiais orgânicos e dinâmica do enxofre no solo ..	28
6. Considerações finais	35
7. Referências	35

Capítulo 2. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NO SISTEMA SOLO-PLANTA

Ely Sidney Lopes

Abstract	43
Resumo	45
1. Introdução	47
2. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio no sistema solo-planta	48
3. Inoculantes para leguminosas	50
4. Processo de fixação biológica do nitrogênio	52
5. Microrganismos envolvidos na fixação biológica do nitrogênio	55

6. Manejo da fixação biológica de nitrogênio e sua utilização nas principais leguminosas	59
7. Considerações finais	66
8. Referências	67

Capítulo 3. PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SUPRIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA

José Alberto Montenegro Franco, Afonso Saraiva Neto

Abstract	73
Resumo	75
1. Introdução	77
2. Matriz dos fertilizantes nitrogenados	78
3. Matérias-primas básicas para a produção de amônia	84
4. Evolução histórica da produção de fertilizantes nitrogenados no Brasil	87
5. Processos de produção de amônia e uréia	90
6. Referências consultadas	107

Capítulo 4. FORMAS TRADICIONAIS E ALTERNATIVAS DE OBTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO NITROGÊNIO E DO ENXOFRE: UMA VISÃO HOLÍSTICA

Godofredo Cesar Vitti, Reges Heirinchs

Abstract	109
Resumo	111
1. Introdução	113
2. Processos primários e matéria-prima para a produção de amônia	115
3. Fontes de nitrogênio a partir da amônia (NH ₃)	123
4. Produtos nitrogenados independentes da produção de amônia	134
5. Fixação biológica do nitrogênio	136
6. Nitrogênio orgânico	142
7. Enxofre	145
8. Conclusões	157
9. Referências	157

Capítulo 5. USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SULFATADOS NA AGRICULTURA BRASILEIRA: UMA VISÃO DO FUTURO

Alfredo Scheid Lopes, Ana Rosa Ribeiro Bastos, Eduardo Daher

Abstract	161
Resumo	163
1. Introdução	165
2. Reservas e recursos	166
3. Produção mundial de matérias-primas	168
4. Evolução no consumo	171
5. Tendências	181
6. Considerações finais	183
7. Referências	186

Capítulo 6. FUNDAMENTOS DO NITROGÊNIO E DO ENXOFRE NA NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS CULTIVADAS

Eurípedes Malavolta, Milton Ferreira Moraes

Abstract	189
Resumo	193
1. Introdução	197
2. Absorção	197
3. Transporte	203
4. Redistribuição	204
5. Assimilação	205
6. Exigências	210
7. Funções	210
8. Avaliação do estado nutricional	219
9. Interações	228

10. Qualidade dos produtos agrícolas	230
11. Relação com pragas e doenças	234
12. Referências	238

Capítulo 7. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS PARA NITROGÊNIO E ENXOFRE

*Antonio Roque Dechen, Gilberto Nava,
Ondino Cleante Bataglia*

Abstract	251
Resumo	252
1. Introdução	253
2. Diagnose visual	254
3. Diagnose da nutrição pela análise química das plantas	256
4. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)	260
5. Medição indireta da clorofila	264
6. Métodos bioquímicos	268
7. Referências	272

Capítulo 8. DIAGNÓSTICO PARA RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CULTURAS DE INTERESSE AGRONÔMICO

Fernando O. Garcia, Inés C. Daverede

Abstract	277
Resumo	278
1. Introducción	279
2. Balances de nitrógeno	280
3. Disponibilidad de nitrógeno en el suelo	283
4. Indices de mineralización de nitrógeno	288
5. Análisis de planta	292

6. Sensores espectrales y sensores remotos	297
7. Modelos de simulación agronómica (MSA)	303
8. Comentarios finales	307
9. Referencias	307

Capítulo 9. NITROGÊNIO E ENXOFRE NA CULTURA DO ALGODOEIRO

***Ciro Antonio Rosolem, Leandro Zancanaro,
Luis Carlos Tessaro***

Abstract	321
Resumo	322
1. Introdução	323
2. Exigência, absorção e redistribuição de nitrogênio e enxofre na planta	323
3. Diagnose da nutrição nitrogenada e sulfatada	327
4. Resposta à adubação nitrogenada	332
5. Parcelamento da adubação nitrogenada	334
6. Adubação nitrogenada e outras práticas na cultura do algodoeiro	337
7. Resposta à adubação com enxofre	340
8. Recomendações de adubação nitrogenada e sulfatada	342
9. Referências	345

Capítulo 10. NITROGÊNIO E ENXOFRE NA CULTURA DO CAFEIEIRO

José Braz Matiello

Abstract	349
Resumo	350
1. Recomendação de adubação	351
2. Uso de fontes nitrogenadas e sulfatadas	353

Capítulo 11. NITROGÊNIO E ENXOFRE NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

*Heitor Cantarella, Paulo Cesar O. Trivelin,
André Cesar Vitti*

Abstract	355
Resumo	357
1. Introdução	359
2. Adubação nitrogenada em cana-de-açúcar	360
3. Resposta da cana-planta ao nitrogênio	366
4. Resposta da cana-soca ao nitrogênio	371
5. Adubos nitrogenados em cana-de-açúcar	379
6. Resposta da cana-de-açúcar ao enxofre	388
7. Fontes de enxofre	391
8. Comentário final	392
9. Referências	392

Capítulo 12. NITROGÊNIO E ENXOFRE NA CULTURA DOS CITROS

*Dirceu Mattos Junior, José Antônio Quaggio,
Heitor Cantarella, Antônio Enedi Boaretto*

Abstract	413
Resumo	415
1. Introdução	417
2. Nitrogênio e enxofre na nutrição de plantas cítricas	418
3. Recomendações de adubação na citricultura	420
4. Uso do nitrogênio na agricultura	428
5. Comentários finais	437
6. Referências	438

Capítulo 13. NITROGÊNIO E ENXOFRE NAS CULTURAS DE MILHO E FEIJÃO

Antonio Luiz Fancelli, Guy M. Tsumanuma

Abstract	445
Resumo	446
1. Introdução	447
2. Visão global do sistema agrícola	447
3. Ações de planejamento e de manejo	449
4. Fenologia e programas de adubação	449
5. O nitrogênio e o enxofre no ambiente de produção	455
6. O nitrogênio e o enxofre na produção de milho	456
7. População de plantas e nitrogênio	467
8. O nitrogênio e o enxofre na produção de feijão	468
9. Enfoque fisiológico do nitrogênio e do enxofre em sistemas de produção de milho e feijão	475
10. Considerações finais	481
11. Referências	482

Capítulo 14. NITROGÊNIO E ENXOFRE EM PASTAGENS

*Moacyr Corsi, Ricardo C. D. Goulart,
Mariana Pares Andreucci*

Abstract	487
Resumo	488
1. Introdução	489
2. Adubação com nitrogênio em pastagens	491
3. Enxofre em pastagens e sua interação com nitrogênio	497
4. Considerações a respeito das fontes de nitrogênio e enxofre	509
5. Conclusões	511
6. Referências	512

Capítulo 15. VIABILIDADE ECONÔMICA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E SULFATADA DE PASTAGENS NA REGIÃO DO CERRADO

*Geraldo Bueno Martha Junior, Lourival Vilela,
Luís Gustavo Barioni, Djalma Martinhão G. de Sousa,
Alexandre de O. Barcellos*

Abstract	519
Resumo	521
1. Evolução, conjuntura e desafios futuros da pecuária de corte no cerrado	523
2. Investimentos no componente animal	532
3. Investimentos no aumento da taxa de lotação das pastagens	536
4. O enxofre	559
5. Referências	562

Capítulo 16. MANEJO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ENVOLVENDO OS CULTIVOS DE SOJA/TRIGO E SOJA/MILHO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

*João Carlos de Moraes Sá, Eduardo Garcia Cardoso,
Josiane B. dos Santos, Ademir F. de Oliveira,
Carla Fernanda Ferreira, Aline Massinham,
Darci Siuta Junior, Márcia F. M. Sá*

Abstract	567
Resumo	569
1. Introdução	571
2. Transformações do nitrogênio do solo em diferentes sistemas de manejo	572
3. Mineralização e imobilização do nitrogênio do solo em diferentes sistemas de manejo	574
4. Efeito da rotação de culturas na resposta do milho à adubação nitrogenada	584

5. Efeito da quantidade de palha sobre o desenvolvimento radicular, a absorção de nutrientes e resposta a nitrogênio por genótipos de milho ...	603
6. O programa de pesquisa	605
7. Considerações finais	634
8. Referências	637

Capítulo 17. MANEJO DO NITROGÊNIO E DO ENXOFRE EM SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA: PLANTIO DIRETO x PLANTIO CONVENCIONAL

Carlos Alberto Ceretta

Abstract	651
Resumo	652
1. Introdução	653
2. Plantio direto e plantio convencional: similaridades e diferenças	654
3. Considerações finais	663
4. Referências	664

Capítulo 18. MINERALIZAÇÃO E NITRIFICAÇÃO DO NITROGÊNIO DO SOLO SOB FLORESTA E PASTAGEM NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Marisa de Cássia Piccolo, Christopher Neill

Abstract	669
Resumo	671
1. Introdução	673
2. Definição de um método para estudo das taxas líquidas de mineralização e de nitrificação do nitrogênio do solo em cronoseqüência de floresta-pastagem	677
3. Nitrogênio mineral e taxas líquidas de mineralização e de nitrificação do nitrogênio do solo em cronoseqüências de floresta-pastagem	686

4. Teores de nitrogênio mineral e taxas líquidas de mineralização e de nitrificação do nitrogênio do solo sob pastagem de baixa produtividade, submetida a manejos de recuperação	702
5. Comparação das taxas brutas e líquidas de mineralização e de nitrificação do nitrogênio do solo em uma cronoseqüência de floresta-pastagem	708
6. Considerações finais	713
7. Referências	714