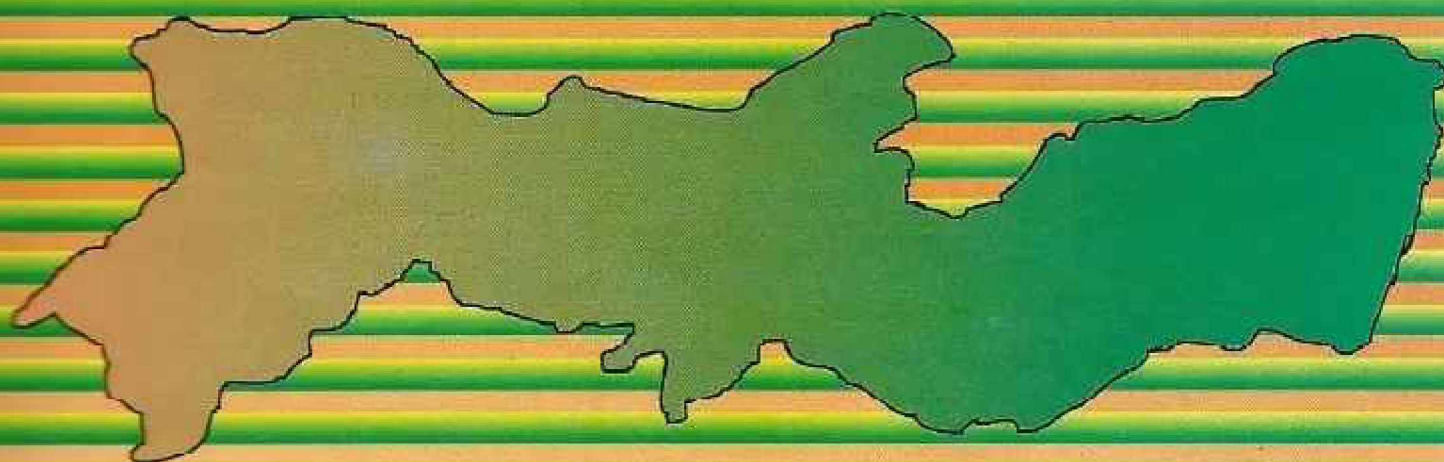




Instituto Agronômico de Pernambuco
Vinculado à Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO: 2ª aproximação



Francisco José de Albuquerque Cavalcanti (Coordenador)

José Carlos Pereira dos Santos

José Ribamar Pereira

José Pereira Leite

Maria Cristina Lemos da Silva

Fernando José Freire

Davi José da Silva

Antonio Raimundo de Sousa

Arminda Saconi Messias

Clementino Marcos Batista de Faria

Nivaldo Burgos

Mário Alves Lima Júnior

Roberto Vicente Gomes

Antônio Cabral Cavalcanti

José Fernando Wanderley Fernandes Lima

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO



Embrapa



RECIFE - PERNAMBUCO - BRASIL
2008

Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA



RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO:
2ª aproximação

Francisco José de Albuquerque Cavalcanti (Coordenador)
José Carlos Pereira dos Santos
José Ribamar Pereira
José Pereira Leite
Maria Cristina Lemos da Silva
Fernando José Freire
Davi José Silva
Antonio Raimundo de Sousa
Arminda Saconi Messias
Clementino Marcos Batista de Faria
Nivaldo Burgos
Mário Alves Lima Júnior
Roberto Vicente Gomes
Antônio Cabral Cavalcanti
José Fernando Wanderley Fernandes Lima

631.81

R311

ex:02

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos no:

Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA
Biblioteca (Bloco 5)
Av. General San Martin, 1371 – Bonji – Caixa Postal 1022
50761-000 – Recife, PE
Fones: (81) 31847255 / 31847305
E-mail: bibliot@ipa.br

Supervisão Editorial: Antonio Raimundo de Sousa

Normatização Bibliográfica: Almira Almeida de Souza Galdino

Revisão Lingüística: Carlos Bezerra Cavalcanti

1ª edição (1998): 1.000 exemplares

2ª edição revisada (1998): 1.000 exemplares

3ª edição revisada (2008): 1.500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

CIP. Brasil. Catalogação-na-publicação.
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA

R311a Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3.ed.
revisada/ coordenado por Francisco José de Albuquerque Cavalcanti – Recife:
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, 2008.
212p. il.

ISBN 978-85-60827-01-5

1. Solo. 2. Fertilizante. 3. Planta. 4. Calcário.

CDD: 631.83

© IPA 2008

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO – IPA

SECRETARIA DE AGRICULTURA E PRODUÇÃO RURAL DE IPOJUCA (PE) – SEAPRU (2008)

SECRETARIA DE AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DE PERNAMBUCO – SARA

SEMENTES DO VALE LTDA – HORTIVALE (2008)

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO – UNICAP (2008)

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB (2008)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE



COMISSÃO TÉCNICA (IN-DPD/IPA 001/2007 de 13/04/07)

Almira Almeida de Souza Galdino – Bibliotecária IPA
Antonio Raimundo de Sousa – Pesquisador IPA
Arminda Saconi Messias – Pesquisadora IPA e Professora UNICAP
Francisco José de Albuquerque Cavalcanti – Pesquisador IPA
Maria Cristina Lemos da Silva – Pesquisadora IPA

COLABORADORES

Ademair Barros da Silva - Pesquisador Embrapa Solos / UEP Recife (2008)
 Alexandre Carneiro Leão de Mello – Professor UFRPE (2008)
 Almir Dias Alves da Silva – Pesquisador IPA
 Almira Almeida de Souza Galdino – Bibliotecária IPA
 Ana Rita de Moraes Brandão Brito – Pesquisadora IPA
 André Dias de Azevedo Neto – Professor UFRPE (2008)
 Ângela dos Anjos Vilela – Desenhista Embrapa (à disposição IPA)
 Antônio Félix da Costa – Pesquisador IPA
 Bartolomeu Ferreira Uchoa – Ex-Pesquisador Embrapa / IPA
 Damares Beatriz de Luna Rodrigues – Professora UFRPE
 Daniel Ramos Pinto Filho – Pesquisador IPA
 Dimas Menezes - Professor UFRPE (2008)
 Dirceu Pedro do Nascimento – Antigo Bibliotecário Embrapa (à disposição IPA)
 Djalma Cordeiro dos Santos – Pesquisador IPA
 Edson Lustosa de Possídio – Ex-Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 Eleonora do Rêgo Barros Pereira – Digitadora
 Evelin do Rêgo Barros Pereira – Bibliotecária IPA
 Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio – Professor UFPE / DEN
 Fernando Antônio Távora Gallindo – Pesquisador IPA
 Francisco Zuza de Oliveira – Pesquisador IPA
 Geraldo Porfírio Pessoa – (*In memoriam*)
 Giseldo Viegas Coutinho – Pesquisador IPA (2008)
 Humberto Pontes Lyra Filho – Ex-Pesquisador IPA
 Ildo Eliezer Lederman – Pesquisador Embrapa (à disposição IPA)
 Jair Teixeira Pereira – Pesquisador IPA
 Jairton Fraga Araújo - Professor UNEB / DTCS (2008)
 João Antônio Silva Albuquerque – Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 João Emmanoel Fernandes Bezerra – Pesquisador IPA
 João Luiz Barbosa Coutinho – Pesquisador IPA
 Jonas Araújo Candeia – Pesquisador IPA
 José Alves Tavares – Pesquisador IPA
 José Carlos Batista Dubeux Júnior – Professor UFRPE (2008)
 José Coelho de Araújo Filho – Pesquisador Embrapa Solos / UEP Recife
 José Egídio Flori – Pesquisador Embrapa Semi-Árido (2008)

José Jorge Tavares Filho – Pesquisador IPA
 José Júlio Vilar Rodrigues – Professor UFRPE
 José Monteiro Soares – Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 José Nildo Tabosa – Pesquisador IPA
 José Nunes Filho - Pesquisador IPA (2008)
 Josimar Bento Simplicio – Pesquisador IPA (2008)
 Josué Francisco Silva Junior – Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros
 Leandro Gomes da Silva – Digitador (2008)
 Leny Nobre Alecrim – Desenhista IPA
 Lúcio Ozório Bastos D'Oliveira – Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 Luiz Gonzaga Biones Ferraz – Pesquisador IPA (2008)
 Luiz Gonzaga Neto – Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 Luiz Henrique de Oliveira Lopes – Ex-Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 Luiz Jorge da Gama Wanderley – (*In memoriam*)
 Luiz Jorge da Gama Wanderley Junior – Hortivale (2008)
 Luiz Roberto Bezerra de Lira – Economista
 Marcos Antônio Amaral Passos – Professor UFRPE
 Maria Aparecida do Carmo Mouco – Pesquisadora Embrapa Semi-Árido (2008)
 Mário de Andrade Lira – Pesquisador IPA e Professor UFRPE
 Marta Maria Amâncio do Nascimento – Pesquisadora IPA (2008)
 Mércia Virginia Ferreira dos Santos – Professora UFRPE (2008)
 Moacir Alves de Oliveira – Pesquisador IPA
 Nivaldo Duarte Costa – Pesquisador Embrapa Semi-Árido
 Oscar Gomes da Costa Filho – Extensionista IPA
 Patrícia Coelho de Souza Leão – Pesquisadora Embrapa Semi-Árido
 Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos – Bibliotecária Embrapa (à disposição IPA)
 Roberto José Mello de Moura – Pesquisador IPA
 Rosimar dos Santos Musser – Professora UFRPE
 Silvana Flávia Silva de Araújo – Doutoranda UFPE
 Sydney Alves do Nascimento – Professor UFRPE
 Terezinha Costa Silveira de Albuquerque – Pesquisadora Embrapa Semi-Árido (2008)
 Valdelice Correia Lima – Ex-Pesquisadora IPA
 Vanildo Alberto Leal Bezerra Cavalcanti – Pesquisador IPA
 Waldecir Colaço – Professor UFPE / DEN
 Zaldo Ataíde de Lima – Extensionista IPA

APRESENTAÇÃO

A Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA ao lançar a terceira edição das **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**, coloca à disposição do público, em particular dos produtores rurais, entidades de ensino, pesquisa e extensão, profissionais das áreas de ciências agrárias, agentes financeiros, entre outros interessados, um conjunto de informações de extrema importância.

Os assuntos tratados foram criteriosamente selecionados, de modo a atender ao interesse desse público tão diversificado ao qual se destina. Assim, são tratados temas de fundamental importância para o conhecimento e uso do solo, como fertilidade, manejo e conservação, calagem, salinidade e recomendações para aplicação de calcário e fertilizantes de acordo com as culturas, estas da ordem de quase uma centena.

Comporta assinalar que a publicação apresenta conteúdo que não se limita apenas aos assuntos que dizem respeito à adubação. Traz também informações valiosas relativas aos sistemas de produção. Assim, ao focalizar as culturas, menciona a cultivar ou cultivares mais recomendadas, espaçamentos, produtividades média e esperada, calagem e emprego de matéria orgânica.

Os autores complementaram a publicação com outros temas, igualmente importantes, como identificação de sintomas de deficiências ou excessos nutricionais em plantas, um instrumento relevante, sobretudo para aqueles profissionais que estão lidando sistematicamente com as áreas de cultivo.

Esta edição das **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação** marca uma nova fase de publicações que reflete o compromisso do Governo do Estado, por meio da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária e do IPA, em divulgar tecnologias que contribuam para o desenvolvimento da agropecuária.

Júlio Zoé de Brito
Diretor-Presidente IPA



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	vii
RESUMO	01
ABSTRACT	01
1. INTRODUÇÃO	03
2. SOLOS DE PERNAMBUCO: CARACTERIZAÇÃO E OCORRÊNCIA	
2.1. Conceituação e Constituição do Solo	05
2.1.1. Conceituação de solo	05
2.1.2. Fase sólida do solo (constituição matricial)	05
2.1.2.1. Fração mineral do solo	05
2.1.2.2. Fração orgânica do solo	06
2.1.2.3. Estrutura do solo	07
2.1.3. Fases líquida e gasosa do solo (espaço poroso)	07
2.2. Relações Solo-Água-Planta	07
2.2.1. Movimento e retenção de água: conceitos básicos	07
2.2.2. Capacidade de troca de cátions (CTC)	08
2.2.3. Adsorção iônica e disponibilidade de nutrientes	09
2.3. Principais Classes de Solos do Estado de Pernambuco	09
2.3.1. Latossolos	10
2.3.2. Argissolos (antigos Podzólicos)	11
2.3.3. Luvisolos (antigos Brunos Não Cálcicos)	13
2.3.4. Planossolos	15
2.3.5. Vertissolos	17
2.3.6. Neossolos Regolíticos (antigos Regossolos)	18
2.3.7. Neossolos Quartzarênicos (antigas Areias Quartzosas)	19
2.3.8. Neossolos Flúvicos (antigos Solos Aluviais)	20
2.3.9. Gleissolos	21
2.3.10. Neossolos Litólicos (antigos Solos Litólicos)	22
2.4. Solos de Menor Expressão Geográfica no Estado de Pernambuco	22
2.4.1. Nitossolos (antigas Terras Roxas Estruturadas)	23
2.4.2. Chernossolos (antigos Brunizêns Avermelhados e outros solos)	23
2.4.3. Plintossolos	24
2.4.4. Cambissolos	25
2.4.5. Espodossolos (antigos Podzóis)	26
2.4.6. Solos Indiscriminados de Mangues	28
Referências	29
3. FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS: ASPECTOS GERAIS	
3.1. Disponibilidade de Nutrientes	31
3.2. Fornecimento de Nutrientes	33
3.3. Absorção de Nutrientes	33
3.4. Fertilidade versus Produtividade	34
Referências	36

4. MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS

4.1. Considerações Gerais	37
4.2. Desmatamento e Limpeza da Área	37
4.3. Construção de Estradas	39
4.4. Práticas de Conservação do Solo e de Água	39
4.4.1. Cultivo e plantio em curvas de nível	39
4.4.2. Renques de vegetação permanente	41
4.4.3. Terraceamento	41
4.4.4. Rotação de culturas	42
4.4.5. Canais escoadouros	43
4.4.6. Vegetação dos drenos naturais	43
4.4.7. Adubação verde	43
4.4.8. Cobertura morta	44
4.4.9. Sistema de plantio direto	44
4.4.10. Controle de voçorocas	45
4.4.11. Recuperação de solos com ocorrência de voçorocas	45
Referências	47

5. AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

5.1. Métodos de Avaliação da Fertilidade do Solo	49
5.1.1. Métodos biológicos	49
5.1.1.1. Sintomas visuais	49
5.1.1.2. Ensaio com plantas superiores	49
5.1.1.3. Ensaio com microrganismos	49
5.1.2. Métodos químicos	49
5.1.2.1. Análise de solo	49
5.1.2.2. Análise de planta	50
5.2. Análise de solo	50
5.2.1. Amostragem	50
5.2.1.1. Seleção da área	50
5.2.1.2. Tipos de amostra	51
5.2.1.3. Número de amostras simples a coletar, por amostra composta	52
5.2.1.4. Época e frequência da amostragem	52
5.2.1.5. Caminhamento	53
5.2.1.6. Profundidade de coleta das amostras simples	53
5.2.1.7. Ferramenta e material necessários à amostragem	54
5.2.1.8. Instruções para coleta das amostras	54
5.2.1.9. Acondicionamento	56
5.2.2. Metodologia de análise e interpretação de resultados	57
5.3. Avaliação Nutricional das Plantas	57
5.3.1. Considerações gerais	57
5.3.2. Amostragem	58
5.3.3. Interpretação dos resultados da análise foliar	58
5.3.4. Diagnóstico visual	59
Referências	66

6. SOLOS ÁCIDOS E CALAGEM

6.1. Considerações Gerais	69
6.2. Conceitos sobre Acidez	69
6.3. Fatores que Afetam a Necessidade de Calagem	70
6.4. Métodos de Recomendação de Calcário	71
6.4.1. Método da solução tampão (SMP)	71
6.4.2. Método da saturação de bases	71
6.4.3. Neutralização do alumínio trocável	72
6.5. Qualidade dos Corretivos	73
6.5.1. Poder de neutralização (PN)	73
6.5.2. Eficiência relativa (ER)	74
6.5.3. Poder relativo de neutralização total (PRNT)	74
6.6. Economicidade Comparativa dos Corretivos	75
6.7. Época e Modo de Aplicação	75
6.7.1. Época de aplicação	76
6.7.2. Distribuição	76
6.7.3. Incorporação	76
6.8. Uso do Gesso Agrícola	76
Referências	78

7. SOLOS AFETADOS POR SAIS

7.1. Tolerância das Culturas à Salinidade	82
7.2. Recuperação de Solos Afetados por Sais	83
Referências	87

8. FERTILIZANTES

8.1. Nitrogenados	89
8.2. Fosfatados	89
8.3. Potássicos	91
8.4. Orgânicos	91
8.5. Micronutrientes	94
8.6. Fertilizantes Simples e Formulações Comerciais	95
8.7. Época e Modos de Aplicação de Fertilizantes	99
8.7.1. Fertilizantes nitrogenados	100
8.7.2. Fertilizantes fosfatados	100
8.7.2.1. Aplicação localizada	100
8.7.2.2. Aplicação a lanço com incorporação ao solo	101
8.7.3. Fertilizantes potássicos	101
Referências	102

9. RECOMENDAÇÕES DE CALCÁRIO E FERTILIZANTES

ABACATE	107
ABACAXI	108
ABÓPORA IRRIGADA	109
ACEROLA	110
ACEROLA IRRIGADA	111
ALFACE	112

ALFAFA	113
ALGODÃO HERBÁCEO	114
ALGODÃO HERBÁCEO IRRIGADO	115
ALHO	116
AMENDOIM	117
AMORA	118
ANTÚRIO	119
ARROZ IRRIGADO	120
ASPARGO IRRIGADO	121
BANANA	122
BANANA IRRIGADA	123
BATATA-DOCE	125
BATATINHA	126
BERINJELA	127
BETERRABA	128
BRÓCOLIS	129
CACAU	130
CAFÉ ARÁBICA	131
CAFÉ ARÁBICA IRRIGADO (2008)	132
CAFÉ ROBUSTA	133
CAJUEIRO ANÃO	134
CANA-DE-AÇÚCAR	135
CAPINEIRA	136
CEBOLA IRRIGADA	137
CEBOLINHA	138
CENOURA	139
CHAMBÁ	140
CHUCHU	141
CITROS	142
CITROS IRRIGADO (2008)	143
COCO	144
COCO IRRIGADO	145
COENTRO	146
COUVE-FLOR	147
CRISÂNTEMO	148
ESSÊNCIAS FLORESTAIS	149
EUCALIPTO	150
FEIJÃO DE ARRANCA	151
FEIJÃO DE ARRANCA IRRIGADO	152
FEIJÃO DE CORDA	153
FEIJÃO DE CORDA IRRIGADO	154
GERGELIM	155
GLADIÓLO	156
GOIABA	158
GOIABA IRRIGADA	157
GRAMADOS	159
GRAVIOLA	160
HORTELÃ-MIÚDA	161
INHAME (CARÁ-DA-COSTA)	162
LEUCENA	163

MACAXEIRA	164
MAMÃO	165
MAMONA	166
MANDIOCA	167
MANGA	168
MANGA IRRIGADA	169
MARACUJÁ AMARELO	170
MELANCIA IRRIGADA	171
MELÃO IRRIGADO	172
MILHETO FORRAGEIRO	173
MILHO	174
MILHO IRRIGADO	175
MILHO VERDE OU PARA FORRAGEM	176
MORANGO	177
PALMA FORRAGEIRA	178
PASTAGEM	179
PEPINO	180
PIMENTÃO IRRIGADO	181
PINHA	182
PINHA IRRIGADA (2008)	183
PITANGA	184
PLANTAS FLORIDAS EM VASOS	185
PUPUNHA	186
REPOLHO	187
ROSEIRAS	188
SERINGUEIRA	189
SOJA	190
SORGO FORRAGEIRO	191
SORGO GRANÍFERO	192
SORGO SUDÃO FORRAGEIRO	193
TOMATE DE MESA	194
TOMATE RASTEIRO IRRIGADO	195
URUCUM	196
UVAS	197
UVAS DE MESA IRRIGADA	198
Referências	200

ANEXOS

ANEXO 1. Estimativa de variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas, em função do pH do solo	205
ANEXO 2. Fatores de conversão	205
ANEXO 3. Unidades SI preferidas e aceitas para uso nas publicações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo	206
ANEXO 4. Poder acidificante dos adubos	207
ANEXO 5. Principais características dos fertilizantes minerais	207
ANEXO 6. Quantidade de fertilizantes em sulco em função do espaçamento	210
ANEXO 7. Índice salino de diversos adubos, determinado em relação ao nitrato de sódio, tomado como índice 100	211
Referências	212

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO: 2ª aproximação

Francisco José de Albuquerque Cavalcanti¹ (Coordenador)

José Carlos Pereira dos Santos²

José Ribamar Pereira³

José Pereira Leite⁴

Maria Cristina Lemos da Silva¹

Fernando José Freire⁵

Davi José Silva⁶

Antonio Raimundo de Sousa¹

Arminda Saconi Messias⁷

Clementino Marcos Batista de Faria³

Nivaldo Burgos⁸

Mário Alves Lima Júnior⁶

Roberto Vicente Gomes⁹

Antônio Cabral Cavalcanti⁸

José Fernando Wanderley Fernandes Lima¹⁰

RESUMO

Visando melhor atender o setor agropecuário do Estado de Pernambuco, são apresentadas 91 tabelas com recomendações de fertilizantes e corretivos de solo para as principais culturas do Estado. Além das informações gerais sobre caracterização e ocorrência dos principais solos, fertilidade, acidez, alcalinidade e suas correções, são, também, tratados assuntos relacionados com a avaliação do estado nutricional de plantas, fertilizantes químicos, orgânicos, micronutrientes, bem como alguns aspectos sobre manejo do solo.

ABSTRACT

Aiming to improve the support to the crop and animal production sectors of the state of Pernambuco, Brazil, 91 recommendation tables for fertilization and liming, covering the major crops of the state, are being shown. Besides general information on the characteristics and occurrence of the main soil types, soil fertility, problems caused by acidity and alkalinity with the respective amendments, information is given on the nutritional state of plants and on inorganic, organic micronutrients fertilizers, as well as, on some aspects of soil management.

¹ Pesquisador do IPA - Sede

² Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

³ Ex-Pesquisador da Embrapa Semi-Árido

⁴ Ex-Pesquisador do IPA-Sede

⁵ Professor da UFRPE

⁶ Pesquisador da Embrapa Semi-Árido

⁷ Pesquisadora do IPA e da UNICAP

⁸ Ex-Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

⁹ Engenheiro Agrônomo da SEAPRU - Ipojuca - PE

¹⁰ Pesquisador da UFRPE/EECAC

1. INTRODUÇÃO

Fernando José Freire¹

O solo constitui o recurso natural mais intensamente utilizado para atender às necessidades de produção de alimentos demandadas pela população. Seu uso racional e adequado é fator imprescindível para obtenção de resultados satisfatórios nos empreendimentos agrícolas. Para efetivar esses objetivos, é preponderante o conhecimento das características do solo que fornecerão subsídios para avaliação de sua fertilidade e, conseqüentemente, seu comportamento quando submetido a diferentes tipos de exploração agropecuária.

Resultados advindos da utilização do solo estão condicionados a fatores limitantes que dizem respeito não apenas a características intrínsecas mas, também, a ambiental. Assim, solos que apresentem elevada fertilidade natural, poderão ter uso agrícola restrito, por estarem localizados em ambientes desfavoráveis a essa atividade.

A partir da 1ª aproximação deste Manual, o consumo de fertilizantes e corretivos de solo do Estado tem se intensificado, principalmente com o desenvolvimento da agricultura irrigada do Vale do São Francisco, da agricultura canavieira e dos recentes incentivos à agricultura familiar, o que torna indispensável a atualização das informações técnicas contidas em um Manual dessa natureza. Assim, essa 3ª edição proporcionará, certamente, transposição de informações obtidas na pesquisa para técnicos, agricultores e estudantes das ciências agrárias, visando uma interface mais ampla com a sociedade pernambucana.

Esse trabalho, desde sua criação, tem envolvido professores, pesquisadores e técnicos do Estado dentro de suas áreas de conhecimento específico, como Engenheiros Agrônomos e Florestais, Zootecnistas e Biólogos, entre outros, contribuindo significativamente para a qualidade deste Manual.

Avaliações criteriosas, como exigências nutricionais, tipo de solo, fertilização orgânica, densidade de plantio, espaçamento, cultivares, produtividades média e esperada, foram estabelecidas para cada cultura, resultando em recomendações racionais de fertilizantes e corretivos da acidez do solo, o que, certamente, otimizará agrônômica e economicamente sua aplicação, aumentando a eficiência e evitando o desperdício e a conseqüente contaminação do ambiente.

¹ Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Professor da UFRPE

2. SOLOS DE PERNAMBUCO: CARACTERIZAÇÃO E OCORRÊNCIA

José Carlos Pereira dos Santos¹

José Coelho de Araújo Filho²

Nivaldo Burgos³

Antônio Cabral Cavalcanti⁴

2.1. Conceituação e Constituição do Solo

2.1.1. Conceituação de solo

O solo é a camada superficial da crosta terrestre resultante da alteração de rochas e, ou, sedimentos pela ação combinada do clima, organismos, relevo e tempo. A transformação do material de origem em solo ocorre de forma bastante lenta ao longo do tempo. É um sistema complexo, de natureza física, química e mineralógica variada, que serve de suporte para sustentação física e como fonte de nutrientes e água para os vegetais.

O solo é formado pela parte sólida (mineral e orgânica) e pelo espaço poroso, o qual pode estar ocupado pela água e, ou, pelo ar. Daí, poder-se lhe atribuir as fases sólida, líquida e gasosa.

2.1.2. Fase sólida do solo (constituição matricial)

A parte sólida representa a constituição matricial do solo. É formada pela fração mineral, resultante da transformação da rocha matriz e, ou, de sedimentos, e pela fração orgânica, proveniente de vegetais, animais e microrganismos, em estádios variados de decomposição.

2.1.2.1. Fração mineral do solo

Na maioria dos solos, esta fração representa a maior porção (mais de 98 %) dos componentes sólidos do solo.

As partículas minerais se originam da intemperização das rochas formadoras do solo. Podem ser separadas em dois grupos: os minerais primários, que resultam diretamente da fragmentação física da rocha, e os minerais secundários, que são formados no solo pela alteração de minerais primários e, ou, pela recombinação dos produtos provenientes do intemperismo.

Os minerais primários do solo podem ser considerados como de reserva de nutrientes, pois, lenta ou rapidamente, pelo efeito do intemperismo, cedem elementos químicos para as plantas (Kiehl, 1979).

A fração mineral é representada por partículas de tamanho e forma variados. Sob o ponto de vista da fertilidade do solo e nutrição das plantas, são mais importantes as partículas menores que 2,0 mm, que definem a textura do solo, embora seja comum a ocorrência de materiais com dimensões maiores, como cascalhos (entre 2,0 e 20 mm) e calhaus (entre 2,0 e 20,0 cm).

As partículas minerais do solo com dimensões inferiores a dois milímetros podem ainda ser divididas em três frações, conforme o tamanho: areia (2-0,05 mm), silte (0,05-0,002 mm), e argila (< 0,002 mm).

¹ Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia - Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Ciências, Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

³ Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Geociências - Pedologia, Ex-Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

⁴ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Agronomia - Irrigação e Drenagem, Ex-Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

A textura ou composição granulométrica de um solo é definida como sendo a proporção relativa entre estas três frações (participação percentual de cada).

A textura é uma importante propriedade do solo a ser considerada no manejo de fertilizantes porque influencia vários processos relacionados com o desenvolvimento do sistema radical e com a fisiologia das plantas. A porosidade, as trocas gasosas, o movimento e retenção de água e de nutrientes, a capacidade de troca de cátions (CTC), a disponibilidade de água e nutrientes, a permeabilidade do solo, a fixação de fósforo e a lixiviação de nitrogênio, por exemplo, são altamente dependentes da textura.

A textura é determinada de forma mais precisa por meio de métodos laboratoriais, mas também pode ser avaliada de forma menos precisa, porém bastante rápida, esfregando-se uma porção de solo previamente umedecida entre os dedos. A areia dá a sensação de atrito, o silte de sedosidade (talco), e a argila de pegajosidade.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos adota cinco grandes grupos de classes de textura para a separação dos solos do Brasil (Embrapa, 2006):

Textura arenosa - Compreende as classes texturais areia e areia franca.

Textura média - Solos com menos de 35 % de argila e mais de 15 % de areia, mas que não se enquadram na textura arenosa.

Textura argilosa - Solos cujo teor de argila varia de 35 a 60 %.

Textura muito argilosa - Solos com mais de 60 % de argila.

Textura siltosa - Solos com menos de 35 % de argila e com 15 % ou menos de areia.

Em geral, solos com textura média e bem drenados, possuem boas condições físicas e maior eficiência produtiva.

2.1.2.2. Fração orgânica do solo

A matéria orgânica, embora na grande maioria dos solos ocorra em pequenas proporções, assume importante papel nas propriedades do solo, influenciando positivamente a sua porosidade, retenção de água, capacidade de troca de cátions e atividade biológica. Os teores de matéria orgânica, em geral, decrescem das camadas mais superficiais para as mais profundas do solo. No estado de Pernambuco, estes teores situam-se, geralmente, entre 8 e 30 g de matéria orgânica / kg de solo, no horizonte A (camada mais superficial).

Pode ser encontrada constituindo os organismos vivos (fauna e flora do solo), ou na forma de compostos, em estádios variados de decomposição. A fase final da decomposição da matéria orgânica produz compostos de tamanho coloidal, com alta estabilidade e coloração escura, denominados húmus.

A ação dos microrganismos sobre os materiais orgânicos nos estádios mais iniciais de decomposição resulta na liberação direta de nutrientes para as plantas. Já a matéria orgânica humificada age, principalmente, sobre as propriedades físicas e químicas do solo (Kiehl, 1985).

Em função da grande superfície de troca e das cargas elétricas presentes nestas superfícies, o húmus tem importante papel na CTC do solo, principalmente naqueles arenosos e com argila de baixa atividade.

2.1.2.3. Estrutura do solo

A estrutura é o arranjo das partículas minerais e orgânicas em unidades maiores no solo. Depende da natureza das partículas minerais (argilo-minerais, óxidos, grãos de quartzo, etc.), da matéria orgânica, de atividades biológicas e da interação desses componentes.

Para a formação da estrutura é necessária a aproximação entre as partículas do solo, o que é conseguido por meio de forças mecânicas como crescimento de raízes, ação da mesofauna e movimento de expansão e contração das argilas.

Os principais tipos de estrutura são: granular, grumosa, blocos, laminar, prismática e colunar. Considera-se sem estrutura materiais constitutivos do solo em forma de grãos simples (comuns em solos arenosos) e maciços (horizontes coesos e cimentados).

É uma característica que afeta diretamente a porosidade (portanto as trocas gasosas e retenção de água) e a penetração de raízes. As estruturas do tipo granular e grumosa e as em blocos pequenos conferem melhores propriedades físicas aos solos.

2.1.3. Fases líquida e gasosa do solo (espaço poroso)

O arranjo das partículas sólidas deixa no solo espaços físicos denominados poros, os quais podem ser classificados, em função do tamanho, em *macroporos* (porosidade de aeração) e microporos (porosidade de retenção de umidade).

As fases líquida e gasosa dividem no solo este espaço poroso. Em solos não inundados, a água dos *macroporos* drena, livremente, pela ação da força de gravidade, sendo pouco aproveitada pelos vegetais. Na *microporosidade*, a água é retida por ação de forças capilares, não sendo drenada por ação da gravidade, ficando, por isso, como reserva para as plantas e outros organismos vivos do solo.

É na fase líquida ou solução do solo, que se encontram os nutrientes em formas prontamente disponíveis para serem absorvidos pelas plantas. Essa fase, também, é importante no deslocamento dos íons até a superfície das raízes, condição necessária para que ocorra a absorção dos elementos nutrientes pelas plantas.

A fase gasosa permite a entrada de O_2 e a saída do CO_2 da respiração celular das raízes, sendo importante para o metabolismo das plantas e todos os processos que demandam energia metabólica, como, por exemplo, a absorção de nutrientes.

Torna-se, portanto, fundamental buscar no solo o equilíbrio entre as porosidades de aeração e de retenção de água. De modo geral, os solos arenosos apresentam excesso de porosidade de aeração em relação à de retenção de umidade, favorecendo estresses às plantas por falta de água e perda de nutrientes por lixiviação. O uso de matéria orgânica pode contribuir para melhorar o equilíbrio na porosidade destes solos. Por outro lado, os solos argilosos, principalmente quando com problemas de adensamento ou de compactação, tendem a apresentar pouca aeração.

Merece registro o caso de solos argilosos e muito argilosos das classes dos Latossolos e solos desenvolvidos de calcário, como Cambissolos, que por apresentarem estrutura do tipo granular ou em blocos pequenos, possuem uma boa porosidade de aeração.

2.2. Relações Solo-Água-Planta

2.2.1. Movimento e retenção de água: conceitos básicos

Da água total que chega ao solo, via chuva ou irrigação, parte escoia superficialmente, parte é evaporada e parte é infiltrada. Esta distribuição depende de fatores como relevo, cobertura vegetal, intensidade da chuva e características do solo.

Nem toda água que se infiltra no solo fica disponível para as plantas, uma vez que parte percola livremente saindo do sistema e parte fica retida de forma tão intensa que as plantas não conseguem utilizá-la.

A seguir são apresentados alguns conceitos básicos usados na medição da disponibilidade de água no solo para as plantas:

Capacidade de água disponível (CAD) - Conceitualmente, a capacidade de água disponível é a quantidade de água retida pelas partículas do solo, em condições de ser utilizada pelas plantas. Representa a faixa de água armazenada no solo que está compreendida entre o ponto de murcha permanente e a capacidade de campo.

Está relacionada com a microporosidade, com o tamanho e a natureza mineralógica das partículas do solo, com os teores e a natureza da matéria orgânica e com o estado de agregação do solo.

Ponto de murcha permanente (PMP) - É o limite da lâmina de água firmemente presa às partículas do solo, já não disponível às plantas. É um ponto referencial que estabelece a fronteira inferior da capacidade de água disponível. Para a maioria das plantas cultivadas, o PMP corresponde ao teor de água retida sob tensão da ordem de 1500 kPa. O teor de umidade relacionado ao PMP varia de 0,03 a 0,09 m³ m⁻³, para solos arenosos, 0,18 a 0,25 m³ m⁻³ para solos argilosos (Vieira, 1986), e de 0,20 a 0,32 m³ m⁻³, para solos muito argilosos (Araújo Filho, 1992).

Capacidade de campo (CC) - É considerada como sendo o limite superior de água disponível, ou seja, o topo da lâmina de água fracamente retida pelas partículas do solo, na transição com a água que pode escoar livremente, perdendo-se por percolação (água gravitacional). O teor exato de água considerado como capacidade de campo, é bastante questionável. Em geral, tem sido adotado, como referencial para análises de laboratório, o teor de água retido quando o solo é submetido a tensões de 33 kPa, para solos argilosos, e de 10 kPa, para solos arenosos. A quantidade de água varia, geralmente, de 0,10 a 0,20 m³ m⁻³ para solos arenosos, e, de 0,35 a 0,50 m³ m⁻³ para solos argilosos (Vieira, 1986; Cavalcanti, 1994).

Água gravitacional ou água livre - É aquela que pode escoar livremente do solo por ação da gravidade. Registra-se um significativo teor de água gravitacional em condições de ser utilizada pelas plantas, que permanece por alguns dias em movimento muito lento no solo antes de se atingir a capacidade de campo (Cavalcanti, 1994).

2.2.2. Capacidade de troca de cátions (CTC)

A CTC é a capacidade que os solos apresentam em adsorver cátions nas superfícies de seus colóides minerais e orgânicos. Esta propriedade é conferida aos solos pela presença de cargas negativas que surgem nas superfícies dos minerais de argila e dos compostos húmicos.

A CTC dos minerais de argila do solo varia de 3 a 15 cmol_c kg⁻¹ para a caulinita, de 80 a 100 cmol_c kg⁻¹ para a montmorilonita, e de 100 a 150 cmol_c kg⁻¹ para a vermiculita. Os óxidos apresentam muito baixa CTC, podendo, em alguns casos, conforme o pH do solo, apresentar carga positiva (Kiehl, 1979). No húmus, os valores variam de 200 a 400 cmol_c kg⁻¹ (Raij, 1981).

Em solos de regiões tropicais úmidas, os valores de CTC são normalmente baixos, uma vez que, nestes, os minerais de argila do tipo 1:1 (grupo das caulinitas), e os óxidos de ferro e alumínio, dominam na fração argila. Por outro lado, é bastante comum os solos argilosos das regiões semi-áridas apresentarem valores elevados de CTC, devido ao intemperismo menos intenso favorecer a ocorrência de minerais de argila do tipo 2:1, principalmente do grupo das esmectitas. Já os solos arenosos, mesmo nas regiões áridas, apresentam valores muito baixos de CTC.

As cargas geradas na superfície das argilas do tipo 1:1, dos óxidos de ferro e de alumínio e da matéria orgânica, são dependentes de pH, ou seja, variam com a alteração do pH do solo. Quanto menor o pH, menor o número de cargas negativas e, conseqüentemente, a CTC. Por isso, nos solos mais intemperizados (comuns em regiões quentes e úmidas), a calagem assume importante papel, também, na elevação da CTC do solo.

A textura, a qualidade e quantidade de minerais na fração argila, os teores e a natureza da matéria orgânica e o pH são, pois, fatores do solo que afetam a sua CTC. Esta, geralmente, é maior nos solos argilosos e com maiores teores de argila do tipo 2:1, e nos solos ricos em matéria orgânica.

2.2.3. Adsorção iônica e disponibilidade de nutrientes

No solo, as superfícies de troca funcionam como reservatório de nutrientes para as plantas. Os íons adsorvidos (atraídos pelas cargas negativas da superfície dos colóides), estão em equilíbrio dinâmico com os íons da solução do solo. À medida que os íons da solução são retirados por lixiviação ou por absorção pelas plantas, estabelece-se um novo equilíbrio, através da liberação de íons da superfície de adsorção para a solução. Da mesma forma, quando íons são adicionados ao solo, como, por exemplo, pela adição de fertilizantes, parte dos nutrientes fica armazenada como reserva nos sítios de troca, conforme a CTC do solo.

Em geral, a quantidade de íons adsorvida nos colóides é bastante superior àquela da solução. Os solos salinos, entretanto, podem apresentar significativas quantidades de sais solubilizados.

A CTC é, pois, uma importante propriedade do solo a ser considerada no manejo de fertilizantes. Como, quase sempre, os solos apresentam maior capacidade de reter cátions do que ânions, os íons NO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- podem ser facilmente perdidos por lixiviação. Já os fosfatos, embora estejam na forma aniônica, apresentam um comportamento bastante peculiar, pois reagem com óxidos de ferro e de alumínio, se transformando em compostos de baixa solubilidade, apresentando, por isso, muito baixa mobilidade no solo.

Em princípio, solos com elevada saturação por bases apresentam as melhores produtividades e requerem menores quantidades de fertilizantes, calcário e gesso.

2.3. Principais Classes de Solos do Estado de Pernambuco

A ação combinada dos fatores de formação (geologia, clima, relevo, seres vivos e tempo) faz com que exista uma grande variação na composição dos solos do Estado, em termos de profundidade, cor, textura, estrutura, consistência, drenagem, pedregosidade e fertilidade natural. Essa diversidade de características, aliada ao tipo de clima, confere aos ambientes variações nas potencialidades e condições de uso, manejo e conservação dos solos.

A identificação de cada classe de solo dá-se por meio do estudo de um corte vertical que identifica o seu perfil. Este funciona como um retrato do solo e sua caracterização é feita por meio de uma análise conjunta dos seus horizontes e, ou, camadas, em termos de propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas.

O Estado de Pernambuco possui uma representação dos principais solos da Região Nordeste do Brasil. Isso acontece porque o Estado ocupa uma longa faixa no sentido leste-oeste (cerca de 700 km), estendendo-se desde regiões mais úmidas a leste, até regiões mais secas a oeste. Associadas

às variações de clima, ocorrem, também, expressivas variações de geologia e relevo em todo o território contribuindo para a diversificação dos solos.

Nesta seção serão apresentadas, de forma sucinta, as principais classes de solos e seus locais de ocorrência no Estado de Pernambuco, assim como aspectos mais favoráveis e limitantes ao uso agrícola das terras. Para um mais amplo conhecimento dos solos do Estado pode-se consultar o “Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade de Solos do Estado de Pernambuco” (Araújo Filho et al., 2000), o “Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco” (Silva et al., 2001), o “Levantamento Exploratório-reconhecimento de Solos do Estado de Pernambuco” (Embrapa, 1973) e o “Zoneamento Agroecológico do Nordeste” (Silva et al., 1993).

Nota: todas as classes descritas a seguir são de solos minerais; e, à exceção dos Gleissolos e de alguns Espodossolos, todos os demais solos não são hidromórficos, isto é, não apresentam problemas sérios por excesso de umidade.

2.3.1. Latossolos

São solos normalmente profundos, porosos, bem drenados, friáveis e, em geral, com média a boa disponibilidade de água para as plantas. Apresentam textura variando de média a muito argilosa, e estrutura granular ou em blocos, conferindo ao solo aspecto maciço poroso “in situ”. Em função da cor dominante no perfil, podem ser divididos em Latossolos Amarelos (Figura 2.1.), Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos. Em Pernambuco há uma predominância dos Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, enquanto os Vermelhos são de pouca expressão geográfica. Destaca-se que os Latossolos Amarelos da zona úmida costeira, diferentemente dos que ocorrem na Chapada do Araripe, comumente apresentam horizontes coesos quando no estado seco, particularmente na seção de 40 a 100 cm de profundidade.

São solos bastante intemperizados, com pequena variação de textura no perfil e cuja fração mineral é constituída de argilas de baixa CTC (do grupo das caulinitas), óxidos de ferro e de alumínio e grãos de quartzo, normalmente contendo menos de 4 % de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo. São, por isso, ácidos, com médios a elevados teores de alumínio trocável e com baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Ocorrência em Pernambuco. Ocupam grandes extensões no Estado, principalmente nas zonas fisiográficas do Litoral e Mata, e do Sertão. No primeiro caso, têm a maior expressão na área que vai desde o município de Igarassu, até o extremo sul, na divisa com o Estado de Alagoas. No segundo caso, a grande concentração está no topo da Chapada do Araripe, embora tenha expressão em áreas de recobrimento na região do Sertão do Araripe, e na parte oeste do Sertão do São Francisco, bem como no topo da Serra Negra e, em áreas de recobrimento próximas desta serra. Na região fisiográfica do Agreste, a ocorrência é bem menor, limitando-se praticamente a pequenas áreas nas cotas mais elevadas dos municípios de Garanhuns e Camocim de São Félix.

Potencialidades e Limitações. As condições físicas dos solos favoráveis à penetração das raízes, com ausência de pedregosidade, e com equilíbrio entre a drenagem e retenção de água, e o baixo risco de salinização quando irrigados, são os aspectos mais positivos desses solos. Suas principais limitações são a baixa fertilidade natural e, quando for o caso, o relevo acidentado e a coesão dos Latossolos Amarelos, particularmente no ambiente dos tabuleiros costeiros. No caso de sua ocorrência na região semi-árida, as condições climáticas adversas, evidentemente, limitam o uso desses solos, salvo com irrigação.



FIGURA 2.1. Latossolo Amarelo

2.3.2. Argissolos (antigos Podzólicos)

São solos que apresentam uma acentuada diferença de textura entre o horizonte superficial (A) e o horizonte subjacente (B textural). Predominam solos com argila de atividade baixa, porém, quando a atividade for alta ($CTC \geq 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila), a saturação por bases deverá ser obrigatoriamente baixa.

Essa classe abriga solos com grande abrangência de características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas (Figuras 2.2a e 2.2b). Como alguns exemplos desta heterogeneidade, podem ser destacados: a) cor: matizes que caracterizam as classes Argissolo Acinzentado, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho; b) espessura: desde 0,40 m (rasos) até muito profundos (mais de 2 m); c) textura: variando de arenosa a argilosa na parte superficial, e de média a muito argilosa no horizonte subsuperficial; d) drenagem: desde imperfeita até acentuadamente drenados; f) pedregosidade: desde solos não pedregosos até solos muito pedregosos ao longo de todo o perfil; g) relevo: do plano ao montanhoso.

Apresentam, também, muita variação em relação à CTC e à fertilidade natural, podendo ser ácidos e com altos teores de alumínio trocável, ou apresentar pH próximo à neutralidade, sem alumínio e com elevados teores de cálcio, magnésio e potássio.

A exemplo dos Latossolos Amarelos, os Argissolos Amarelos e Acinzentados dos tabuleiros costeiros também apresentam o fenômeno da coesão.

Merece referência especial, a grande ocorrência, no Sertão, de Argissolos fase pedregosa, por possuírem grande quantidade de pedregosidade (cangas lateríticas, concreções ferruginosas, cascalhos e calhaus de quartzo e fragmentos de rocha retrabalhados), em meio à massa do solo.

Ocorrência em Pernambuco. Apresentam-se distribuídos, significativamente, nas três grandes regiões fisiográficas do Estado. Os das zonas do Litoral e Mata são, em geral, profundos, ácidos, com médios a elevados teores de alumínio trocável, baixa CTC e baixa disponibilidade de cátions trocáveis. No Agreste e Sertão, também podem ser profundos, contudo é bastante comum os Argissolos mais rasos, pedregosos ou não, e com grande variação na fertilidade natural, podendo em alguns casos, atingir valores para a soma dos teores de cálcio e magnésio em torno de $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo.

Potencialidades e Limitações. Os Argissolos da zona fisiográfica Litoral e Mata são bastante usados com cana-de-açúcar. Apresentam como principais limitações a baixa fertilidade natural e, muito comumente, o relevo acidentado. O fenômeno da coesão é outra limitação desses solos, particularmente nos Argissolos desenvolvidos no ambiente dos tabuleiros costeiros. Nas zonas do Agreste e do Sertão, de modo geral, as limitações recaem na pequena profundidade e na ocorrência de pedregosidade, somando-se as condições de clima semi-árido. Quando estes solos são profundos e sem pedras, apresentam bom potencial para irrigação. Nos conhecidos brejos de altitude, onde têm grande ocorrência, em sua maioria, são distróficos e estão sob uma vegetação mais úmida. O relevo movimentado e, às vezes, a presença de afloramentos de rocha constituem a maior limitação ao uso nesses ambientes.

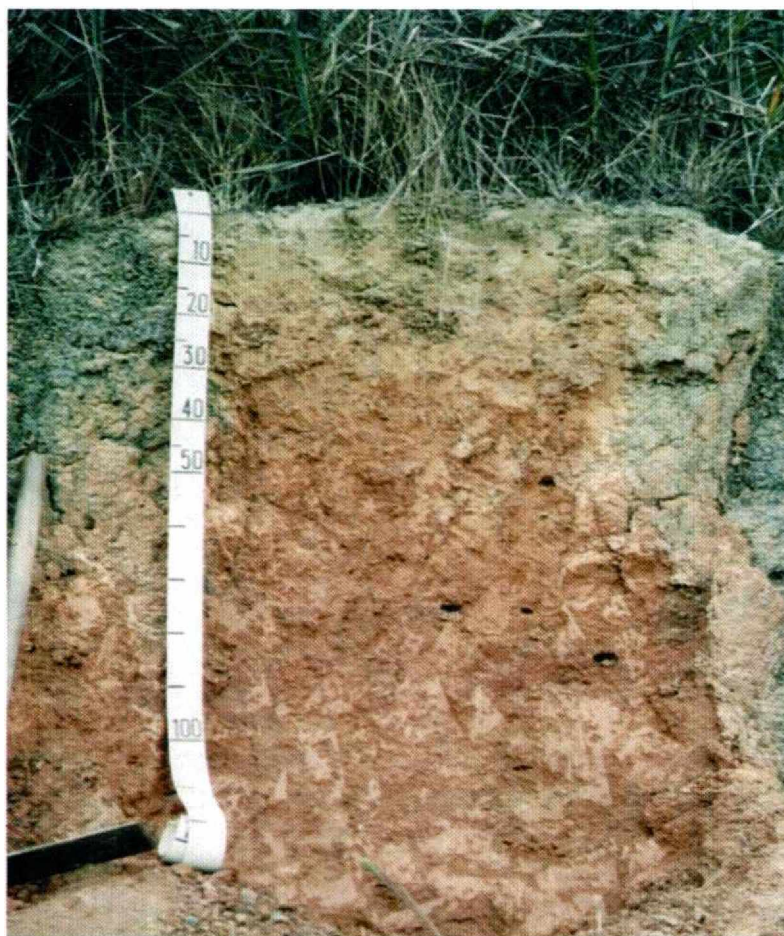


FIGURA 2.2a. Argissolo Vermelho-Amarelo (antigo Podzólico Vermelho-Amarelo)



FIGURA 2.2b. Argissolo Vermelho-Amarelo fase pedregosa (antigo Podzólico Vermelho-Amarelo fase pedregosa)

2.3.3. Luvisolos (antigos Brunos Não Cálcicos)

Os solos desta classe são rasos a pouco profundos (geralmente entre 0,40 e 0,80 m), tipicamente de ambientes semi-áridos (zonas fisiográficas do Agreste e Sertão). Possuem uma significativa diferença de textura entre os horizontes A e B textural, este último apresentando argila de atividade alta (CTC maior que $27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila, sem correção para carbono), e cores vivas, geralmente, variando de bruno avermelhado até o vermelho escuro. A textura, normalmente, é média, no horizonte superficial e argilosa, no subsuperficial. Comumente apresentam pedregosidade na parte superficial do solo. Diferenciam-se dos Argissolos por apresentarem, conjuntamente, argila de atividade alta e elevada saturação por bases.

Conforme a natureza mineralógica, alguns Luvisolos podem apresentar, em subsuperfície, a presença de horizontes vérticos. Tais horizontes, devido a expansão e contração das argilas, normalmente exibem fendas e superfícies de fricção inclinadas denominadas de “slikensides”.

Os Luvisolos que não apresentam horizontes vérticos (Figura 2.3a) desenvolvem, em subsuperfície, estruturas tipicamente na forma de blocos. Por outro lado, os que apresentam horizontes vérticos (Figura 2.3b) desenvolvem estruturas do tipo prismática que, no estado seco, têm consistência dura a extremamente dura, permanecendo muito firme a extremamente firme no estado úmido. Em ambos os casos, os Luvisolos apresentam altos teores de bases trocáveis, principalmente cálcio mais magnésio, com valores normalmente superiores a $20 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de solo.



FIGURA 2.3a. Luvisolo sem horizonte vértico (antigo Bruno Não Cálcico não vértico)



FIGURA 2.3b. Luvisolo com horizonte vértico (antigo Bruno Não Cálcico vértico)

Ocorrência em Pernambuco. A maior ocorrência desses solos é na zona fisiográfica do Sertão, sob vegetação de caatinga hiperxerófila. No Agreste ocorrem em menores proporções, principalmente em áreas de caatinga hipoxerófila e floresta caducifólia, nos municípios de Timbaúba, Ferreiros, Camutanga, Limoeiro e Passira.

Potencialidades e Limitações. Os aspectos mais positivos desses solos são os elevados teores de bases trocáveis e o relevo geralmente pouco acidentado.

As grandes limitações são a pequena profundidade, a susceptibilidade à erosão, o risco de salinização (se submetidos à irrigação), e a escassez de água devido ao clima semi-árido. Na zona fisiográfica do Sertão comumente apresentam pedregosidade superficial.

No Agreste são bastante utilizados com culturas de subsistência como algodão, palma, pastagem e, até mesmo, cana-de-açúcar, em áreas relacionadas com a floresta caducifólia, por exemplo no município de Timbaúba. No Sertão, são cultivados com palma e algodão, sendo que, na bacia do São Francisco, têm apresentado elevada produtividade, quando usados com irrigação. Vale salientar que, ainda é bastante recente o uso destes solos com agricultura irrigada, sendo pouco conhecido o seu comportamento em termos de sustentabilidade em longo prazo. Sabe-se, entretanto, que devem ser tomados cuidados com o manejo, visando reduzir os problemas com erosão, salinidade e sodicidade.

2.3.4 Planossolos

São solos que se caracterizam por apresentar uma camada superior de textura leve e permeável, mudando abruptamente para uma camada subsuperficial compacta e quase impermeável (Figuras 2.4a e 2.4b). Taxonomicamente compreende solos com horizonte B plânico cujas principais características são: transição abrupta entre o horizonte superficial (A ou E) e o de subsuperfície (B plânico); b) texturas principais nas classes franco-arenosa e arenosa no horizonte A, e média a argilosa, normalmente com argila de atividade alta, no horizonte B plânico; c) drenagem imperfeita, dando ao solo cores bruno-acinzentadas no horizonte B plânico; d) estrutura fraca ou maciça no horizonte A, contrastando com estruturas grandes em blocos e, ou, em prismas e, ou, maciça, no horizonte B plânico, o que torna os solos muito endurecidos neste horizonte.

São solos rasos a profundos (geralmente de 0,40 a 1,5 m), com espessura variável no horizonte A. Apresentam pH próximo da neutralidade e teores de cálcio e magnésio similares, podendo, em vários casos, o magnésio ser superior ao cálcio no horizonte B plânico. Comumente possuem saturação por sódio entre 8 e 20 % no horizonte B plânico, caracterizando solos solódicos (6 a 15 %) ou sódicos (> 15 %). Os Planossolos sódicos, atualmente denominados Planossolos Nátricos, correspondem aos antigos Solonetz Solodizados. Do ponto de vista morfológico, os Planossolos Hálicos e Nátricos são muito semelhantes.

Ocorrência em Pernambuco. Ocorre em extensas áreas com relevo plano e suave ondulado nas zonas fisiográficas do Agreste e Sertão. Os Planossolos Nátricos, antigos Solonetz Solodizados, são mais comuns na zona do Sertão.

Potencialidades e Limitações. A principal limitação desses solos é de natureza física, pelo fato do horizonte subsuperficial (B plânico) ser bastante duro, o que impede a penetração de raízes e da água, podendo, no período chuvoso, apresentar-se com excesso de umidade. Quimicamente, estes solos, em sua maioria, apresentam bastante sódio trocável e podem apresentar problemas de desequilíbrio de bases. Em geral, são solos com potencial baixo, principalmente quando ocorrem em ambientes de caatinga hiperxerófila. Neste caso, são mais usados com pecuária extensiva, aproveitando a vegetação nativa como fonte de alimento para os animais. No Agreste, onde esses solos, às vezes, apresentam a camada superficial (horizonte A+E) mais espessa (maior que 50 cm) (Figura

2.4b), e onde o clima é menos seco (caatinga hipoxerófila e floresta caducifólia), são utilizados com pastagem de capim e palma forrageira, sendo, muitas vezes, cultivados com feijão e milho. Em casos especiais são, também, cultivados com mandioca, batatinha, batata doce, tomate e melancia.



FIGURA 2.4a. Planossolo com camada superficial (horizontes A+E) pouco espessa



FIGURA 2.4b. Planossolo com camada superficial (horizontes A+E) espessa

2.3.5. Vertissolos

São solos argilosos a muito argilosos, com pequenas variações de textura ao longo do perfil, e com altos teores de argila expansiva 2:1 (do grupo das esmectitas), o que lhes confere um grande poder de contração e expansão. Em decorrência disto, apresentam estruturas grandes, prismáticas e, quando seco, exibem fendas até a superfície (Figura 2.5). Em subsuperfície, normalmente exibem superfícies inclinadas alisadas e lustrosas, resultantes do deslizamento e atrito da massa do solo, conhecidas como “slikensides”.

Apresentam alta fertilidade natural, com o pH variando de levemente ácido até levemente alcalino, sem a presença de alumínio trocável e com elevada soma de bases e CTC. A textura argilosa, com significativa quantidade de argilas do tipo 2:1, torna estes solos, quando úmidos, muito pouco permeáveis, com alta pegajosidade e de difícil manejo. Quando secos, são extremamente duros.

Ocorrência em Pernambuco. São solos com pouca representatividade no Estado, localizando-se em pequenas áreas da zona fisiográfica do Sertão (Sertão do Araripe, Sertão do São Francisco, Sertão do Pajeú/Moxotó, Sertão de Itaparica e extremo noroeste do Sertão Central, próximo à divisa do Estado de Pernambuco com o Ceará), bem como na região fisiográfica do Agreste (Agreste Setentrional), onde ocupam menores áreas.

Potencialidades e Limitações. A alta fertilidade natural e o relevo pouco acidentado são os aspectos mais positivos desses solos. A grande limitação deve-se à dificuldade de manejo, devido à alta pegajosidade quando úmidos e elevada dureza, quando secos. Em algumas situações, também apresentam limitações por ocorrerem em áreas abaciadas. Também são solos que se localizam em regiões com elevado déficit hídrico.



FIGURA 2.5. Vertissolo

2.3.6. Neossolos Regolíticos (antigos Regossolos)

São solos caracterizados por uma textura arenosa ou média (leve), com pequena variação ao longo do perfil e com cores claras (Figura 2.6). A profundidade média oscila em torno dos 1,20 m (com extremos de 0,50 e 3,0 m). Devido à sua textura leve, estes solos possuem drenabilidade acentuada e valores muito baixos de CTC e de cátions trocáveis.

São muito pobres em matéria orgânica. Diferenciam-se dos Neossolos Quartzarênicos, por apresentar, nas frações grossas (areia e, ou, cascalho), teores acima de 4 % de minerais primários facilmente intemperizáveis, como plagioclásio, biotita e outros. Estes minerais, principalmente quando na fração areia fina, funcionam como uma reserva de nutrientes que podem ser liberados para as plantas. Ocorrem, geralmente, em relevo plano ou suave ondulado. São pouco utilizados em ambientes com caatinga hiperxerófila, porém, nas regiões com caatinga hipoxerófila e em pequenos trechos com floresta caducifólia, oferecem, relativamente, boa produtividade quando tratados com matéria orgânica, sendo bastante utilizados com mandioca, feijões (*Phaseolus* e *Vigna*), caju, tomate e capim.

Ocorrência em Pernambuco. Ocorrem em ambientes de clima semi-árido, distribuindo-se em áreas significativas do Agreste e em menores proporções na zona fisiográfica do Sertão.

Potencialidades e Limitações. São solos fáceis de serem trabalhados em função da textura leve e do relevo pouco acidentado onde ocorrem. As principais limitações são a fertilidade natural e a capacidade de retenção de água muito baixas, além do elevado déficit hídrico das regiões onde ocorrem.



FIGURA 2.6. Neossolo Regolítico (antigo Regossolo)

2.3.7. Neossolos Quartzarênicos (antigas Areias Quartzosas)

Esta classe (Figura 2.7) compreende solos arenosos (classes texturais e areia franca), constituídos, essencialmente, de grãos de quartzo. São profundos a muito profundos, acentuada a excessivamente drenados e com baixa retenção de água. Apresentam muito baixa fertilidade natural, sendo geralmente ácidos, com baixa CTC e com baixos teores de cátions trocáveis e de matéria orgânica.

Ocorrência em Pernambuco. Localizam-se, normalmente, em ambientes de relevo plano e suave ondulado e, raramente, em relevo ondulado. Ocupam grandes extensões na zona fisiográfica do Sertão, relacionando-se, principalmente, com as formações de arenitos aí encontradas. Constituem, na quase totalidade, os solos da bacia do Jatobá (entre Arcoverde e Petrolândia) e ocupam significativas áreas nos municípios de São José do Belmonte e Petrolina. Ocorrem, também, em trechos menores nas imediações de Mirandiba, Carnaubeira da Penha, Carnaíba, Custódia e Betânia. No município de Buíque, transição Agreste-Sertão, têm também bastante representatividade e também estão relacionadas com os arenitos da bacia do Jatobá, em seu extremo norte. No Agreste, estão presentes em significativas áreas, relacionadas com a presença de quartzitos, nos municípios de Garanhuns, Lajedo, Caetés, Jupi, São João, Jurema, Calçado, Santa Maria do Cambucá, Vertentes e Surubim, onde ocorrem associados com os Neossolos Regolíticos. Na região úmida estão relacionados com a baixada litorânea onde, com muita frequência, estão associados aos Espodossolos.

Potencialidades e Limitações. As grandes limitações destes solos são a baixa capacidade de retenção de água e a baixa fertilidade natural. Na região semi-árida, quando ocorrem em ambientes menos secos, são bastante utilizados com culturas de subsistência como feijão macassar, mandioca e caju. Quando estes solos apresentam-se com 10 a 15 % ou mais de argila, têm mostrado, relativamente, um melhor potencial para uso com agricultura irrigada.

No Litoral, os Neossolos Quartzarênicos são, principalmente, explorados com a cultura do coco-da-baía, caju e mangaba.



FIGURA 2.7. Neossolo Quartzarênico (antiga Areia Quartzosa)

2.3.8. Neossolos Flúvicos (antigos Solos Aluviais)

São solos de várzeas, relacionados com sedimentos recentes, de origem fluvial, sendo formados de camadas estratificadas (Figura 2.8), mas sem relação genética entre si. Possuem drenagem variável, desde bem a imperfeitamente drenados. Apresentam textura muito variada, tanto entre estratos do mesmo perfil, como ao longo das seqüências de solos onde ocorrem. Quando formados em ambientes semi-áridos, muitas vezes, apresentam sais solúveis (salinidade) ou sódio trocável (sodicidade) em sua composição.

Ocorrência em Pernambuco. Distribuem-se, geralmente, em estreitas faixas, ao longo das calhas e, ou, linhas de drenagem dos principais rios e riachos, em todo o Estado.

Potencialidades e Limitações. São solos de baixa a média fertilidade natural, onde se obtém boa produtividade para a maioria das culturas. Suas limitações mais fortes estão relacionadas aos riscos de inundação e, em alguns casos, à necessidade de elaboração de sistemas de drenagem. Na região semi-árida podem apresentar acúmulo de sais e risco de salinização quando usados com irrigação. Nesta região, são muito utilizados com agricultura irrigada quando localizados nas margens do rio São Francisco e de outros rios menores, onde há disponibilidade de água.

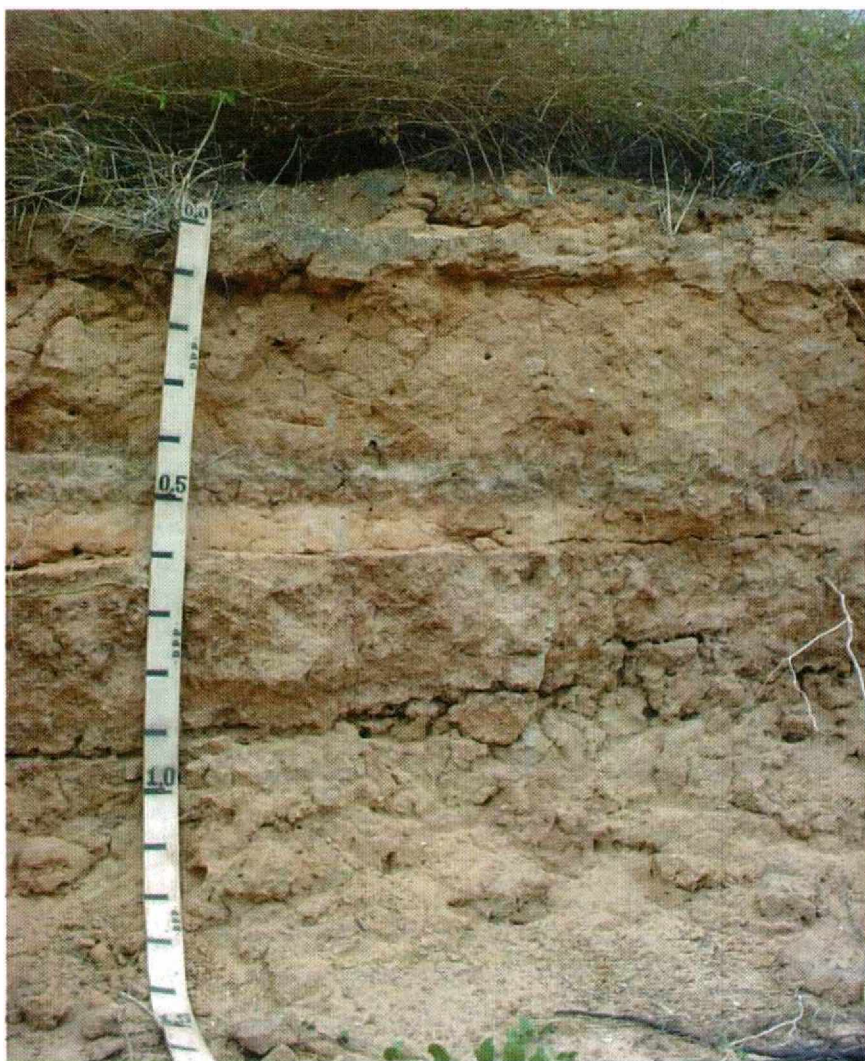


FIGURA 2.8. Neossolo Flúvico (antigo Solo Aluvial)

2.3.9. Gleissolos

São solos de várzeas, típicos de ambientes hidromórficos, que apresentam lençol freático elevado em parte significativa do ano (Figura 2.9). São, portanto, mal ou muito mal drenados. O horizonte diagnóstico desses solos (horizonte glei) ocorre dentro de 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A, E ou de horizonte hístico (horizonte de natureza orgânica e mal drenado). Taxonomicamente, o horizonte glei caracteriza-se por apresentar cores cinzentas em decorrência da redução do ferro, face à influência do lençol freático elevado durante períodos longos, ou mesmo durante todo o ano. Tipicamente estes solos são encontrados em várzeas úmidas, podendo estar associados com Neossolos Flúvicos, Cambissolos e Organossolos.

Ocorrência em Pernambuco. Distribuem-se na zona fisiográfica do Litoral e Mata, como, por exemplo, nas várzeas do rio Goiana, Sirinhaém, Una, etc., e têm ocorrência esporádica em trechos de várzeas úmidas na região do Agreste.

Podem ocorrer, de forma pouco expressiva, próxima ou no contexto dos ambientes de mangues. Nestes casos, podem apresentar problemas com sais e, ou, presença de enxofre no estado reduzido. Essas várzeas, se drenadas artificialmente, possibilitam a oxidação de compostos de enxofre que podem levar à formação de ácido sulfúrico e, em consequência, baixar o pH do solo para uma faixa extremamente ácida ($\text{pH} < 4,3$).

Potencialidades e Limitações. São solos de baixa a média fertilidade natural. Apresentam como principal limitação, a deficiência de oxigenação face à permanência do lençol freático elevado por longos períodos. Entretanto, sob manejo adequado, onde se torna indispensável um bom sistema de drenagem, é capaz de oferecer boas condições de produtividade às culturas. Por exemplo, as maiores produtividades da cana-de-açúcar (acima de 100 t ha^{-1}) na zona fisiográfica Litoral e Mata são obtidas nas várzeas com esses solos.



FIGURA 2.9. Gleissolo

2.3.10. Neossolos Litólicos (antigos Solos Litólicos)

São solos tipicamente rasos, isto é, com menos de 0,50 m de profundidade até o substrato rochoso, sendo pouco desenvolvidos, com sequência de horizontes A-C ou A-R (Figura 2.10). Ocupam posições de relevo que variam de plano a escarpado e apresentam muita variação quanto à fertilidade natural. No Estado, têm como substratos principais: granitos, gnaisses, micaxistos, arenitos e quartzitos.

Ocorrência em Pernambuco. Sua ocorrência é mais comum na região de clima semi-árido, ocupando significativas áreas por todo o Agreste e Sertão.

Potencialidades e Limitações. Suas maiores limitações são a pequena profundidade efetiva, pedregosidade, topografia movimentada e presença de afloramentos rochosos. Os solos menos pedregosos, com horizonte A mais espesso e com alta fertilidade natural, são usados em sistemas de produção pouco intensivos com algodão, milho, feijão e palma forrageira.



FIGURA 2.10. Neossolo Litólico (antigo Solo Litólico)

2.4. Solos de Menor Expressão Geográfica no Estado de Pernambuco

No Estado de Pernambuco ocorrem, ainda, outras classes de solo, com pequena expressão geográfica, embora algumas possam apresentar elevado valor produtivo. Serão feitas apenas breves menções sobre esses solos.

2.4.1. Nitossolos (antigas Terras Roxas Estruturadas)

São solos tipicamente bem estruturados, com baixo gradiente textural e argilosos desde a superfície (Figura 2.11). São provenientes da alteração do basalto ou onde a maior influência é o basalto. No Estado de Pernambuco, são distróficos e respondem bem ao uso de fertilizantes e corretivos.

Ocorrência em Pernambuco. Esta classe tem sua ocorrência limitada a uma pequena parte dos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca.

Potencialidades e Limitações. Suas principais limitações, em Pernambuco, são a baixa fertilidade natural, altos teores de alumínio em profundidade e o relevo ondulado.



FIGURA 2.11. Nitossolo (antiga Terra Roxa Estruturada)

2.4.2. Chernossolos (antigos Brunizéns Avermelhados e outros solos)

No estado de Pernambuco correspondem somente aos solos classificados anteriormente como Brunizéns Avermelhados.

São solos de elevada fertilidade natural, pouco profundos (em torno de 1 metro), e facilmente identificados pelo contraste que apresentam entre os horizontes A e B (Figura 2.12). O primeiro horizonte é escuro, espesso e rico em matéria orgânica (A chernozêmico), e o segundo é de coloração

bruno-avermelhada e com argila de atividade alta. Em geral, apresentam textura média no horizonte A e argilosa no B. Possuem significativa reserva de nutrientes nos minerais primários de fácil decomposição (feldspatos). São mais comuns em ambiente de floresta subcaducifolia, com precipitação que varia de 850 a 1.200 mm anuais.

Ocorrência em Pernambuco. Encontram-se unicamente na zona da Mata Norte, ocupando pequenas extensões, principalmente nas circunvizinhanças de Nazaré da Mata.

Potencialidades e Limitações. São solos de alto potencial para a agricultura, em razão da elevada fertilidade natural. Apresentam como principais limitações: sua ocorrência em relevo ondulado, ligeira a moderada falta d'água e moderada profundidade efetiva.

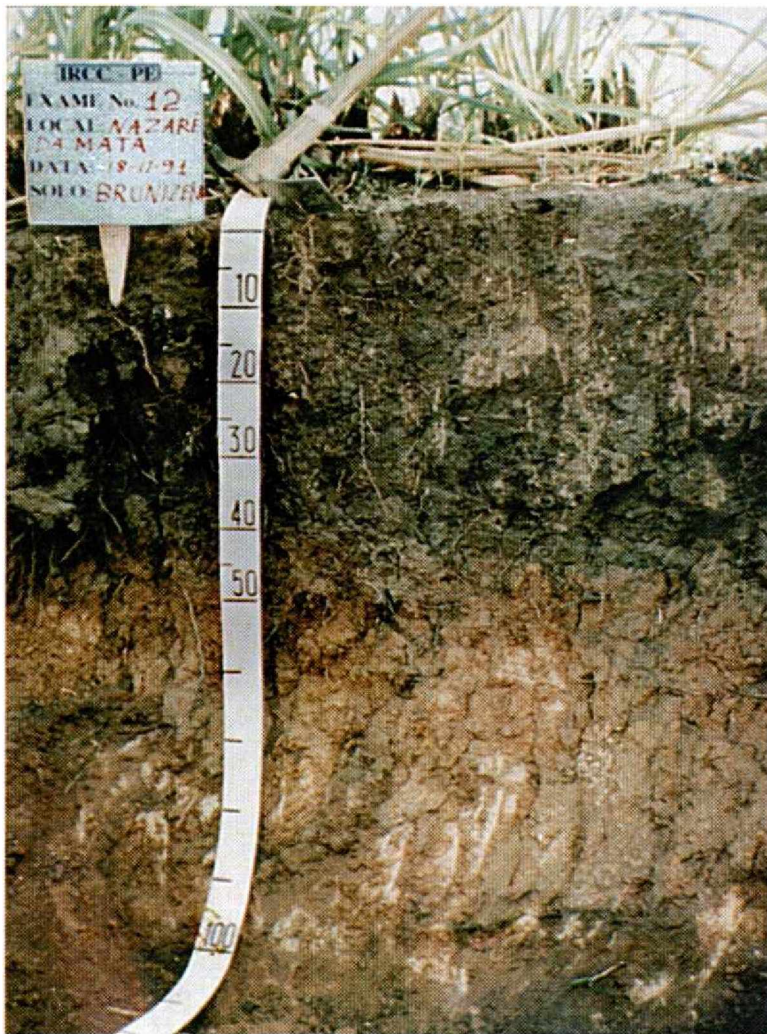


FIGURA 2.12. Chernossolo (antigo Brunizém)

2.4.3. Plintossolos

São solos formados em ambientes sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade ou em condições de oscilação do lençol freático, sendo, geralmente, imperfeitamente ou mal drenados. Caracterizam-se por apresentar um horizonte diagnóstico plíntico e, ou, litoplíntico e, ou, concrecionário

no perfil, conforme conceituações taxonômicas estabelecidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006). Morfologicamente, esse horizonte se apresenta com pequenas bolotas de cores avermelhadas circundadas por cores acinzentadas (Figura 2.13).

Ocorrência em Pernambuco. Estes solos apresentam distribuições esporádicas e pouco extensas, em todo o Estado.

Potencialidades e Limitações. Em geral são solos com baixa fertilidade natural e, periodicamente, podem estar associados com problemas de deficiência de drenagem. Em alguns casos, na região semi-árida, estão associados a problemas de pedregosidade constituída por concreções, cangas lateríticas e outras frações grossas.

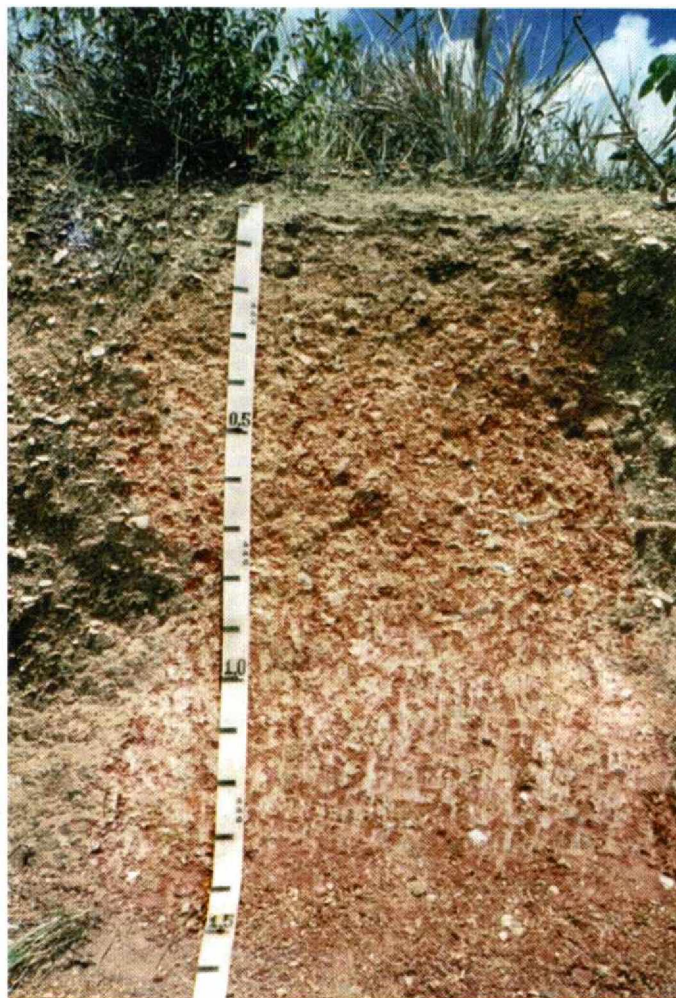


FIGURA 2.13. Plintossolo

2.4.4. Cambissolos

Apresentam pequena variação textural ao longo do perfil e um horizonte B câmbico em sub-superfície, caracterizando solos pedogeneticamente pouco evoluídos (Figura 2.14). São bastante diversificados, variando de rasos a muito profundos, bem a imperfeitamente drenados, com ou sem pedregosidade e com argilas de atividade alta ou baixa.

Ocorrência em Pernambuco. Ocupam áreas pouco expressivas, desde a zona fisiográfica do Litoral e Mata, até a do Sertão. Na zona do Litoral e Mata ocorrem, principalmente, nos ambientes de várzeas menos úmidas, associados com Neossolos Flúvicos e Gleissolos. Na região do Agreste, ocorrem em algumas serras. No Sertão, distribuem-se nos sedimentos aluvionares dos rios, na serra de Triunfo, em áreas dissecadas por vales na bacia do Jatobá e em diversos pontos isolados das áreas cristalinas onde ocorrem calcários e, ou, outras rochas básicas.

Potencialidades e Limitações. São solos com potencial variado, normalmente com média a alta fertilidade natural, podendo apresentar limitações em função de: a) pequena profundidade efetiva; b) riscos de salinização e, ou, sodicidade se irrigados; c) pedregosidade e, ou, rochosidade; d) relevo movimentado; e) deficiência hídrica.

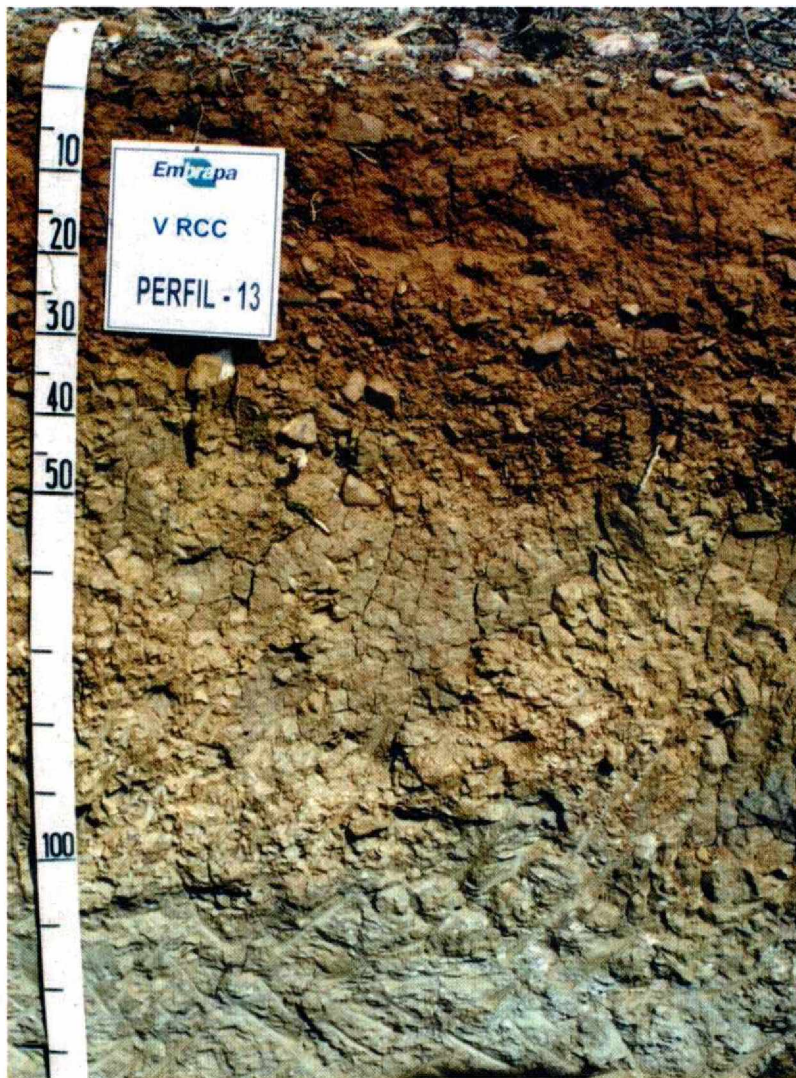


FIGURA 2.14. Cambissolo

2.4.5. Espodossolos (antigos Podzóis)

São solos que se caracterizam por apresentar um espesso horizonte arenoso sobre um horizonte escuro resultante do acúmulo de materiais amorfos ativos compostos de matéria orgânica

e alumínio, com ou sem ferro (Estados Unidos, 1975) (Figura 2.15). Esse horizonte escuro poderá ser cimentado ou não e sobrepor-se a outros horizontes extremamente duros e cimentados. Dependendo do regime de umidade e da drenagem da área, esses solos podem ser hidromórficos ou não.

Ocorrência em Pernambuco. Ocorrem somente na Baixada Litorânea e nos Tabuleiros Costeiros. No primeiro caso, estão associados com Neossolos Quartzarênicos. Nos Tabuleiros, ocupam pequenas áreas planas abaciadas e, muito raramente, posições de encostas, estando associados com Argissolos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos.

Potencialidades e Limitações. São solos que, por apresentarem baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de água, possuem um limitado potencial para a agricultura. Porém, algumas culturas mais adaptadas produzem relativamente bem, como é o caso do coco-da-baía, mangaba e caju. Os Espodossolos hidromórficos podem apresentar excesso de água nos períodos mais chuvosos do ano.



FIGURA 2.15. Espodossolo (antigo Podzol)

2.4.6. Solos Indiscriminados de Mangues

Compreende solos hidromórficos, localizados nas partes baixas junto à orla marítima, sob influência das marés e com vegetação de mangues (Figura 2.16). Engloba, principalmente, solos sálicos (condutividade elétrica $\geq 7 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C) e tiomórficos (com horizonte sulfúrico e, ou, materiais sulfídricos), sejam de natureza mineral ou orgânica. Os primeiros, relacionam-se aos Gleissolos, e os segundos, aos Organossolos. Os altos teores de sulfetos e, ou, enxofre elementar nos solos tiomórficos podem torná-los extremamente ácidos quando drenados.

Ocorrência em Pernambuco. Ocorrem na zona fisiográfica do Litoral e Mata, mais especificamente junto à orla marítima, na desembocadura de rios.

Potencialidades e Limitações. São solos sem potencial para uso com agricultura, devendo ser destinados à preservação da flora e da fauna, combinada com a pesca racional de crustáceos.



FIGURA 2.16. Ambiente de Mangue

Referências

- ARAÚJO FILHO, J.C. de. **Infiltração e disponibilidade hídrica em cambissolos do Baixo de Irecê - Bahia**. 1992. 224p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.
- ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.
- CAVALCANTI, A.C. **Melhoramento de solos arenosos por adição de material argilo-mineral de alta atividade: fertilidade, movimento e retenção de água**. 1994. 106p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 1994.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: SUDENE-DRN/Ministério da Agricultura - DNPEA-DPP, 1973. 2v. (Brasil. Ministério da Agricultura. DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 26; SUDENE - DRN. Série Pedologia, 14).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. Washington, D.C., 1975. 754p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.
- RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, 1981. 142p.
- SILVA, F.B.R. e; RICÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de; LEITE, A.P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 2v., 476p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).

SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. da B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUZA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. P. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife, 2001. (Embrapa Solos. Documentos, 35). 1 CD-ROM.

VIEIRA, D.B. Características hídricas do solo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Curso geral de irrigação**. Brasília, 1986. cap. 3, 53p.

3. FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS: ASPECTOS GERAIS

José Carlos Pereira dos Santos¹

Francisco José de Albuquerque Cavalcanti²

As plantas superiores necessitam para o funcionamento do metabolismo celular e, conseqüentemente, para a produção de alimentos, de elementos químicos conhecidos como nutrientes essenciais.

Segundo Arnon & Stout (1939), um elemento químico é considerado essencial quando: em sua ausência a planta não completa o ciclo de vida; ele não pode ser substituído por nenhum outro; e, o elemento está diretamente envolvido no metabolismo da planta, como constituinte de um composto essencial ou como componente indispensável à ação de um sistema enzimático.

Com base nestes critérios são, atualmente, conhecidos dezessete nutrientes essenciais: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, e Zn (Epstein e Bloom, 2006; Furlani, 2004). O carbono é fornecido pelo CO₂ do ar, o hidrogênio pela água do solo e o oxigênio provém tanto da água como do CO₂ atmosférico. Os outros 16 elementos têm seu fornecimento pela disponibilidade natural no solo, ou pela adição de fertilizantes, via solo ou via foliar. No caso particular do nitrogênio, algumas plantas podem, também, obtê-lo diretamente do ar, por meio da simbiose com microrganismos fixadores de nitrogênio.

A fertilidade dos solos diz respeito à capacidade que estes apresentam em fornecer, na forma em que as plantas absorvem, e em quantidades e proporções adequadas, os elementos químicos essenciais para o desenvolvimento vegetal. Um solo fértil, também, não pode conter substâncias ou elementos tóxicos em níveis que possam prejudicar o desenvolvimento das plantas.

Fica, portanto, implícito que o conceito de fertilidade não deve considerar apenas os aspectos químicos, mas também as características físicas que afetam a aeração e a disponibilidade de água no solo.

A prática da fertilização objetiva adicionar ao solo fertilizantes e corretivos de acidez, visando eliminar eventuais distorções da fertilidade em relação às exigências das culturas.

As plantas diferem bastante com relação à quantidade exigida de cada um dos nutrientes. Mas, em geral, cerca de 90 a 95 % do peso seco dos vegetais é constituído de carbono, oxigênio e hidrogênio, sendo o restante da planta formada pelos demais elementos (Epstein e Bloom, 2006).

3.1. Disponibilidade de Nutrientes

A disponibilidade de nutrientes para as plantas depende de vários fatores, entre os quais se destaca o tipo de solo, pH e teor de matéria orgânica.

- a) *Tipo de solo* - os solos variam bastante quanto à fertilidade natural. O material de origem e o clima onde o solo se formou são os principais fatores que influenciam a sua fertilidade natural. Ambientes quentes e úmidos, a exemplo das zonas fisiográficas Litoral e Mata do Estado de Pernambuco, tendem a apresentar solos mais dessaturados, pobres em bases, ácidos e

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Agronomia Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do IPA

com presença de alumínio na forma tóxica às plantas. Por outro lado, os ambientes mais secos das zonas do Agreste e Sertão tendem a ser menos intemperizados e mais ricos em bases, ocorrendo, em alguns casos, problemas de excesso de sais. Entretanto, mesmo nas regiões mais secas podem ocorrer solos dessaturados, por influência preponderante do material de origem, naturalmente pobre em nutrientes. Este é o caso, por exemplo, dos Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Regolíticos e boa parte dos Argissolos e Latossolos provenientes de materiais geológicos de cobertura sedimentar na porção oeste do Estado. Uma idéia geral da fertilidade dos solos do Estado de Pernambuco foi apresentada, anteriormente, no Capítulo 2.

- b) pH - influencia as reações dos elementos químicos (precipitações, dissoluções) e a atividade biológica no solo. Exerce, portanto, influência direta na decomposição da matéria orgânica e liberação dos nutrientes para as plantas. A maioria dos nutrientes essenciais tem sua forma e disponibilidade alteradas no solo em função do pH. Em geral, é na faixa de pH entre 6,0 e 7,0 onde se tem as melhores condições químicas para o desenvolvimento das culturas. Nesta faixa não existe alumínio ou manganês em níveis tóxicos, tem-se boa disponibilidade dos nutrientes em formas absorvíveis pelas plantas e é uma condição de pH favorável à atividade dos microrganismos. Uma idéia geral da disponibilidade dos nutrientes no solo em função do pH é apresentada na Figura 3.1.
- c) *Matéria orgânica* - a matéria orgânica contém, em sua estrutura, todos os nutrientes essenciais, que, após a sua decomposição, são liberados na forma mineral para as plantas. Merecem destaque, contudo, o nitrogênio, o enxofre e o boro cuja principal fonte no solo é a matéria orgânica.

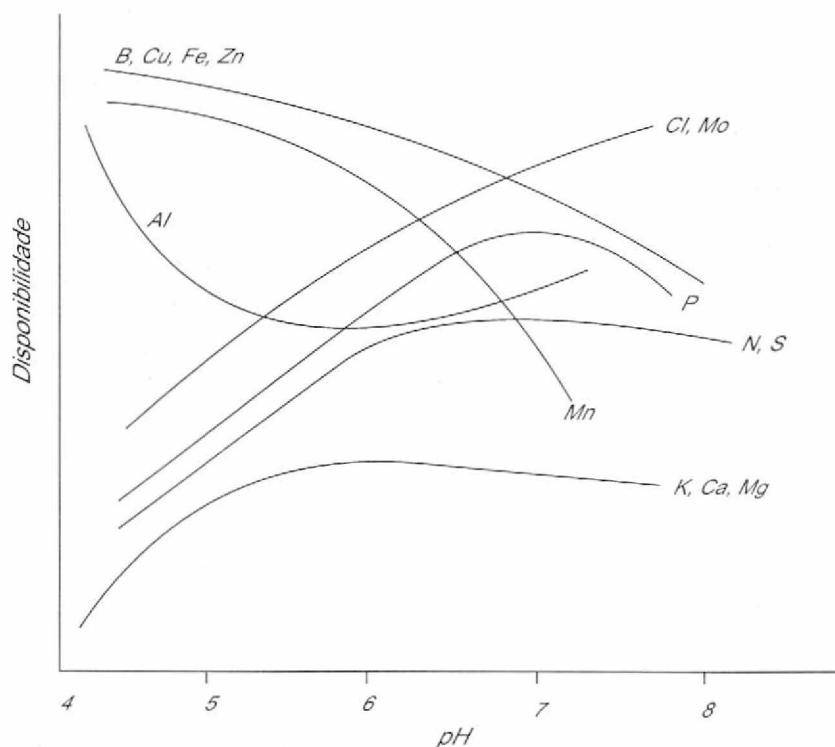


FIGURA 3.1. Efeito do pH na disponibilidade de nutrientes no solo
Fonte: Malavolta, 1981

3.2. Fornecimento de Nutrientes para as Plantas

Quando o solo não dispõe de nutrientes em quantidades suficientes para um bom desenvolvimento das culturas, o seu fornecimento é feito por meio de fertilizantes e de calcário (este último para corrigir acidez e para fornecer cálcio e magnésio). No caso de plantas fixadoras de nitrogênio, como, por exemplo, a soja, este elemento pode ser suprido pela fixação biológica, necessitando, para isso, da inoculação das sementes com bactérias fixadoras, específicas para a espécie vegetal em questão.

Para o emprego racional de fertilizantes devem ser utilizados conhecimentos prévios da resposta das plantas à aplicação desses insumos, geralmente obtidos por meio de correlação e calibração de métodos de análise de solo (Cavalcanti, 1978).

A fertilização das plantas pode ser feita no solo ou via foliar. Para os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) é mais viável a aplicação no solo, enquanto que para os micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, e Zn), pode se fazer qualquer um dos tipos, sendo também comum a fertilização foliar complementar, principalmente quando se trata de culturas perenes. A exceção é o boro que, em função da baixa mobilidade na planta, tem resultados mais satisfatórios quando fornecido pelo solo (Boaretto & Rosolem, 1989).

Em áreas de agricultura irrigada no vale do Rio São Francisco já é comum o uso da fertirrigação como meio de fertilização das culturas, principalmente quando se emprega sistemas de irrigação localizada (Pinto & Soares, 1990).

Para o uso eficiente de fertilizantes, é fundamental conhecer o comportamento dos elementos químicos no solo. O fósforo, pela facilidade que apresenta em reagir e formar compostos de baixa solubilidade com óxidos de ferro e alumínio, apresenta muito baixa mobilidade no solo, necessitando que o fertilizante seja aplicado de forma localizada, junto ao sistema radical das culturas. Por outro lado, o nitrogênio apresenta alta mobilidade no solo, estando muito sujeito às perdas por lixiviação. Necessita, por esta razão, que sua aplicação, mesmo para culturas anuais, seja feita de forma parcelada, principalmente em solos mais arenosos e em regiões com elevadas precipitações. Também não se recomenda aplicar o N na forma de nitrato em culturas irrigadas por inundação (arroz), devido às elevadas perdas do elemento por desnitrificação. O potássio, normalmente, não é parcelado. Contudo, quando recomendado em situações de riscos de lixiviação (solos arenosos e muita chuva), também pode se recomendar o seu parcelamento.

As plantas diferem bastante entre si com relação à quantidade exigida de cada um dos nutrientes essenciais. Há também, para cada cultura, uma grande variação na demanda de nutrientes ao longo de seu ciclo de desenvolvimento (curva de absorção). O manejo de fertilizantes deve procurar ajustar a disponibilização dos nutrientes, de acordo com as exigências nutricionais, em cada uma das fases de desenvolvimento da planta.

3.3. Absorção de Nutrientes pelas Plantas

A absorção de nutrientes do solo pelas plantas depende de dois aspectos fundamentais: a) que o elemento se encontre na solução do solo em uma forma química passível de ser absorvida pela planta; b) que este nutriente, em solução, entre em contato com o sistema radical da cultura.

Segundo Malavolta et al. (1974), Malavolta et al. (1989), Dechen et al. (1995) e Monteiro et al. (1995), as formas mais comumente absorvidas pelas plantas são: nitrogênio (NO_3^- e NH_4^+), fósforo (H_2PO_4^-), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), enxofre (SO_4^{2-}), boro (H_3BO_3), cloro (Cl^-), cobre (Cu^{2+} e Cu-quelato), ferro (Fe^{2+} , Fe^{3+} e Fe-quelato), manganês (Mn^{2+} e Mn-quelato), molibdênio (MoO_4^{2-} e Mo-quelato) e zinco (Zn^{2+} e Zn-quelato).

O contato dos elementos minerais com as raízes das plantas se dá por três processos básicos: a) difusão; b) fluxo de massa; e, c) intercepção radical.

A difusão diz respeito ao deslocamento do íon de um local de maior para outro de menor concentração; no fluxo de massa, os íons se deslocam no solo, carregados pelo movimento da água; e, a intercepção radical é o fenômeno pelo qual o contato com o nutriente se dá pelo crescimento das raízes.

A contribuição de cada um destes processos para que ocorra o contato do nutriente com a raiz depende do elemento químico e das características do solo, particularmente a textura. O fósforo, devido a sua baixa mobilidade, desloca-se no solo basicamente por difusão. O nitrogênio e o enxofre são grandemente influenciados pelo fluxo de massa. Potássio, cálcio e magnésio apresentam comportamento intermediário, com domínio da difusão para o potássio e do fluxo de massa para o cálcio e magnésio (Malavolta et al., 1989). No caso dos solos arenosos, é possível que mesmo o fósforo, considerado de baixa mobilidade, tenha grande parte de seu deslocamento devido ao fluxo da água no solo.

Após o contato do nutriente com a raiz, a sua absorção, ou seja, o transporte do elemento químico do lado externo para o interior da célula, é um processo que demanda energia metabólica proveniente da respiração celular, o que exige do solo uma boa aeração.

3.4. Fertilidade do Solo versus Produtividade das Culturas

Entre outros fatores, a obtenção de boas colheitas depende do solo, clima, qualidade das sementes, manejo, controle de pragas e doenças. Dentre os aspectos relacionados ao solo destacam-se a textura, estrutura, drenagem, pedregosidade, relevo e fertilidade.

Além da disponibilidade de nutrientes, bons rendimentos agrícolas dependem também de atenção especial no que se refere à aptidão agrícola das terras e adoção de práticas de manejo e conservação da água e do solo, como a não utilização de queimadas, manutenção da cobertura do solo, plantio em curvas-de-nível, capinas alternadas. Tais medidas, além de reduzirem o arraste da camada superficial do solo, ajudam a conservar e até mesmo incrementar sua fertilidade.

Uma idéia geral da relação entre a produtividade das culturas e o uso de fertilizantes é mostrada na Figura 3.2. Conforme se observa na parte I da curva, em condições de baixos teores de nutrientes no solo, a produção vegetal pode ser significativamente aumentada pela adição de fertilizantes. Por outro lado, o aumento da produtividade é pequeno (parte II da curva) ou até mesmo nulo (parte III da curva) quando se usa fertilizantes em situações em que o solo já dispõe de teores muito elevados de nutrientes. Em casos extremos, o excesso de fertilizantes pode até resultar em problemas de fitotoxidez, com prejuízos ao desenvolvimento da planta e com conseqüente redução de produtividade (parte IV da curva). Esta última situação não é normal ocorrer, sendo mais comum quando se trata de micronutrientes, principalmente o boro.

Por ocasião da fertilização, os nutrientes devem ser supridos de forma equilibrada e a resposta em aumento de produtividade das culturas somente será obtida se os demais fatores de produção também estiverem em equilíbrio, não se constituindo em limitações ao desenvolvimento da planta.

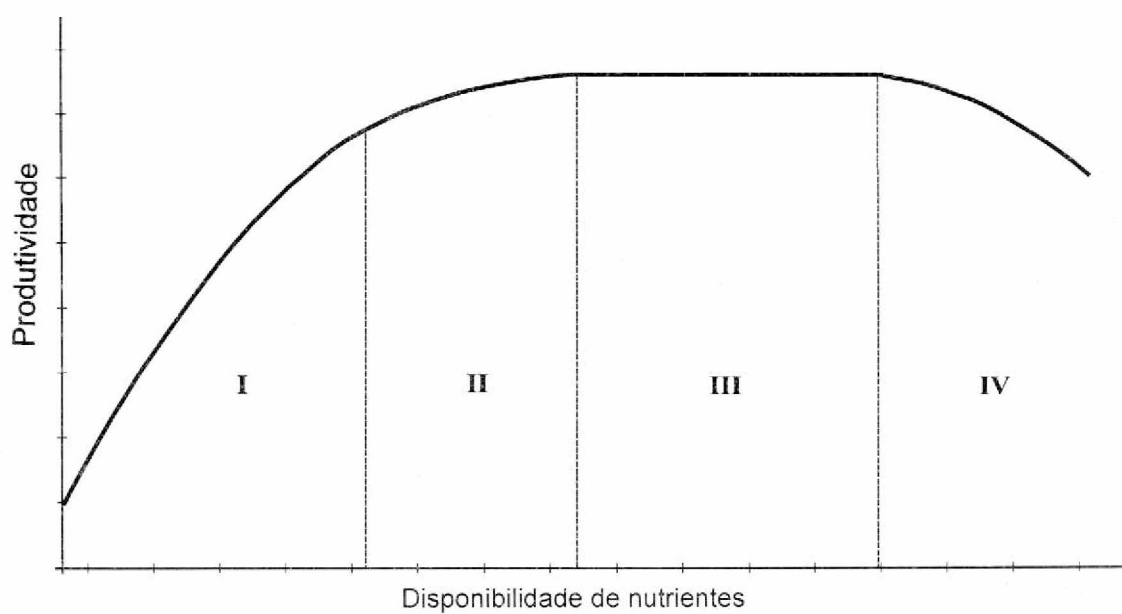


FIGURA 3.2 Teores de nutrientes no solo versus produtividade das culturas

Referências

- ARNON, D.I.; STOUT, P.R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with especial reference to copper. **Plant Physiology**, Lancaster, v.14, p.371-375, 1939.
- BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. Adubação foliar: conceituação e prática. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. (Coord.). **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.301-320.
- CAVALCANTI, F. J. de A. Seleção e calibração de métodos de análise de solo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.2, n.2, p. 164-175, dez. 1978.
- DECHEN, A.R.; BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. dos; VITTI, G.C. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: Curso de Nutrição Mineral de Plantas - Módulo 5. Brasília: ABEAS, 1995. 50p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Componentes inorgânicos. In: EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Ed. Planta, 2006. p. 41-68.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara koogan, 2004. p. 40-75.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752p.
- MALAVOLTA, E.; MORAES, M.F. de. Deficiência de níquel gera "Orelha de rato". **Informações Agro-nômicas**, Piracicaba, n. 112, p.8, dez. 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MONTEIRO, A.F.; DECHEN, A. R.; MONTEIRO, Q. A. de C. **Elementos essenciais**: absorção, transporte, redistribuição e funções: Curso de Nutrição Mineral de Plantas - Módulo 1. Brasília: ABEAS, 1995. 59p.
- PINTO, J.M.; SOARES, J.M. **Fertirrigação**: a adubação via água de irrigação. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1990. 16p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 70).

4. MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS

Antonio Raimundo de Sousa¹

Ademar Barros da Silva²

José Nunes Filho³

4.1. Considerações Gerais

De acordo com informações contidas no Capítulo 2, o Estado de Pernambuco apresenta uma grande variação na composição dos solos. A diversidade de características (profundidade, cor, textura, estrutura, consistência, drenagem, pedregosidade, relevo e fertilidade natural) confere aos ambientes diferentes potencialidades de uso.

A utilização intensiva desses ambientes, sem considerar a diversidade e sem o manejo adequado, resulta na degradação dos solos, recursos hídricos e biodiversidade. Pode-se citar, como exemplos, desmatamentos, queimadas, preparo do solo de forma excessiva e no sentido morro abaixo, monocultura, uso de fertilizantes sem a recomendação através da análise química do solo, uso indiscriminado de agrotóxicos, exploração do solo acima de sua capacidade e ausência de práticas de manejo e conservação do solo e da água. Esses fatores aceleram a erosão do solo, provocando deformação do terreno (sulcos, voçorocas), perda de nutrientes e matéria orgânica, compactação, encrostamento, poluição, inundação e assoreamento. Em função do exposto, verifica-se a importância de se explorar os solos de uma propriedade agrícola ou de uma pequena bacia hidrográfica de acordo com sua capacidade de uso ou aptidão agroecológica.

Isto significa que as lavouras devem ser limitadas, tanto quanto permitam as condições econômicas, aos trechos mais planos ou melhores da propriedade. As áreas de maior declive, bem como, as mais intensamente erodidas ou sujeitas à erosão, deverão ser preservadas com uma boa cobertura vegetal e, em ambos os casos, utilizar as práticas de manejo e conservação do solo e da água (Figura 4.1). Assim, o agricultor deve ser orientado para obter um arranjo de lavouras, fruteiras, pastagens, campos para feno, matas, estradas, canais escoadouros e aguadas, em equilíbrio com a configuração do terreno, com o clima, com a natureza do solo e, tanto quanto possível, com a sustentabilidade de sua propriedade. Áreas com declividade acima de 30 % devem ser destinadas para preservação ambiental, sobretudo na região semi-árida.

Para uma melhor orientação dos agricultores, com relação ao uso racional das terras, é indispensável planejar e implementar práticas de manejo e conservação do solo e da água, levando-se em consideração as características do solo. Essas práticas devem ser adaptadas às condições locais, ser economicamente viáveis e socialmente aceitáveis.

A assistência técnica de cada município é fundamental nesse processo, como também a contribuição da pesquisa, da extensão rural e dos agentes financeiros, condicionando os empréstimos ao uso de práticas de manejo e conservação do solo e da água. As associações de produtores, sindicatos, comunidades religiosas e a Prefeitura devem participar do trabalho.

4.2. Desmatamento e Limpeza da Área

Deve-se evitar, tanto quanto possível, o desmatamento com trator de esteira, isto porque há uma remoção de nutrientes e matéria orgânica da superfície do solo, empobrecendo-o cada vez mais

¹ Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do IPA

² Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

³ Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia, Pesquisador do IPA (2008)



FIGURA 4.1. Cultivo em curva-de-nível, prática conservacionista fundamental
Fonte: Rio Grande do Sul, 1985

e afetando a sua capacidade produtiva. Por outro lado, a lâmina do trator faz pressão na superfície do solo, reduzindo a infiltração de água e a disponibilidade de nutrientes para as lavouras.

O desmatamento manual é o mais recomendado e consiste em fazer a derrubada com equipamentos manuais (foice, machado, chibanca); retirar a madeira e a lenha e encoivar os restos vegetais para posterior queima. É nessa fase que as práticas de controle da erosão do solo devem ser implementadas. As encostas com relevo forte ondulado a montanhoso e os drenos naturais não devem ser desmatados, para evitar o assoreamento das áreas vizinhas e o desgaste acentuado do solo. A época mais apropriada para efetuar o desmatamento é logo após o período chuvoso, quando o solo está com baixo teor de umidade.

O fogo, ainda, é muito utilizado por agricultores e pecuaristas na limpeza de áreas recém-desbravadas, por constituir um procedimento de fácil execução para cumprir esta finalidade. Além de eliminar o trabalho e as dificuldades da incorporação dos resíduos das culturas, reduz a incidência de pragas e doenças que atacam as plantas. Entretanto, muitos prejuízos advêm do seu uso, tendo em vista o fato de que a queima da matéria orgânica e a volatilização do nitrogênio concorrem para diminuição da fertilidade do solo e, conseqüentemente, causam a degradação das áreas cultivadas (Bertoni & Lombardi Neto, 1990). Na operação de limpeza da área, a queima deve ser controlada, limitando-se o seu emprego a pequenas áreas distanciadas umas das outras, usando a prática de encoivamento.

Ainda por ocasião de limpeza da área, nos solos que apresentam pedregosidade na superfície, as pedras podem ser removidas e arrumadas na forma de curva de nível, funcionando como obstáculo ao escoamento das enxurradas. A distância entre as curvas de nível é calculada em função da declividade e da textura do solo (Tabela 4.1). O plantio é feito em contorno nos espaços entre as curvas.

A utilização de barreiras de pedras em contorno é uma prática de conservação do solo muito eficiente e econômica, que diminui a velocidade das enxurradas, retém o solo e vai, pouco a pouco, suavizando o declive (Figura 4.2).



FIGURA 4.2. Barreira de pedras em contorno

4.3. Construção de Estradas

Sempre que possível, as estradas devem ser construídas nos divisores de água ou acompanhando a curva de nível. Aproveitar os drenos naturais para dar vazão ao excesso de água das chuvas (Hudson, 1971).

No sentido de evitar perdas de solo e de água por erosão e, principalmente, o surgimento de sulcos e voçorocas, considerar as seguintes recomendações:

- a) implementar um plano conservacionista para o sistema rodoviário integrando a comunidade na solução dos problemas;
- b) construir, se possível, canais escoadouros paralelos ao leito das estradas, notadamente em seus pontos críticos, na área de domínio da estrada, para evitar danos às propriedades;
- c) plantar gramíneas nos taludes das estradas;
- d) plantar árvores nas faixas de domínio da estrada para estabilização dos taludes, sombreamento e melhoria das condições de proteção do solo;
- e) limpar a faixa de domínio das estradas por meio de ceifa do mato. Nunca utilizar o fogo.

4.4. Práticas de Conservação do Solo e da Água

4.4.1. Cultivo e plantio em curvas de nível

É uma prática eficiente no controle da erosão (Figura 4.1). Nesse método, cada linha de plantas atua como barreira retardando o escoamento das águas pluviais e favorecendo a infiltração. Quando é feita isoladamente, seu uso restringe-se às áreas com até 3 % de declividade, sobretudo quando se cultiva lavouras intensivas. Em declives superiores a 3 % sua eficiência diminui, sendo necessário sua associação com outras práticas de conservação do solo e da água (terraceamento, renques de vegetação permanente, etc.).

O primeiro passo é fazer a locação das curvas de nível que irão orientar a direção do preparo do solo e do plantio. A distância entre as niveladas básicas pode ser observada na Tabela 4.1.

Ao se executar o preparo do solo é importante que sejam consideradas algumas informações sobre as características (textura, estrutura, profundidade, presença de camadas endurecidas, pedregosidade) e o comportamento físico do solo (umidade ideal para realizar as operações de preparo, plantio e capinas). Segundo Souza & Pires (2003), as condições de umidade do solo são adequadas quando o solo está úmido, porém, não encharcado. Solos muito secos desgastam o equipamento e pulverizam o solo, enquanto os solos muito úmidos provocam a patinação do trator e o trabalho é prejudicado.

A experiência tem mostrado que o excessivo uso de equipamentos de cultivo pode induzir o aparecimento de camadas endurecidas, compactadas e de baixa permeabilidade e que, repetidas operações com equipamentos pesados afetam a estrutura do solo, compactando-os e, muitas vezes, reduzindo a sua profundidade efetiva para o crescimento das raízes, causando conseqüentemente, prejuízos ao rendimento das culturas.

TABELA 4.1. Espaçamento entre faixas de vegetação, cordões em contorno e terraços, em função da declividade e da textura do solo

Declive (%)	Solos Argilosos		Solos Textura Média		Solos Arenosos	
	EV	EH	EV	EH	EV	EH
	----- m -----					
1	0,80	80,00	0,70	70,00	0,50	50,00
2	1,00	50,00	0,80	40,00	0,60	30,00
3	1,10	36,70	0,90	30,00	0,70	23,30
4	1,20	30,00	1,00	25,00	0,80	20,00
5	1,30	26,00	1,10	22,00	0,90	18,00
6	1,40	23,40	1,20	20,00	1,00	16,70
7	1,50	21,40	1,30	18,60	1,10	15,70
8	1,60	20,00	1,40	17,50	1,20	15,00
9	1,70	18,90	1,50	16,70	1,30	14,40
10	1,80	18,00	1,60	16,00	1,40	14,00
11	1,90	17,30	1,70	15,50	1,50	13,60
12	2,00	16,70	1,80	15,00	1,60	13,30
13	2,10	16,20	1,90	14,60	1,70	13,00
14	2,20	15,70	2,00	14,30	1,80	12,90
15	2,30	15,30	2,10	14,00	1,90	12,70
16	2,40	15,00	2,20	13,70	2,00	12,50
17	2,50	14,70	2,30	13,50	2,10	12,40
18	2,60	14,40	2,40	13,30	2,20	12,20
19	2,70	14,20	2,50	13,20	2,30	12,10
20	2,80	14,00	2,60	13,00	2,40	12,00

EV = Espaçamento Vertical; EH = Espaçamento Horizontal

Fonte: Rio Grande do Sul, 1985.

A aração e a gradagem devem ser feitas acompanhando as curvas de nível que servirão de linhas mestras para orientação das diversas operações agrícolas. Para pequenos agricultores, recomenda-se tração animal com arado de aiveca e uso da grade para destorroar e nivelar o solo. De modo geral, não utilizar equipamentos agrícolas em solo seco ou saturado.

Enfim, os trabalhos devem ser programados e executados de acordo com as normas de manejo e conservação do solo e da água, que são fundamentadas numa avaliação adequada da capacidade de uso da terra, evitando a degradação acelerada dos recursos naturais (Ernani et al., 2002). Muitos problemas de hoje têm sua origem na agricultura predatória, praticada em larga escala.

4.4.2. Renques de vegetação permanente

São utilizados, especificamente, em áreas com 3 a 5 % de declividade. Trata-se de prática conservacionista de caráter vegetativa, indicada para controle de erosão hídrica, que consiste em plantar faixas de vegetação de gramíneas (Figura 4.3), preferencialmente, de crescimento denso, em curvas de nível com largura de 1,5 a 2,0 m, fracionando-se o terreno em espaços calculados em função da declividade do terreno e da textura do solo, conforme a Tabela 4.1. A sua finalidade é reduzir a velocidade do escoamento das águas de chuva sobre o solo, diminuindo a quantidade de terra arrastada pelas enxurradas (Bertoni & Lombardi Neto 1990). Em terrenos que apresentam maior declividade, os renques de vegetação devem ser associados a outras práticas de manejo e conservação do solo.



FIGURA 4.3. Renques de vegetação permanente ou faixas de retenção

4.4.3. Terraceamento

É a mais importante prática mecânica de controle de erosão hídrica. O terraço é formado pela combinação de um canal com um camalhão (monte de terra ou dique), construído em distância apropriada (Tabela 4.1) no sentido transversal do declive, feito em curva de nível (solos profundos com boa capacidade de infiltração) ou em gradiente (solos pouco profundos e de baixa capacidade de infiltração), para conter as enxurradas, forçando a absorção da água da chuva pelo solo ou a drenagem lenta e segura do excesso de água. O terraceamento é indicado para declives em torno de 20 % (Baruqui & Fernandes, 1985) e deve ser construído onde práticas mais simples não sejam suficientes para o controle adequado da erosão.

No que se refere aos tipos de terraços, eles são classificados de acordo com a largura da faixa de movimentação de terra: a) terraços de base estreita, também chamados cordões em contorno (Figura 4.4) – a movimentação de terra é feita numa largura de 2 a 3 metros. São utilizados em áreas com declives mais acentuados; b) terraços de base larga – a faixa de movimentação de terra é de 6 a 12 metros (Bertoni & Lombardi Neto 1990). São viáveis apenas em solos profundos com declives suaves.

De modo geral, o terraceamento deve ser feito, preferencialmente, em solos profundos e em áreas a montante das barragens para controlar o assoreamento, integrando-se com outras práticas conservacionistas complementares, tais como canais escoadouros, renques de vegetação, cultura a ser implantada, e locação de estradas, formando um conjunto de técnicas que possibilitem a exploração racional e intensiva de uma gleba, sob a forma de planejamento geral da propriedade.

Para manter a eficiência do sistema, deve-se fazer, periodicamente, a manutenção, que consiste em retirar do sulco a terra proveniente do assoreamento, colocando-a sobre o camalhão.



FIGURA 4.4. Terraço de base estreita ou cordão em contorno na cultura do sorgo

4.4.4. Rotação de culturas

É um sistema que consiste em alternar, em um mesmo terreno, diferentes culturas em uma sequência de acordo com um plano previamente definido. A idéia é não se repetir durante muito tempo uma mesma cultura no mesmo local. Ele é fundamentado no conceito que uma cultura extrai do solo, para seu desenvolvimento, maiores ou menores quantidades de determinados nutrientes. E, também, por possuírem diferentes sistemas radiculares, que exploram profundidades variáveis de solo, contribuindo, desta forma, para a manutenção de sua fertilidade natural.

Para se estabelecer um plano racional de rotação é necessário considerar diversos fatores, tais como: mercado, clima, natureza do solo, mão-de-obra, máquinas e implementos agrícolas disponíveis e características morfológicas e fisiológicas das culturas.

Esta prática é realizada com a finalidade principal de manter a produtividade do solo. No entanto, outras vantagens adicionais podem ser esperadas, tais como contribuir diretamente para um melhor controle de plantas invasoras, aumentar a quantidade de matéria orgânica do solo, reduzir as perdas por erosão, promover a diversificação de culturas, diminuir a incidência de pragas e doenças e organizar a distribuição das culturas na propriedade agrícola.

É importante, também, que o produtor implante juntamente com a rotação de culturas, a rotação ou rodízio de áreas em utilização, dentro da respectiva capacidade ou aptidão de uso de cada gleba, o que deve ser previsto em qualquer planejamento feito com senso prático e objetivo.

4.4.5. Canais escoadouros

Têm como finalidade escoar o excesso de água dos terraços, conduzindo-o para locais onde não haja perigo de erosão hídrica (Brasil, 1983).

Esses canais escoadouros devem ser construídos, de preferência, nos drenos naturais. No caso de se construir escoadouros artificiais, eles devem ser largos, rasos e revestidos de vegetação de boa cobertura, com a finalidade de prevenir a erosão das paredes do canal. Quando construídos em declives longos e acentuados, os escoadouros devem ter barreiras ou obstáculos de pedras, madeiras, etc., para diminuir a velocidade da água.

4.4.6. Vegetação dos drenos naturais

Os drenos naturais devem ser vegetados com plantas que apresentem as seguintes características:

- a) rapidez no estabelecimento;
- b) reduzido caráter invasor;
- c) boa capacidade de proteção;
- d) fácil adaptabilidade na região.

Esta vegetação não deve ser capinada com enxadas e, sim, utilizar ceifa do mato e corte do capim. Nunca utilizar o fogo.

4.4.7. Adubação verde

É a incorporação ao solo de plantas especialmente cultivadas para esse fim ou de outras vegetações cortadas quando ainda verdes para serem enterradas. Tem como finalidades proteger o solo contra a ação direta da chuva e melhorar as condições físicas do solo, principalmente, pelo aumento do conteúdo de matéria orgânica.

Indicam-se as leguminosas mucuna preta, feijão-de-porco (Figura 4.5), feijão guandu e lab-lab por serem as mais promissoras para a região. Elas têm boa produção de massa verde e capacidade de fixação, pelas bactérias *Rhizobium*, do nitrogênio da atmosfera, como também extraem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo, reciclando-os. Como prática de adubação verde, o corte, seguido da incorporação, é feito na época da floração e as leguminosas devem ser plantadas consorciadas com o milho, o que permite diminuir os custos de produção.

No caso de recuperação de áreas degradadas, os adubos verdes devem ser mantidos na gleba por alguns anos, antes de cortados e incorporados. Para isto, recomenda-se o feijão guandu.



FIGURA 4.5. Adubação verde com feijão-de-porco entre fileiras de goiaba

Fonte: Souza & Pires, 2003

4.4.8. Cobertura morta

Prática que consiste em se fazer uma cobertura morta na superfície do solo com uma camada de aproximadamente 0,02 m de espessura, utilizando-se restos de cultura, casca de arroz, capim seco sem sementes, pó de serra de madeira, entre outras. Esta técnica é utilizada, principalmente, em sementeiras e canteiros para o cultivo de hortaliças e no sistema de plantio direto e tem como principais vantagens: evitar a queima acelerada da matéria orgânica, conservar e preservar a fertilidade e a umidade do solo, dificultar o desenvolvimento de plantas invasoras, proteger o solo contra o impacto direto das gotas de chuva e controlar o escoamento superficial das enxurradas e, conseqüentemente, aumentar o rendimento das culturas.

4.4.9. Sistema de plantio direto

O plantio direto é um sistema de cultivo que é feito sem que haja a aração e ou a gradagem do solo. Após a colheita, os restos da cultura anterior são deixados como cobertura do solo e o plantio é feito diretamente com máquinas especiais, que abrem um pequeno sulco de profundidade e largura suficientes para garantir o contato da semente com o solo. As plantas invasoras são controladas por meio de herbicidas, sendo as capinas mecânicas dispensadas, para evitar o revolvimento do solo (Saturnino & Landers, 1997).

O plantio direto consiste numa seqüência de três operações fundamentais: colheita e distribuição dos restos da cultura antecedente, aplicação de herbicidas e plantio. É um sistema eficiente no controle do processo erosivo, em virtude de manter os resíduos vegetais sobre a superfície e promover a mobilização mínima do solo. Não deve, entretanto, ser considerado como uma prática de recuperação de solos erodidos, compactados, degradados ou infestados por plantas invasoras.

Para implantação do sistema de plantio direto é necessário atender os seguintes requisitos (Shultz, 1978; Saturnino & Landers, 1997):

- a) o técnico responsável deve conhecer e dominar todas as fases do sistema;
- b) a mão-de-obra deverá ser bem treinada;
- c) eliminar, antes da implantação do sistema, a compactação do solo ou as camadas adensadas;
- d) a superfície do solo deve estar nivelada, sobretudo os terrenos com muitos sulcos de erosão, antes da implantação do plantio direto;
- e) a fertilidade do solo deve ser mantida na condição de média a alta;
- f) a cobertura vegetal deve ocupar, pelo menos, 70 % da superfície do solo;
- g) os restos da cultura jamais devem ser queimados, a não ser em casos especiais de controle de pragas e doenças;
- h) é necessário usar o picador e o distribuidor de palha, porque se a palha ficar amontoadada, impedirá a utilização do sistema de plantio direto;
- i) eliminar plantas invasoras perenes: além de serem de difícil controle, afetam o crescimento e o rendimento das culturas que estão sendo exploradas;
- j) não deve haver alta infestação de plantas invasoras, para não tornar o custo com herbicida muito alto;
- k) as plantas invasoras devem ser identificadas e receber controle específico antes da implantação do plantio direto.

4.4.10. Controle de voçorocas (Rio Grande do Sul, 1985)

- a) Isolar a área com cerca de arame, numa distância de duas vezes à profundidade da voçoroca;
- b) conservar a vegetação natural e executar plantio de essências florestais rústicas (eucalipto, acácia e sabiá) e utilizar gramíneas (capim estrela, capim pangola, capim elefante, capim sândalo, grama, entre outras) nas bordas do talude, à montante e à jusante da voçoroca;
- c) construir um canal divergente na cabeceira da voçoroca, para desvio da enxurrada da bacia de captação (plano superior) acima da cerca de isolamento, com um desnível de 0,5 a 1,0 % ou até 3 % quando revestido de gramíneas, inclusive até o final da voçoroca. Deve-se fazer manutenção;
- d) suavizar os taludes das voçorocas e dos canais construídos;
- e) para um melhor restabelecimento das culturas devem-se fazer fertilizações orgânica e mineral.

4.4.11. Recuperação de solos com ocorrência de voçorocas

É uma medida onerosa por envolver movimentação de terra e equipamentos pesados (Rio Grande do Sul, 1985).

- a) Processo lento
- Paliçadas - feitas de estacas enterradas e entrelaçadas com bambu e vedadas com vegetais. Deve-se fazer o plantio de gramas próximo à paliçada e distanciada (Tabela 4.2).

- Açudes ou barreiros - aplicável somente em voçorocas de grandes extensões e de grandes profundidades. Associar esta prática ao uso da paliçada. Deve-se construir um sangradouro, para escoar o excesso de água proveniente da bacia de captação.

b) Processo rápido

Consiste na movimentação de terra para preenchimento da voçoroca por meio de tratores, niveladoras, patrol e retro-escavadeira com concha frontal para carregamento.

Não preencher com lixo inorgânico/orgânico e vasilhame tóxico, devendo-se para isso, fazer reciclagem do material para não causar poluição nas vertentes de água.

TABELA 4.2. Distância entre as paliçadas, com relação ao declive, para recuperação de voçorocas

Declive (%)	Espaçamento (m)
< 3	17,00
4 – 6	8,50
7 – 9	5,50
10 – 12	4,10
13 – 15	3,30
16 – 18	2,70
19 – 21	2,30
22 – 24	2,00
25 – 27	1,80
28 – 30	1,50

Fonte: Rio Grande do Sul, 1985.



Referências

- BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 128, p. 55-68, 1985.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3.ed. São Paulo: Icone, 1990. 355p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. **Manejo e conservação do solo e da água**: informações técnicas. Brasília, 1983. 66p.
- HERNANI, L.C.; FREITAS, P. L.; PRUSKI, F. F.; MARIA, I. C. de; CASTRO FILHO, C.; LANDERS, J. N. A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 47-60
- HUDSON, N. **Soil conservation**. New York: Cornell University Press, 1971.320p.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura. **Manual de conservação do solo e água**. 3.ed. Porto Alegre, 1985. 287p.
- SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: Embrapa, 1997. 116p.
- SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto**: técnicas e perspectivas. Porto Alegre: Agropecuária, 1978. 84p.
- SOUZA, C. M.; PIRES, F. R. **Práticas mecânicas de controle da erosão**. Brasília: SENAR, 2003. 87p. (SENAR. Coleção, 75).

5. AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Davi José Silva¹

José Pereira Leite²

Maria Cristina Lemos da Silva³

5.1. Métodos de Avaliação da Fertilidade do Solo

Existem vários métodos para avaliar a fertilidade do solo. Do ponto de vista técnico, eles podem ser agrupados em métodos biológicos e químicos.

5.1.1. Métodos biológicos

5.1.1.1. Sintomas visuais

A observação de sintomas de deficiências visuais é sempre útil, mas não permite uma avaliação direta da fertilidade do solo. No máximo, é possível detectar sintomas de carência de nutrientes, em geral em estágio avançado.

5.1.1.2. Ensaios com plantas superiores

Esses ensaios biológicos podem ser realizados no campo ou em vasos. Eles constituem a parte mais importante da base experimental que serve de suporte para a avaliação da fertilidade do solo. Contudo, não é possível usar ensaios de fertilização para resolver problemas individuais de propriedades agrícolas. Em geral, apenas instituições de pesquisa ou algumas organizações melhor estruturadas conseguem realizar ensaios de fertilização.

5.1.1.3. Ensaios com microrganismos

Assim como os ensaios com plantas, esses ensaios são realizados apenas por instituições de pesquisa ou por empresas privadas bem estruturadas e que possuem interesses específicos.

5.1.2. Métodos químicos

5.1.2.1. Análise de solo

A análise química do solo pode ser considerada a única técnica disponível de fácil acesso para avaliação direta da fertilidade do solo. Além disso, apresenta uma série de vantagens sobre os demais métodos de avaliação da fertilidade do solo: baixo custo, rapidez, pode ser realizada em qualquer época do ano, entre outras.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade do Solo, Ex-Pesquisador do IPA

³ Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora do IPA

5.1.2.2. Análise de planta

A análise de tecido vegetal reflete, de certo modo, na fertilidade do solo, mas não permite avaliá-la. O teor de nutrientes na planta é consequência de um conjunto de fatores que condicionam a absorção de nutrientes. Constitui, portanto, uma forma indireta de avaliar a fertilidade do solo, usando a planta com solução extratora.

Existem três premissas que devem ser obedecidas para que a diagnose foliar possa ser usada; dentro de limites, devem existir relações diretas (variação no mesmo sentido) entre as seguintes variáveis:

- a) suprimento do nutriente pelo solo e produção;
- b) suprimento do nutriente pelo solo (ou fertilizante) e teor foliar do mesmo;
- c) teor foliar e produção.

5.2. Análise de Solo

5.2.1. Amostragem

Por definição, amostragem é o processo de obtenção da amostra para ser analisada como representante de um todo. Estatisticamente é o conjunto de métodos utilizados na obtenção de amostras representativas de uma população. Nesta linha de raciocínio, amostra é a parte ou unidade de um produto natural, neste caso o solo, que se obtém para representar uma área homogênea.

A amostragem de solo é a primeira etapa de um programa para avaliação da sua fertilidade. Portanto, o conhecimento da condição da fertilidade do solo no âmbito de uma área cultivada ou não, permite o emprego das mais confiáveis práticas de manejo de fertilizantes e de corretivos.

Considerando que não é possível analisar o campo como um todo e, sabendo-se que um dos aspectos mais importantes associados com análises de solo para diagnosticar a sua fertilidade é a obtenção de uma amostra que represente a área a ser testada, lança-se mão dos recursos teóricos da amostragem. É necessário deixar claro que a amostra entregue ao laboratório deve representar o solo da área em que se pretende implantar ou manter uma cultura.

Uma amostra de solo que não é representativa da área da qual foi coletada, dá origem a resultados desprovidos de confiabilidade e poderá provocar perda de investimento para o produtor rural, tendo em vista que se pode estar aplicando ao solo, mais (ou menos) fertilizantes e/ou corretivos do que são necessários para a cultura. Também poderão acarretar perdas de tempo, de reagentes e, o que é indesejável, da credibilidade do laboratório.

Tendo em vista que um hectare de solo, cuja amostra composta foi coletada à profundidade de 0,20 m e cuja densidade aparente (global) é de $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, tem a massa de 2.400.000 kg e, sabendo-se que a amostra quando remetida ao laboratório, tem a massa de cerca de 500 g e finalmente que, apenas 12 g (10 mL) serão usados em cada determinação, infere-se que as técnicas da amostragem devem ser rigorosamente seguidas. Portanto, o resultado analítico dessa pequena fração de solo deverá refletir a fertilidade da massa desse hectare.

5.2.1.1. Seleção da área

O solo é um sistema dinâmico do ponto de vista biológico, físico e químico. Todo solo apresenta variabilidade de características, devido aos fatores de formação, os quais variam entre e dentro de locais. Há três direções de variação que podem ocorrer quando se aceita que uma amostra possa estimar os parâmetros da fertilidade do solo, a saber: vertical, horizontal e de tempo. A variação, em qualquer dessas fontes, conduz a uma recomendação de fertilizantes e/ou de corretivos incorreta.

Portanto, um programa de análise de solo para dar assistência aos agricultores é posto em risco, se as regras analíticas e a teoria da recomendação forem aplicadas a uma amostra não representativa. Com o propósito de garantir a representatividade das amostras, a área deverá ser dividida em subáreas homogêneas, identificando-as por número ou por nome. Em cada uma dessas subáreas, serão coletadas *amostras simples* com as quais preparar-se-á a *amostra composta*.

Cada área onde se irá executar a *amostragem* deverá conter características uniformes. A uniformidade é aceita, quando se obedece aos seguintes aspectos: topografia; cobertura vegetal (ou cultura); tipo de solo e cor; bem como, textura; grau de erosão; drenagem e, finalmente, histórico da utilização, especificamente concernente ao uso de fertilizantes e de corretivos. Numa paisagem hipotética (Figura 5.1.) estão representadas as *subáreas*, levando-se em consideração os aspectos acima citados.

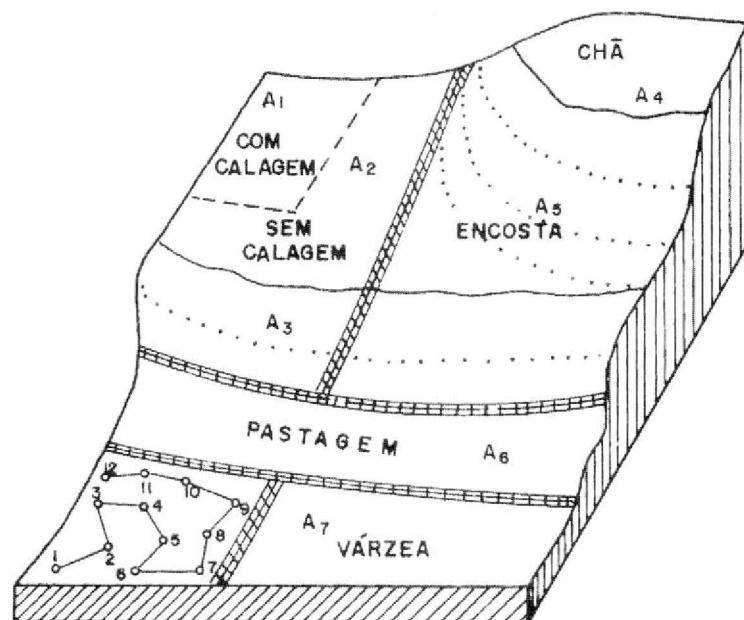


FIGURA 5.1. Divisão da área em subáreas para amostragem, de acordo com a topografia e o uso do solo

5.2.1.2. Tipos de amostra

a) *Amostra Simples*

A que representa apenas um indivíduo, ou seja, um volume de solo proveniente de um ponto na área e numa profundidade única

b) *Amostra Composta*

A oriunda da homogeneização das amostras simples. É o indivíduo que representa a área.

A área da propriedade deve ser dividida em *subáreas*. Considerando a variabilidade do terreno, a subárea não deve ser superior a 20 ha e a máxima tolerável é de 40 ha. Em geral, não é conveniente amostrar áreas maiores que 10 ha. Se entretanto, a propriedade for extensa, o que torna impraticável amostrar completamente, recomenda-se selecionar algumas áreas representativas de situações diferentes.

É importante ter um mapa ou fazer um croqui da propriedade, indicando a posição das áreas que serão amostradas e identificadas. O croqui deve ser guardado junto com os resultados analíticos, para acompanhamento da evolução da fertilidade do solo nos anos subseqüentes.

Dependendo da maneira como o solo vem sendo usado, as subáreas terão as seguintes dimensões (Tabela 5.1.).

TABELA 5.1. Tamanho das subáreas homogêneas, segundo o uso

Uso	Subárea (ha)
Pastagem natural	15 a 10
Terreno plano com culturas anuais	2 a 7
Terreno erodido com culturas anuais	1 a 2
Terreno irrigado com culturas anuais	0,5 a 1
Pomar (fruticultura)	0,5 a 1
Hortaliças irrigadas	0,5 a 1

5.2.1.3. Número de amostras simples a coletar, por amostra composta

Após a divisão da área e a identificação das subáreas, o número de amostras simples para formar uma amostra composta é estabelecido conforme a Tabela 5.2.

TABELA 5.2. Número de amostras simples para formar amostra composta

Área (ha)	Nº amostras simples/composta
< 3	15
3 a 5	20
5 a 7	25 a 30

A retirada de um número superior a 20 amostras simples por hectare provavelmente não aumentará de maneira significativa a precisão da amostragem, no que concerne à representatividade. Em contrapartida, mesmo que a área seja considerada homogênea, não se deve coletar menos de 10 amostras simples por hectare para compor a amostra composta.

São injustificadas e tecnicamente erradas as simplificações realizadas na prática, com amostragem efetuada em poucos pontos e, até mesmo, em apenas um. Amostras coletadas em tais condições podem distorcer seriamente a situação real da fertilidade da área, conduzindo a recomendações inadequadas.

5.2.1.4. Época e frequência da amostragem

A época exata de coleta da amostra de solo não é definida rigorosamente. Entretanto, amostragem executada imediatamente após a fertilização não é correta. Ela poderá ser efetuada em qualquer época do ano; porém, considerando-se o tempo gasto para que a amostra chegue ao laboratório, o processamento analítico da amostra e o recebimento dos resultados pelo interessado, é ideal que a amostragem seja realizada no mínimo com 60 dias antes da aração, da aplicação e incorporação do corretivo da fertilização e do plantio. É conveniente lembrar que o calcário, após a incorporação, demanda mais de 30 dias para reagir, corrigindo a acidez do solo. Para a maioria das culturas anuais do Estado, o ideal será proceder à amostragem no início da estação seca e para as culturas perenes, logo após a colheita.

A análise de solo deve ser repetida em intervalos que podem variar de 1 a 4 anos, dependendo da intensidade da fertilização e do número de culturas anuais consecutivas, empregando-se maior frequência para as áreas que receberam maiores aplicações de fertilizantes.

5.2.1.5. Caminhamento

O raciocínio estatístico aplicado à teoria da amostragem é fundamental na pressuposição de que cada observação é independente e identicamente distribuída. A coleta de amostra de solo pelo método de ziguezague é o procedimento que mais se ajusta àquele raciocínio. Nessas condições, onde as áreas são percorridas por este procedimento, as amostras compostas são homogêneas e representativas de cada situação, considerando que as faixas de variação da fertilidade são exploradas (Figura 5.2.).

Os pontos de coleta das amostras simples são determinados ao acaso, por caminhamento pela subárea, em intervalos de 20 ou 30 passos. Deve-se evitar os locais em que o solo natural está visivelmente modificado pela atividade de formigas, cupins ou por outras razões: despejo de fertilizantes, de calcário, de cinza, de esterco, etc. Devem ser evitadas, também, as proximidades de currais, construções, estradas, drenos e de canais de irrigação, bem como áreas encharcadas.

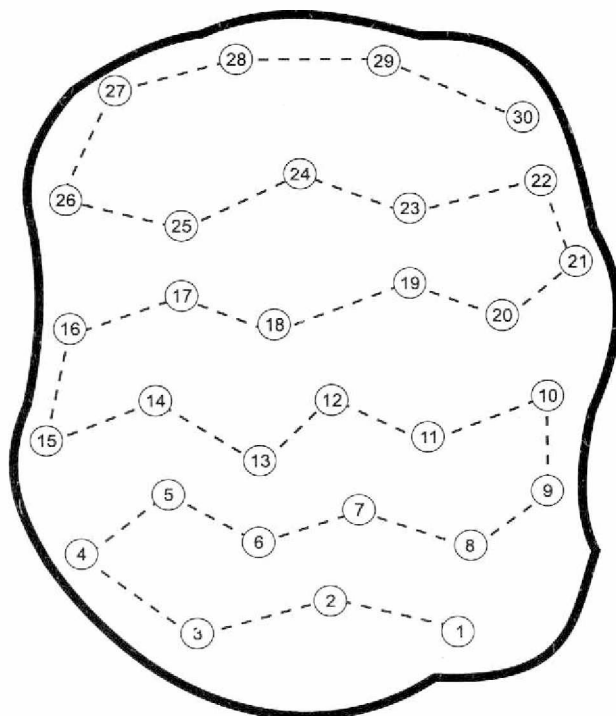


FIGURA 5.2. Caminhamento em ziguezague durante a amostragem. Representação da coleta de 30 amostras simples cobrindo a área.

5.2.1.6. Profundidade de coleta das amostras simples

Para a maioria das culturas, as amostras devem ser retiradas na camada de 0 a 0,20 m.

No caso de áreas novas, principalmente aquelas destinadas à implantação de culturas perenes, é ideal realizar a amostragem nas camadas de 0 a 0,20 m; de 0,20 a 0,40 m e de 0,40 a 0,60 m. Este sistema permite ao técnico avaliar os solos das áreas onde as culturas apresentarão mais

problemas para o desenvolvimento normal das raízes em profundidade e sugerir medidas práticas de manejo para contornar seus efeitos nas futuras produções.

Mesmo em culturas anuais, em algumas partes da área, é aconselhável coletar amostras simples (pelo menos cinco por composta) na camada de 0,20 a 0,40 m (separadas das amostras simples da camada de 0 a 0,20 m), para saber como está se comportando o solo nessa camada. A amostragem em camadas mais profundas permitirá, ainda, acompanhar a evolução da fertilidade do solo em profundidade, levando ao conhecimento mais detalhado de eventuais problemas de desbalanço nutricional, de teor de alumínio tóxico e de salinidade.

Quando se conhece as profundidades dos horizontes genéticos do solo, as amostras simples devem ser coletadas obedecendo às profundidades dos horizontes.

A padronização da profundidade da amostragem a 0,20 m tem a vantagem de uniformizar o procedimento, permitindo a comparação dos resultados.

Para uma mesma amostra composta, as amostras simples, que lhe darão origem, deverão ser retiradas à mesma profundidade e contribuir com o mesmo volume de solo. Admite-se que o resultado analítico obtido na amostra composta seja equivalente à média dos resultados que seriam conseguidos nas análises das amostras simples. Apenas a estimativa da média será obtida através da amostra composta.

5.2.1.7. Ferramenta e material necessários à amostragem

Para a retirada das *amostras simples* deve-se ter à disposição uma das seguintes ferramentas: o *trado holandês*, que tem bom desempenho em qualquer tipo de solo, mas exige grande esforço físico; o *trado de rosca*, mais adequado para solos arenosos e úmidos; o *trado caneco*, ideal para solos secos e compactados, não exigindo muito esforço físico; o *trado de cano*, ideal para amostragem em terra fofa e ligeiramente úmida, e, a *pá de corte* ou *reta*, ferramenta mais disponível e simples para o agricultor e que deve ser usada isoladamente em terra úmida e fofa ou com o *enxadeco* em solo seco e compactado. Há, ainda, a *enxada comum*, o *cavador* e a *colher de jardineiro*. É recomendável ter-se à disposição, um trado adequado para amostragem até 0,80 m de profundidade.

Os materiais usados para amostragem são: balde plástico ou metálico; sacos plásticos, de pano, limpos; caixas de papelão, internamente impermeabilizadas e comercializadas pelo Laboratório; etiquetas; lápis de grafite e o formulário para informações.

Quando a amostra for coletada com o objetivo de determinações de micronutrientes, deve-se evitar o emprego de ferramenta ou material metálico. Usa-se, preferencialmente, objetos de polietileno, de plástico ou de madeira. Com este cuidado, evita-se a contaminação da amostra, principalmente com ferro, zinco, etc. Pode-se usar trado de aço inoxidável.

5.2.1.8. Instruções para coleta das amostras

No caso de área ainda não arada, antes da coleta, deve-se ter o cuidado de limpar a superfície do solo nos locais escolhidos para retirar as amostras simples, removendo resíduos não decompostos de tecido vegetal, folhas, talos, etc.; fezes de animais; pedras; tomando-se a devida cautela para não remover a parte superficial do solo.

Se a amostragem for realizada com os restos da cultura anterior ainda no campo, deve-se evitar a retirada de amostras simples nos sulcos de plantio. Se a cultura anterior recebeu mistura fertilizante nos sulcos, a coleta de amostras simples nos mesmos, conduzirá a resultados analíticos indicando fertilidade maior do que a real, devido ao efeito residual dos elementos fertilizantes que compõem a mistura, principalmente, do fósforo. No caso de cultura anterior esgotante, por exemplo,

milho não fertilizado, a amostragem apenas nos sulcos de plantio levaria a resultados mais baixos do que aqueles do solo entre os sulcos, vez que houve extração de nutrientes pela cultura. Convém deixar claro que, após a aração, caso não tenha sido feita marcação precisa, dificilmente os sulcos serão feitos exatamente nos locais onde a cultura anterior foi plantada. Com a retirada das amostras simples apenas nas entrelinhas, não se estará considerando o efeito residual dos fertilizantes, e ocorrerá, também, uma avaliação irreal da área. Do ponto de vista da melhoria da fertilidade do solo da propriedade como um todo e do fornecimento de nutrientes para a cultura que será implantada, é preferível realizar a amostragem nas entrelinhas da cultura anterior.

Quando a amostragem é executada em áreas de culturas perenes, já implantadas e nunca fertilizadas, as amostras simples devem ser retiradas nos locais em que serão feitas as aplicações de fertilizantes, isto é, na projeção das copas (Figura 5.3.). Em áreas de culturas perenes implantadas e que já receberam aplicações de fertilizantes na superfície, devem ser coletadas duas amostras simples em cada local, sendo a primeira superficialmente (0,05 m) e a segunda subsuperficial, de 0,05 m até a profundidade efetiva do sistema radical; mas sempre retirando-as na projeção das copas; resultando, desse modo, duas amostras por área homogênea.

No caso de culturas perenes já implantadas, a localização das amostras simples pode seguir dois critérios: a) fazer a amostragem da área fertilizada na projeção da copa, separadamente da área não fertilizada, (entrelinhas ou rua); portanto duas amostras compostas cada uma contendo 20 amostras simples; b) efetuar a amostragem com uma amostra composta, coletando metade das amostras simples na área fertilizada (projeção da copa) e a outra nas entrelinhas. (Figura 5.3.)

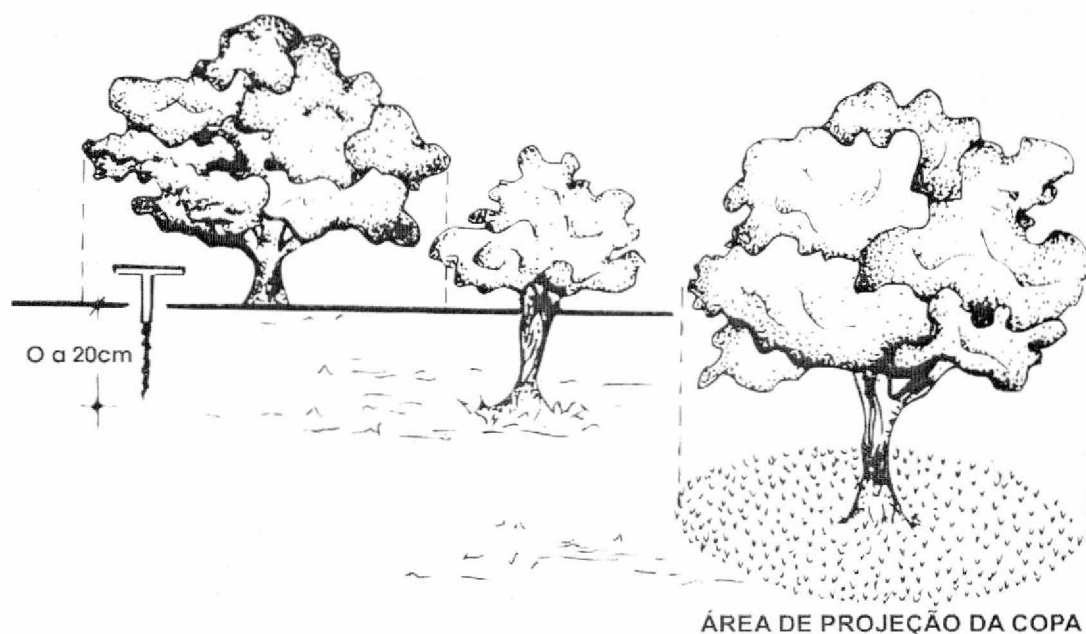


FIGURA 5.3. Projeção da copa: área para amostragem de solo em culturas perenes

Preferencialmente, as amostras deveriam ser coletadas com trados, mas há situações em que o terreno está muito seco, tornando-se necessário o emprego do enxadeco, alavanca ou cavador para abertura da cova. Nessas condições, é necessário utilizar-se uma medida de volume definida, como uma pequena lata ou copo, com o objetivo de atender à exigência de equivalência de volumes de solo para todas as amostras simples. Esse volume é obtido, após a homogeneização da terra da fatia, à profundidade escolhida. Nesse procedimento, é necessário que a fatia apresente a mesma espessura em toda sua extensão, de forma a existir idêntica contribuição das camadas que a com-

põe. Esquemáticamente (Figura 5.4.) mostra-se o procedimento da coleta da amostra em terrenos muito secos.

Os solos das amostras simples que formarão uma composta, são reunidos e misturados em um recipiente (balde plástico com volume de 10 Litros), previamente limpo; sem perigo de contaminação com material estranho. No balde, as amostras simples devem ser bem misturadas, quando, então, retira-se 400 ou 500 g para constituírem a amostra composta. Essa será posta na caixa de papelão com as informações do laboratório e, na ausência dela, acondicioná-la em saco plástico limpo, contendo etiquetas (interna e externa), com informações identificadoras e usando-se lápis de grafite.

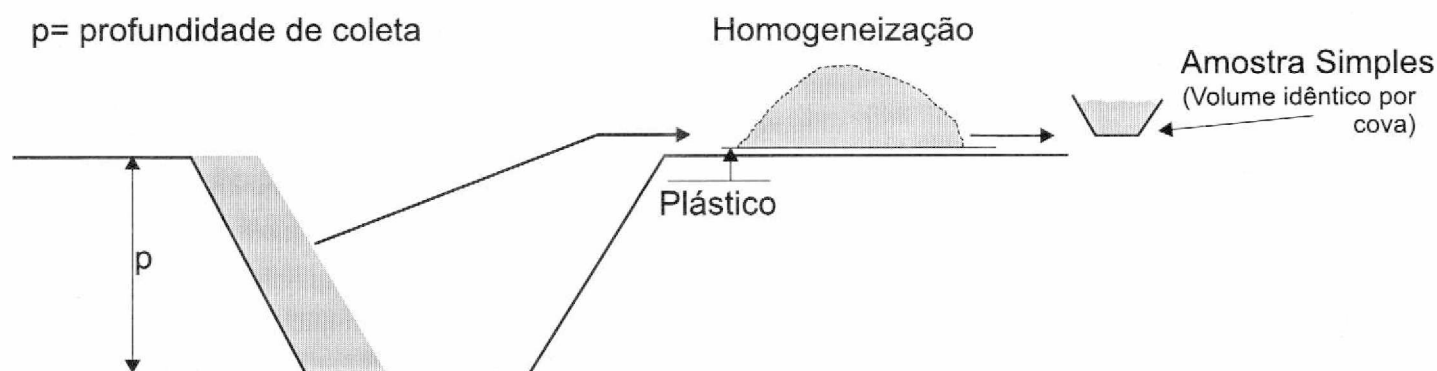


FIGURA 5.4. Detalhes da amostragem em terreno muito seco

É conveniente evitar a contaminação com cinza de cigarro, que altera, substancialmente o resultado analítico, principalmente o de potássio.

Quando a área é cultivada com cana-de-açúcar, o número de amostras simples a ser retirado no talhão (chã, encosta, etc.) dependerá, também, da área (Tabela 5.3.)

TABELA 5.3. Número de amostras simples para formar uma composta

Área do talhão (ha)	Número de amostras simples por composta	
	Cana-planta	Cana-soca
< 3	15	18
3 a 5	20	27
> 5	25 a 30	36

Quando o talhão estiver ocupado com socaria, as amostras simples serão coletadas caminhando-se, também, em ziguezague, observando-se o seguinte procedimento: para cada oito amostras simples coletadas nas entrelinhas, deve-se tirar uma na fileira.

5.2.1.9. Acondicionamento

As *amostras compostas*, obtidas da maneira anteriormente descrita, devem ser secas ao ar, em ambiente ventilado, protegidas de contaminação e acondicionadas em caixinhas de papelão plastificada internamente e fornecidas pelo Laboratório. Caso não haja disponibilidade das mesmas, usar sacos plásticos limpos. Não acondicionar amostra molhada em saco plástico.

Se o solo estiver molhado, convém deixar secar as amostras simples ao ar e, só depois, misturá-las para tirar a amostra composta.

5.2.2. Metodologia de análise e interpretação dos resultados

No laboratório, a amostra de solo é secada ao ar, destorroada, passada em peneira de 2 mm de diâmetro e analisada segundo a metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1997).

Nos laboratórios de rotina são realizadas as seguintes determinações: pH (H_2O); fósforo e potássio disponíveis; alumínio, cálcio e magnésio trocáveis.

A determinação do pH é feita através de leitura em potenciômetro, na suspensão de solo e água, na razão de 1:2,5, após tempo de contato não inferior a uma hora.

Para determinação dos teores de fósforo e de potássio é usado o extrator de Mehlich-1 (H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N). A relação solo/solução extratora é de 1:10 (10 cm³ de solo para 100 mL de solução extratora).

O fósforo é determinado, colorimetricamente, em alíquota do extrato, após formação de complexo fosfo-molibdico, na presença do ácido ascórbico, enquanto que o potássio é obtido através do método de espectrofotometria de emissão de chama.

Os resultados para fósforo são expressos em miligramas por decímetro cúbico (mg dm⁻³), e para potássio, em centimol de carga por decímetro cúbico (cmol_c dm⁻³).

O alumínio, o cálcio e o magnésio trocáveis são extraídos com solução de KCl 1N usando-se também a relação de 1:10 (10 cm³ de solo para 100 mL de solução extratora).

A determinação do alumínio é feita através da titulação de alíquota do extrato de solo com solução de hidróxido de sódio 0,025 N, em presença do indicador azul de bromotimol.

Os teores de cálcio mais magnésio, também são determinados volumetricamente, utilizando-se na titulação, a solução de ácido etilenodiamino tetraacético dissódico (EDTA) 0,025 N, sendo o negro de hiocromo usado como indicador. Em outra alíquota do extrato do solo, é feita a determinação do cálcio, mediante titulação com solução de EDTA 0,025 N, usando-se ácido calconcarbônico como indicador. A concentração de magnésio é obtida pela diferença entre as determinações de cálcio mais magnésio e de cálcio. Os resultados dessas determinações são expressos em centimol de carga por decímetro cúbico (cmol_c dm⁻³).

Outras determinações poderão ser feitas a pedido dos interessados.

Obtidos os dados analíticos da amostra do solo, prossegue-se com a interpretação dos resultados que é feita mediante o estabelecimento de níveis para os elementos. Esses níveis são definidos a partir de estudos de correlação entre os teores do elemento revelado pela análise e a produção relativa de uma determinada cultura, em uma dada região. As curvas de calibração são preparadas a partir dessas correlações. Elas são válidas para um dado elemento e obtidas através de resultados de pesquisas de laboratório e experimentação de campo, em larga escala, requerendo grande infraestrutura física e de pessoal técnico especializado.

5.3. Avaliação Nutricional das Plantas

5.3.1. Considerações gerais

A análise mineral de tecidos vegetais é usada para avaliar o estado nutricional das culturas. Quando utilizada em complemento à análise de solo, constitui-se um importante instrumento de controle da nutrição mineral das plantas.

Normalmente, a folha é a parte da planta utilizada na análise, por isso chamada de análise foliar. Isto se deve ao fato de a folha ser a sede do metabolismo, refletindo, na sua composição, as mudanças nutricionais.

A utilização da análise foliar como diagnose, baseia-se na premissa de que existe uma relação significativa entre os teores de nutrientes disponíveis no solo e os teores de nutrientes na planta e que, para aumentos ou decréscimos nas concentrações na folha, correspondem a aumentos ou decréscimos nas produtividades da planta, respectivamente (Dechen et al., 1995).

Há muitos fatores como, espécie, variedade, idade fisiológica e posição a ser amostrada, que interferem na composição mineral das plantas. Por isso, antes de fazer-se a amostragem do material vegetal para ser analisado, é necessário que estes fatores estejam bem definidos.

5.3.2. Amostragem

Do mesmo modo que a amostragem do solo para fins de avaliação da fertilidade, a amostragem do tecido vegetal é uma das etapas mais importantes para aumentar a probabilidade de sucesso no uso da análise foliar.

Alguns aspectos devem ser considerados, com o objetivo de padronizar os critérios de amostragem:

- a) As folhas recém-maduras são os órgãos da planta que melhor refletem o estado nutricional da cultura, sendo, portanto, as mais indicadas para serem amostradas.
- b) A época do ano, a posição da folha no vegetal, o número de folhas por planta e por gleba devem se padronizados.
- c) Cada amostra deve ser coletada em plantas da mesma cultivar, com a mesma idade e que representem a média da população.
- d) Escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e saudáveis, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças.
- e) Áreas cujas plantas apresentem sintomas de deficiência, áreas com ocorrência de manchas de solo, afetadas por salinização ou sujeitas à inundação, devem ser amostradas separadamente.
- f) Não se deve coletar amostras de folhas quando, nos dias antecedentes, aplicou-se fertilizantes e defensivos ao solo ou nas folhas, ou após períodos intensos de chuvas.
- g) Após a coleta, deve-se acondicionar as amostras em sacos de papel, identificando-as e enviando-as, imediatamente, para um laboratório.

Na Tabela 5.4. são apresentadas orientações quanto à amostragem para a diagnose foliar em algumas culturas, com o objetivo de reduzir-se as possíveis variações no processo.

5.3.3. Interpretação dos resultados da análise foliar

A determinação de “níveis críticos” para os diversos nutrientes nas culturas de interesse econômico é uma tarefa que demanda grande esforço por parte da pesquisa. Para algumas culturas esses níveis já estão estabelecidos em condições brasileiras, enquanto para outras existem informações obtidas apenas em outras regiões do mundo. As informações disponíveis podem ser usadas como um guia básico para a interpretação da diagnose da fertilidade do solo e da nutrição da planta (Tabela 5.5.).

Para aquelas culturas em que ainda não se estabeleceram os níveis adequados de nutrientes que permitam a interpretação dos resultados analíticos, pode-se comparar dados de plantas aparentemente normais com os de plantas que apresentam algum sintoma de deficiência. Essa comparação possibilita o estabelecimento de padrões para a interpretação dos resultados. Contudo deve-se ter em consideração o nível de tecnologia adotado, por exemplo, alto, médio e baixo.

5.3.4. Diagnose visual

A observação do aspecto vegetativo de uma planta tem se mostrado como um bom método de diagnose de possíveis deficiências nutricionais. É um método qualitativo que se baseia no aparecimento de sintomas característicos em diversas partes da planta, principalmente nas folhas, quando a planta encontra-se com deficiência aguda de um ou mais nutrientes.

Embora seja um método rápido e eficiente, quando realizado por um técnico com grande experiência com a cultura, o método apresenta algumas limitações. Salvo para alguns nutrientes cujos sintomas são bem característicos, o emprego desse método é de valor prático limitado, tanto pela possibilidade de ocorrência simultânea de mais de um sintoma, quanto pela falta de precisão, confundindo-se, às vezes, com efeitos produzidos por pragas, doenças, estado hídrico do solo, efeito de herbicidas e excesso de fertilizantes. Uma grande limitação é o fato de que o nutriente pode estar limitando a produção, sem, contudo, provocar sintomas visuais. Além disso, a diagnose é feita, muitas vezes, num estágio do crescimento da planta, que a correção da deficiência não é mais recomendável.

Os sintomas de deficiência são obtidos cultivando-se as plantas de interesse em soluções nutritivas incompletas, a fim de provocar, pela falta absoluta do nutriente, o sintoma desejado. Com base nessas observações, são elaboradas chaves para a identificação de sintomas no campo (Tabela 5.6.).

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Abacate	Limbo	Da 4ª a 6ª folha, a partir da extremidade de ramos sem frutos e sem segmentos secundários. Folhas com seis meses de idade, aproximadamente	4 folhas por planta, nos 4 pontos cardeais, amostra de 25 árvores
Abacaxi	Folha "D" inteira	No florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas. Cortar as folhas em pedaços e retirar 20 g
Abóbora	Pecíolo	Da folha recém-madura, no florescimento	1 por planta, amostra de 40 plantas
Alface	Nervura mediana	Da folha envolvente, no aparecimento da cabeça	1 por planta, amostra de 50 plantas
Algodão	Limbo	Da 5ª folha a partir do ápice da haste, no florescimento (1ª folha é aquela completamente aberta)	1 por planta, amostra de 30 plantas
Alho	Folha	Mais nova completamente desenvolvida, antes da formação do bulbo, durante ou depois	1 por planta, amostra de 40 plantas
Amendoim	Folha com pecíolo	4ª a partir da base, no caule principal, sem contar os ramos cotiledonares, no florescimento	1 por planta, amostra de 50 plantas
Amoreira	Limbo	Da 1ª folha adulta abaixo do ponto de crescimento, na época da colheita	2 folhas por planta, amostra de 50 plantas
Arroz	Folha	Lâminas de folhas recém-maduras, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 200 plantas
Aspargo	Ramo	0,30 m superiores dos ramos maduros, eliminando-se a haste	1 ramo por planta, amostra de 25 plantas
Banana	Folha	0,10 m centrais da 3ª folha a partir do ápice, eliminando-se a nervura central, na época de emissão da inflorescência	1 folha por planta, amostra de 25 plantas
Batata	Folha	4ª ou 5ª a partir da ponta, no início do florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 a 100 plantas

continua...

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Brócolis	Nervura principal	Da folha recém-madura, no meio do ciclo	1 por planta, amostra de 40 plantas
Cacau	Limbo	2ª e 3ª folhas verdes, a partir do ápice do ramo na altura média da planta, 4 a 8 semanas após o florescimento principal	4 folhas por planta, amostra de 25 plantas
Café	Folha com pecíolo	3º par de folhas, a partir da ponta do galho na altura média da planta	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Cana-de-açúcar	Folha	0,20 m centrais da folha +3 , excluída a nervura central, dos 4 ao 5 meses de idade	1 folha por planta, amostra de 100 plantas
Cebola	Folha	Mais alta, no meio do ciclo	1 por planta, amostra de 40 plantas
Cenoura	Folha com pecíolo	Época de maior crescimento das raízes. Cortar a coroa	1 por planta, amostra de 50 plantas
Citros	Folha com pecíolo	4 a 7 meses de idade (ramos com ou sem frutos)	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Coco	Folíolo	Retirar 3 folíolos de cada lado da parte central da folha. Coletar 0,10 m centrais do folíolo, eliminando-se a nervura central. Até 4 anos: folha nº 4; 5 a 7 anos: folha nº 9; mais de 8 anos : folha nº 14	1 folha por planta, amostra de 25 plantas
Couve-flor	Nervura central das folhas externas	No início da formação da cabeça	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Ervilha	Limbo ou pecíolo	Do 3º nó a partir do ápice, quando a planta estiver com 8 a 9 nós	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Feijão	Limbo	Da 2ª folha a partir da ponta, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Goiaba	Folha com pecíolo	4º par, de ramos terminais sem frutos, um mês depois de terminar o crescimento do ramo	4 pares de folhas por planta, amostra de 25 plantas

continua...

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Mamão	Folha "F" (limbo)	Na axila com a primeira flor completamente expandida	1 por planta, amostra de 18 plantas
Mamona	Limbo	Da 4ª folha a partir da ponta, no início do florescimento	1 por planta, amostra de 30 plantas
Mandioca	Limbo (folíolo)	Da folha que faz um ângulo de 90º com o caule (aproximadamente a 1ª folha a partir do ápice da haste principal). A 1ª coleta quando a planta tiver 1/3 da sua altura, a 2ª após a ramificação sobre os ramos primários, a 3ª coleta é feita sobre os ramos secundários	1 por planta, amostra de 30 plantas por época
Manga	Folha com pecíolo	Da parte média dos ramos do penúltimo fluxo vegetativo (folha recém-madura), na altura média das plantas, antes do florescimento	4 folhas por planta, nos pontos cardeais, amostra de 25 plantas
Maracujá	Folha	4ª folha recém-madura, a partir do ápice de ramos produtivos, no fim da estação chuvosa	1 por planta, amostra de 80 a 100 plantas
Melancia	Pecíolo	Da 6ª folha, a partir da ponta, na formação do primeiro fruto	1 por planta, amostra de 40 plantas
Melão	Pecíolo	Da 6ª folha, a partir da ponta, no florescimento, formação do primeiro fruto ou primeiro fruto maduro	1 por planta, amostra de 40 plantas
Milho	Folha	Oposta e abaixo da espiga inferior (inflorescência feminina)	1 por planta, amostra de 50 a 100 plantas
Morango	Limbo	Das 3ªs folhas a partir do ápice, no florescimento	1 folha por planta, amostra de 50 plantas
Pepino	Pecíolo	Da 6ª folha a partir da ponta, após o aparecimento dos primeiros frutos	1 por planta, amostra de 40 plantas
Pimentão	Folha	Recém-madura inteira, durante o florescimento pleno	1 por planta, amostra de 40 plantas

continua...

TABELA 5.4. Procedimento de amostragem para diagnose foliar em algumas culturas. Continuação

Cultura	Parte da planta	Idade, época, posição da folha	Nº de folhas e nº de plantas
Repolho	Nervura central da folha externa envolvente	No início da formação da cabeça	1 por planta, amostra de 50 plantas
Seringueira	Folha sem pecíolo	Árvores até 4 anos: 4 folhas da base, de um buquê terminal situado no exterior da copa em plena luz. Essas folhas devem ter de 4 a 6 meses. Árvores com mais de 4 anos: 4 folhas da base de um mesmo buquê. Essas folhas devem ter de 10 a 12 meses	Amostra de 25 plantas
Soja	Folha com pecíolo	3ª folha inteira, a partir do topo da haste principal da planta, no florescimento	1 por planta, amostra de 30 plantas
Sorgo	Folha	2ª folha superior madura, no emborrachamento	1 por planta, amostra de 20 plantas
Tomate	Folha sem pecíolo	3ª ou 4ª folha a partir da ponta no início do florescimento	1 por planta, amostra de 50 plantas
Videira	Pecíolo	Da folha madura adjacente ao 1º cacho, da base para a ponta do ramo, no final do florescimento	1 por planta, amostra de 50 a 100 plantas

TABELA 5.5. Teores adequados de nutrientes nas folhas para diversas culturas

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Fonte
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹						
Abacate	17,5 - 18,5	0,8 - 2,5	7,5 - 20,0	10,0 - 30,0	2,5 - 8,0	2,0 - 6,0	15 - 100	5 - 15	50 - 200	30 - 500	30 - 150	5
Abacaxi	20,0 - 22,0	2,1 - 2,3	25,0 - 27,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	2,0 - 3,0	30 - 40	9 - 12	100 - 200	50 - 200	10 - 15	2
Abóbora ^(a)	30,0 - 35,0	6,0 - 7,0	24,0 - 26,0	48,0 - 49,0	9,0 - 10,5	-	-	-	-	-	-	4
Alface	34,0 - 40,0	4,0 - 6,0	50,0 - 80,0	14,0 - 20,0	3,0 - 7,0	-	25 - 55	10 - 80	50 - 500	30 - 200	25 - 150	4
Algodão	32,0	1,7	15,0	20,0	5,0	4,0	50	8	-	-	30	6
Alho	30,0 - 50,0	3,0	20,0 - 40,0	1,0 - 6,0	1,5 - 3,0	3,0 - 15,0	50	25	200	100	75	2
Amendoim	40,0	2,0	15,0	20,0	3,0	2,5	140 - 180	-	-	110 - 440	-	2
Arroz	30,0 - 40,0	1,4 - 2,7	14,0 - 28,0	1,6 - 3,9	1,2 - 2,1	1,7 - 2,0	-	-	89 - 193	237 - 744	22 - 161	4
Aspargo	29,5 - 49,0	1,8 - 3,5	11,6 - 26,4	8,6 - 17,6	2,7 - 7,0	-	25 - 211	6 - 11	-	72 - 173	16 - 30	4
Banana	26,0	2,2	28,0	6,0	3,0	2,0	15	8	70	-	20	6
Batata	55,0 - 65,0	3,5 - 5,5	45,0 - 65,0	10,0 - 20,0	3,0 - 5,0	-	30 - 60	6 - 20	70 - 150	50 - 300	20 - 60	4
Cacau	28,0	2,0	33,0	3,0	4,0	3,0	32	15	-	-	30	1
Café	28,0	1,2	18,0	10,0	3,5	2,0	40	6	70	50	10	6
Cana	16,0	1,2	12,0	4,0	2,0	2,0	10	6	100	50	10	6
Cebola	25,0 - 35,0	2,5 - 4,0	25,0 - 50,0	15,0 - 35,0	3,0 - 5,0	-	30 - 45	6 - 20	-	-	20 - 55	4
Cenoura	26,0	3,1	29,0 - 33,0	14,0 - 30,0	3,0 - 5,5	-	29 - 35	5 - 7	120 - 350	190 - 350	20 - 50	4
Citros	22,0	1,2	10,0	30,0	3,0	2,0	50	6	60	25	25	6
Coco	17,0	1,0	5,0	5,0	3,0	-	-	-	-	-	-	1
Couve-flor	25,0	5,0	25,0	35,0	* -	-	40	5	-	60	-	6
Feijão arranca	30,0 - 50,0	2,0 - 3,0	20,0 - 25,0	15,0 - 20,0	4,0 - 7,0	5,0 - 10,0	30 - 60	10 - 20	100 - 450	30 - 300	20 - 100	2
Feijão corda	18,0 - 22,0	1,2 - 1,5	30,0 - 35,0	50,0 - 55,0	5,0 - 8,0	1,5 - 2,0	150 - 200	5 - 7	700 - 900	400 - 425	40 - 50	2
Goiaba	22,0 - 26,0	1,4 - 1,9	14,0 - 20,0	7,0 - 15,0	2,5 - 4,0	2,5 - 3,5	20 - 25	10 - 40	50 - 150	80 - 180	25 - 35	3
Mamão(limbo)	45,0 - 50,0	5,0 - 7,0	25,0 - 30,0	20,0 - 22,0	10,0	4,0 - 6,0	15	11	291	70	43	2
Mandioca	51,0 - 58,0	3,0 - 5,0	13,0 - 20,0	7,5 - 8,5	2,9 - 3,1	2,6 - 3,0	30 - 60	6 - 10	120 - 140	50 - 120	30 - 60	2
Manga	12,0 - 13,0	1,2 - 1,4	4,0 - 6,0	30,0 - 33,0	5,0 - 6,0	1,6 - 1,8	30	30	70	120	90	2
Maracujá	40,0 - 50,0	4,0 - 5,0	35,0 - 45,0	15,0 - 20,0	3,0 - 4,0	3,0 - 4,0	40 - 50	10 - 20	120 - 200	400 - 600	25 - 40	2
Milho	27,5 - 32,5	2,5 - 3,5	17,5 - 22,5	2,5 - 4,0	2,5 - 4,0	1,5 - 2,0	15 - 20	6 - 20	50 - 250	50 - 150	15 - 50	2
Pepino ^(a)	30,0 - 35,0	6,0 - 7,0	24,0 - 26,0	48,0 - 49,0	9,0 - 10,5	-	-	-	-	-	-	4
Pimentão	30,0 - 45,0	3,0 - 7,0	40,0 - 54,0	4,0 - 6,0	10,0 - 17,0	-	40 - 100	10 - 20	-	26 - 300	35 - 260	4
Soja	45,0 - 55,0	2,6 - 5,0	17,0 - 25,0	4,0 - 20,0	3,0 - 10,0	2,5	21 - 55	10 - 30	51 - 350	21 - 100	21 - 50	2
Sorgo	13,0 - 15,0	4,0 - 8,0	25,0 - 30,0	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0	8,0 - 10,0	20	10	200	100	20	2
Tomate	30,0	3,5	40,0	14,0 - 18,0	4,0	3,0	50 - 70	10 - 15	500 - 700	250 - 400	60 - 70	2
Videira (limbo) ^(b)	15,0 - 25,0	2,0 - 4,0	12,0 - 20,0	20,0 - 35,0	3,0 - 6,0	-	25 - 40	12 - 20	60 - 180	80 - 120	25 - 60	2 e 4

(a) Folha com pecíolo; (b) N - NO₃: 500 - 1200 mg kg⁻¹

Fontes: (1)Malavolta & Romero, 1975; (2)Malavolta et al., 1989; (3)Natale et al., 1996; (4)Reuter & Robinson, 1986; (5)Rodriguez Suppo, 1982; (6)Trani et al., 1983.

TABELA 5.6. Chave para a identificação de sintomas clássicos de deficiências (-) e excessos (+) nutricionais em plantas

Sintomas	Causa mais provável
Folhas ou órgãos mais velhos	
1. Clorose em geral uniforme (dicotiledôneas)	- N
2. Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens	- P
3. Clorose e depois necrose das pontas e margens; clorose internerval nas folhas novas (monocotiledôneas)	- K
4. Clorose internerval seguida ou não da cor vermelho-roxa	- Mg
5. Murchamento (ou não), clorose e bronzeamento	- Cl
6. Clorose uniforme, com ou sem estrangulamento do limbo e manchas pardas internervais; encurvamento (ou não) do limbo	- Mo
7. Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens	+ Al
8. Pontuações pequenas e pardas perto das nervuras; coalescência, encarquilamento e clorose; internódios curtos	+ Mn
9. Clorose mosqueada perto da margem, manchas secas perto das margens e na ponta	+ B
10. Manchas aquosas e depois negras no limbo entre as nervuras	+ Cu
Folhas ou órgãos mais novos	
1. Murchamento das folhas, colapso do pecíolo; clorose marginal; manchas nos frutos; morte das gemas	- Ca
2. Clorose geralmente uniforme	- S
3. Folhas menores e deformadas; morte da gema; encurvamento de internódios; superbrotamento de ramos; suberização de nervuras; fendas na casca	- B
4. Murchamento, cor verde azulada, deformação do limbo; encurvamento dos ramos; deformação das folhas; exsudação de gema (ramos e frutos)	- Cu
5. Clorose, nervuras em reticulado verde e fino	- Fe
6. Clorose, nervuras em reticulado verde e grosso, tamanho normal	- Mn
7. Folhas lanceoladas (dicotiledôneas), clorose internerval, internódio curto; morte de gemas ou região de crescimento	- Zn

Referências

- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos (São Paulo, SP). Determinação da necessidade de adubação: In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (São Paulo, SP). **Manual de adubação**. 2.ed. São Paulo, 1975. p.152-176.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 1983. 101p.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H. **Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações para fins de fertilidade**. São Paulo: IAC, 1955. 28p. (IAC. Boletim Técnico, 69).
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Recife, PE). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 1ª aproximação. Recife, 1982. 81p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. Salvador, 1989. 173p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Lavras, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Lavras, 1989. 159p.
- DAVIDES, D.; DAVIDESCO, V. Some general aspects of chemical testing of the soil. In: DAVIDES, D.; DAVIDESCO, V. **Evaluation of soil fertility by plants and soil analysis**. England: Abacus Press, 1982. p. 303-380.
- DECHEN, A.R.; BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. dos. Conceitos fundamentais da interpretação de análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21.; Fertilizantes: insumo básico para agricultura e combate à fome, 1994, Petrolina, PE. **Anais...** Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/SBCS, 1995. p. 87-115.
- DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de; SANTOS, G. de A.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; PEPEIRA, N. N. C.; EIRA, P. A. da; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 1988. 179p. (UFRRJ. Ciências Agrárias, 2).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997.
- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA JUNIOR, M.E. **Avaliação da fertilidade empregando o sistema IAC de análise de solo**. Jaboticabal: UNESP, 1990. 94p.
- FINK, A. Optimal amounts of fertilizer. In: FINK, A. **Fertilizers and fertilization**. Weinheim: Verlag Chemic, 1982. p. 179-238.
- JAMES, D.W.; WELLS, K.L. Soil sample collection and handling: technique based on source and degree of field variability. In: WESTERMAN, R.L. **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p. 25-44. (SSSA. Book Series, 3).

- LEITE, J.P. Amostragem de solo. In: LEITE, J.P. **Manual de laboratório para análise de fertilidade do solo**. 2. ed. Recife: UFRPE, 1984. 163p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607p.
- MALAVOLTA, E.; ROMERO, J.P. **Manual de adubação**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1975. 346p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MELSTED, S.W.; PECK, T.R. Principles of soil testing. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: ASA, 1973. p. 13-21.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A.; BOHNEN, H. **Recomendações de adubo e calcário para solos e culturas do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: UFRS, 1971. 9p. (UFRS. Boletim Técnico, 2).
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22p.
- ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A. Análise química do solo e recomendações de adubação. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1983. p. 255-278. (PLANALSUCAR. Coleção, 2).
- PECK, T.R.; MELSTED, S.W. Field sampling for soil testing. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: ASA, 1973. p. 67-75.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. In: RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. p. 89-115. 1991.
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- REED, J.F. Sampling soils for chemical test. **Better Crops and Plant Food**, Atlanta, v. 37, n.8, p. 13, 1953.
- REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1986. 218p.
- RODRÍGUEZ SUPPO, F. **El aguacate**. México: AGT, 1982. 167p.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C. de; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J.G.; SILVA, J.R. da; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R.; FERREIRA, V.P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64p. (EMBRAPA - SPI. Publicações Técnicas FRUPEX, 19).

SABBE, W.E.; MARX, D.B. Soil sampling: spatial and temporal variability. In: BROWN, J.R. **Soil testing**: sampling, correlation, calibration and interpretation. Madison: Soil Science Society of America, 1987. p.1-14.

TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise foliar**: amostragem e interpretação. Campinas: Cargill, 1983. 18p.

WELCH, C.D.; FITTS, J.W. Some factors affecting soil sampling. **Soil Science of America Proceedings**, Wisconsin, v. 20, p. 54-56, 1956.

6. SOLOS ÁCIDOS E CALAGEM

Mário Alves Lima Júnior¹

José Fernando Wanderley Fernandes Lima²

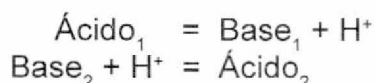
6.1. Considerações Gerais

A reação ácida dos solos é uma das mais comuns condições no Brasil. Em Pernambuco, a maioria dos solos ácidos encontra-se na Zona da Mata, onde as altas precipitações favorecem as constantes lixiviações de suas bases trocáveis, devendo-se, também, ao tipo de material de origem. Sendo essa condição ácida agravada por práticas agrícolas de cultivo inadequadas e pela adição de fertilizantes acidificantes (Raij, 1981).

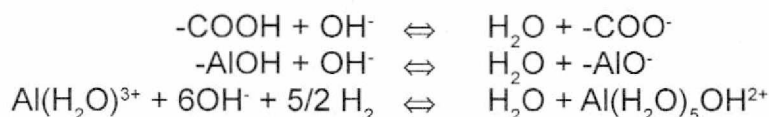
A calagem pode ser definida como a prática agrícola de incorporação ao solo de compostos de cálcio e magnésio (carbonatos, hidróxidos e óxidos), com o objetivo de proporcionar maior suprimento desses nutrientes às plantas e eliminar os efeitos nocivos da acidez. A calagem é, também, considerada como uma das práticas agrícolas que mais contribuem para a elevação da eficiência dos fertilizantes, o aumento da disponibilidade dos nutrientes nativos do solo, proporcionando o incremento da produtividade e, conseqüentemente, a rentabilidade da atividade agrícola. Todavia o sucesso da calagem é dependente, principalmente, de três fatores: da dose adequada, da qualidade do produto e da correta aplicação (Alcarde, 1992).

6.2. Conceitos sobre Acidez

A natureza química da acidez pode ser explicada pelo conceito de Bronsted & Lowry, que segundo Bueno et al. (1978), um ácido é uma espécie capaz de doar um próton e uma base é uma espécie capaz de receber um próton, podendo-se representar estes processos pelas seguintes expressões:



Um ácido só pode agir como tal na presença de uma espécie que pode receber o seu próton liberado, diferindo da base apenas por um próton, podendo ser definidos como par conjugado ácido-base. Num solo ácido, onde exista um equilíbrio entre as fases líquida e sólida, os colóides orgânicos e inorgânicos e os íons de alumínio hexahidratados e seus polímeros podem ser considerados como pares conjugados ácido-base. As reações de alguns desses ácidos na presença de OH^- podem ser representados da seguinte forma:



¹ Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade do Solo, Professor da UFRPE

² Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da UFRPE/EECAC

Devido à baixa dissociação dos ácidos fracos, ocorrem nas soluções aquosas concentrações muito baixas de íons hidrogênio, tornando-se inconveniente a representação em frações decimais. Em função disso, foi estabelecido o conceito de pH para representar a atividade de íons de hidrogênio, o qual é definido por:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = \log 1/[\text{H}^+]$$

Caso se tenha uma concentração 0,000001 molar ou 10^{-6} em H^+ , o pH resultante será de 6 (Raij, 1981). Atualmente, alguns laboratórios adotam determinar o pH em uma solução de CaCl_2 0,01M ao invés de água, evitando as interferências dos sais do solo, da razão de diluição (solo: H_2O) e as de natureza operacional, que é o potencial de junção líquida que afeta a suspensão de argilas dispersas (Schofield & Taylor (1955); Quaggio (1983a)).

A acidez do solo pode ser dividida em: a) acidez ativa que é a parte do hidrogênio que está dissociada ou em solução na forma de H^+ , sendo expresso em valores de pH; b) acidez trocável refere-se aos íons de H^+ e Al^{3+} que estão retidos na superfície dos colóides por forças eletrostáticas; c) acidez não trocável é representada pelo hidrogênio ligado de forma covalente aos colóides com carga variável e aos compostos de alumínio e; d) acidez potencial, que corresponde à soma da acidez trocável mais a acidez não trocável do solo (Lopes & Guidolim, 1989).

6.3. Fatores que Afetam a Necessidade de Calagem

São vários os fatores que afetam a necessidade de calcário dos solos. Segundo Quaggio (1983a), vários trabalhos do início do século, sugeriam que a acidez do solo era devida aos ácidos húmicos livres ou exclusivamente à fração orgânica do solo. Posteriormente, observou-se que o alumínio desempenhava papel importante em solos com baixos teores de matéria orgânica.

Ross et al. (1964), mostraram que existe uma correlação estreita entre a necessidade de calcário e a CTC a pH 7, a matéria orgânica, a argila, a soma de bases e o hidrogênio trocável. Segundo Coleman & Thomas (1967), a necessidade de calcário depende da acidez de troca até pH 5,5, e a partir daí, o tamponamento seria produto da interferência das formas mais complexas do alumínio e da dissociação dos grupos funcionais da matéria orgânica.

Carvalho (1995), trabalhando com solos de diferentes propriedades físicas e químicas, representativos da Zona da Mata de Pernambuco, correlacionou as quantidades de CaCO_3 , determinadas por incubação, para elevar o pH em água a 5,5; 6,0 e 6,5, com algumas propriedades dos solos. Observou que existiu uma correlação significativa ($p < 0,01$) entre o $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ trocáveis, aumentando o coeficiente de correlação com o valor de pH. A correlação com o Al^{3+} trocável foi significativa até pH 6,0. Todavia, com o H^+ trocável e com a matéria orgânica os coeficientes de correlação foram aumentando com o pH, não sendo significativa a correlação com o teor de argila. Este fato sugere que a partir de pH 5,5, o Al^{3+} trocável não afeta mais a reação dos solos, sendo o H^+ trocável o principal componente responsável pela acidez, o qual provém das ligações covalentes, principalmente, dos grupos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica (Defelipo et al. (1972); Almeida (1984); Carvalho (1995)). Segundo o trabalho de Jacomine et al. (1973), os teores de Al^{3+} trocável nos solos de Pernambuco, raramente, excedem $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; enquanto, que o H^+ trocável, freqüentemente, excede a $5,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Portanto, o método de neutralização do alumínio pode subestimar as quantidades de calcário a serem aplicadas no solo para as culturas mais exigentes em cálcio e magnésio e nas sensíveis à reação ácida.

6.4. Métodos de Recomendação de Calcário

Basicamente, são três os principais métodos de laboratório para se estimar a necessidade de calagem dos solos no Brasil.

6.4.1 Método da solução tampão (SMP)

Este método baseia-se no decréscimo do pH de uma solução tampão após equilíbrio com o solo, tendo como objetivo corrigir a acidez e atingir um determinado valor de pH.

Primeiramente, foi desenvolvido por Brown (1943), que propôs a determinação da calagem baseada no decréscimo do pH de uma solução tampão composta de acetato de amônio a pH 7,0 quando em contato com o solo na relação 1:10 (solo:tampão). Após algumas modificações na composição da solução tampão e na relação solo:água:tampão, Shoemaker et al. (1961) apresentaram uma nova solução, a qual ficou conhecida pela sigla SMP, devido aos autores, à base de p-nitrofenol, acetato de cálcio, cloreto de cálcio e cromato de potássio, ajustada a pH 7,5. O pH obtido na suspensão solo:água:tampão é correlacionado com a necessidade de calcário para atingir um determinado pH, obtido pelo método da incubação, permitindo a elaboração de tabelas de recomendação de calcário.

Esse método é utilizado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina com modificações no original quanto à relação solo:água:tampão para 6:6:6 e, também, quanto à possibilidade de se determinar a necessidade de calcário para elevar o pH do solo a 5,5, 6,0 e 6,5. Levando-se, ainda, em consideração as exigências específicas das culturas (Siqueira et al., 1989). Em todas as estimativas das quantidades ou doses de calcário, deve-se considerar o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) do produto a ser aplicado, multiplicando-se a dose recomendada pelo fator ($f = 100/\text{PRNT}$).

6.4.2 Método da saturação de bases

Este método baseia-se na relação entre o pH e a saturação de bases e foi inicialmente proposto por Catani & Gallo (1955), que obtiveram a partir dessa relação a equação: $\text{pH} = 0,03176 V \% + 4,288$ ($r=0,947$), que permitia determinar o valor da saturação de bases atual do solo apenas com a leitura do pH em água.

Posteriormente, Raji et al. (1979), obtiveram alta relação entre o pH SMP em suspensões de solo:água:tampão 10:20:10 e os valores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ determinados pelo método do acetato de cálcio. Quaggio (1983b) descreveu uma nova relação entre o $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ e o pH SMP que permite obter os valores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ de solos com até $30 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, eliminando-se a trabalhosa determinação do $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ pela extração com o acetato de cálcio. Esse método é atualmente usado em São Paulo e apresenta a vantagem de ser adaptável às diferentes culturas e aos solos com diferentes características físicas e químicas. Sendo a necessidade de calcário (t ha^{-1}) determinada, para a camada de 0 a 0,20 m, pela fórmula:

$$\text{NC} = [\text{CTC} (V_2 - V_1) / 100] \times f$$

onde: CTC = capacidade de troca de cátions, obtida pela soma de bases (S) acrescida do $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ obtidos pela leitura do pH SMP;

V_1 = saturação de bases atual do solo, obtida por $S \times 100 / \text{CTC}$;

V_2 = saturação de bases desejada, e

S = soma de bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+)

f = $100/\text{PRNT}$ (fator que corrige a dose recomendada para o calcário comercial).

6.4.3. Neutralização do alumínio trocável

Este método visa eliminar ou reduzir o Al^{3+} trocável a níveis não tóxicos às plantas. A sua difusão no Brasil ocorreu através do Programa Internacional de Análise de Solo (Cate, 1965), que utilizou para cálculo da calagem a fórmula:

$$\text{Al}^{3+} \times 1,5 = t \text{ ha}^{-1} \text{ de CaCO}_3$$

O valor 1,5, chamado de fator de calagem, tem sido alterado de acordo com as exigências da cultura, a textura do solo, o teor de matéria orgânica dentre outros, podendo chegar a 2 ou 3. Todavia, para solos com baixos teores de Al^{3+} trocável, assim como, com baixos teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis, foi necessário introduzir-se outro critério complementar, visando corrigir a acidez, suprir as deficiências de cálcio e magnésio. Desta forma, solos com menos de 20 g kg^{-1} de matéria orgânica teriam seus valores em $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ elevados a $2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, e em solos com teores maiores de matéria orgânica, os valores desses cátions seriam elevados a $3 \text{ mol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Quaggio, 1983).

No Estado de Pernambuco (Comissão Estadual de Fertilidade do Solo-PE, 1982) têm sido levados em consideração os teores de Al^{3+} trocável ou $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis, extraídos com a solução KCl 1N, sendo utilizada a maior dose encontrada, que é estimada da seguinte forma:

(a) Utilizando o Al^{3+} trocável: $\text{cmol}_c \text{ Al}^{3+} \text{ dm}^{-3} \times 2,0 = t \text{ ha}^{-1}$ de calcário;

(b) Utilizando o $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis, sendo 2 cmol_c o nível crítico no solo:

$$(2,0 - \text{cmol}_c \text{ Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ dm}^{-3}) \times 2,0 = t \text{ ha}^{-1} \text{ de calcário};$$

devendo-se levar em consideração a qualidade do calcário. O fator 2 das equações (a) e (b) já considera o valor médio do PRNT dos calcários da região. Todavia a atual Comissão Estadual de Fertilidade do Solo-PE sugere que a recomendação de calcário ($t \text{ ha}^{-1}$) até a profundidade de 0,20 m seja feita - para culturas em áreas não irrigadas ou para algumas culturas irrigadas fora da área de atuação do CPATSA - utilizando-se o maior valor calculado pelas equações:

$$\text{cmol}_c \text{ Al}^{3+} \text{ dm}^{-3} \times f; \text{ ou, } (2,0 - \text{cmol}_c \text{ Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ dm}^{-3}) \times f;$$

onde $f = 1,5, 2$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Para as demais culturas irrigadas, utilizar a soma dos valores obtidos por:

(a) $\text{cmol}_c \text{ Al}^{3+} \text{ dm}^{-3} \times 2$; e, quando o teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis não alcançar $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$,

(b) $(3,0 - \text{cmol}_c \text{ Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ dm}^{-3})$

Esse método sofreu algumas alterações nos Estados de Minas Gerais e Goiás, onde se recomenda somar a quantidade encontrada para neutralizar o Al^{3+} trocável com aquela obtida para elevar os teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ trocáveis para 2. Dependendo da cultura, esse fator pode se elevar para satisfazer as exigências em Ca e Mg. Para a cultura do tomate em Pernambuco, esse valor chega a 5.

Segundo Raij (1981), do ponto de vista da química do solo, o método da neutralização do alumínio elevaria o pH dos solos para, aproximadamente, 5,5; pelo método do SMP o pH atingiria valores de 6,0 ou 6,5; e pelo método da saturação de bases, também, atingiria valores entre 6,0 e 6,5. Portanto, as diferenças estariam entre 0,5 e 1,0 unidade de pH. A correção dos solos do Sudeste e Sul do país requer maiores quantidades de calcário que as recomendações do Nordeste e do Norte. Isso se deve, principalmente, à maior CTC, aos maiores teores de matéria orgânica e aos maiores teores de Al^{3+} trocável, geralmente, encontrados no Sudeste e no Sul.

Na prática, a calagem produz curvas de resposta do tipo dos incrementos não proporcionais, efeitos esses semelhantes aos nutrientes imóveis. Isso significa que, em solos com pH acima de 5,5 os aumentos nas produtividades devidos à calagem, mesmo para culturas exigentes nessa prática, não seriam tão significantes, contudo, altamente interessantes sob o ponto de vista econômico, em decorrência do seu efeito residual (Raij & Quaggio, 1984).

Outro fator que se deve levar em consideração é o fato do fósforo apresentar a sua maior solubilidade e, conseqüentemente, disponibilidade em valores de pH próximos de 6,5. Goedert & Sousa (1984), sugerem que a adição de calcário para atingir um pH em torno de 5,5 diminui em cerca de 30 % a quantidade de fósforo adsorvido na forma isotopicamente não-trocável, em solos do Cerrado.

6.5. Qualidade dos Corretivos

Dentre as diversas características dos corretivos de acidez dos solos relacionadas com a qualidade, duas se mostram as mais importantes: a granulometria ou eficiência relativa (ER) e teor de neutralizantes (Ca e Mg) ou poder de neutralização (PN), os quais determinam o Poder Relativo de Neutralização Total - PRNT.

6.5.1. Poder de neutralização (PN)

Indica a capacidade potencial do corretivo em neutralizar a acidez dos solos. Essa propriedade depende não só do teor de neutralizantes presentes mas, também, da natureza química do neutralizante.

O PN é determinado, analiticamente, como descrito a seguir: pesar 1g do material, finamente moído (60 mesh), transferir para erlenmeyer de 250 mL. Em seguida, adicionar 25 mL da solução de HCl 1N e deixar em chapa quente até ferver por um minuto. Esfriar em meio ambiente e titular com uma solução de NaOH 1N, usando como indicador 3 gotas de uma solução alcoólica de fenolftaleína a 1%. Fazer uma prova em branco ou controle. O PN é calculado pela seguinte expressão:

$$PN = (B - V) \times 1 \times 0,05 \times 100/1 = (B - V) \times 5$$

onde: B - V = diferença, em mL, de NaOH gastos na titulação da prova em branco e da amostra;

1 = normalidade da solução de NaOH;

0,05 = meq do $CaCO_3$;

100/1 = cálculo do PN (%), tendo como base 1 g de amostra.

Cada espécie neutralizante tem uma determinada capacidade de neutralização que é expressa em relação à capacidade do CaCO_3 , tomado como padrão (Tabela 6.1.).

TABELA 6.1. Capacidade de neutralização de alguns corretivos em relação ao CaCO_3

Corretivos	Capacidade de neutralização (E_{CaCO_3})
CaCO_3	1,00
MgCO_3	1,19
Cão	1,79
MgO	2,48
Ca(OH)_2	1,35
Mg(OH)_2	1,72
CaSiO_3	0,86
MgSiO_3	1,00

Fonte: Alcarde, 1992.

6.5.2. Eficiência relativa (ER)

A ER é determinada com o objetivo de separar as diferentes frações granulométricas, que estão relacionadas com a velocidade de reação do corretivo no solo. Para sua determinação, utiliza-se um conjunto de peneiras (ABNT) números 10 (2 mm) e 50 (0,3 mm), verificando-se a percentagem do calcário dentro de cada fração, de acordo com o Tabela 6.2.

TABELA 6.2. Eficiência relativa (%) das diversas frações do calcário

Granulometria	Eficiência Relativa (%)
Maior que Nº 10	0
Entre os Nºs 10 e 50	50
Menor que Nº 50	100

Fonte: Brasil, 1988.

Exemplo de cálculo da ER: supondo que de uma amostra de 500 g de calcário seja 40 % retida na peneira nº 10; 20 % passou na peneira nº 10 e ficou retida na peneira nº 50; e 40 % passou na peneira nº 50, tem-se:

$$ER = [(40 \times 0) + (20 \times 50) + (40 \times 100)] / 100 = 50 \%$$

6.5.3. Poder relativo de neutralização total (PRNT)

É estimado através do produto do poder de neutralização (PN) pela eficiência relativa (ER), dividido por 100, da seguinte forma:

$$PRNT = (PN \times ER)/100$$

A legislação atual determina que os corretivos de acidez do solo comercializados no Brasil possuam as seguintes características mínimas, quanto ao poder de neutralização (PN) e aos teores de CaO e MgO (Tabela 6.3).

TABELA 6.3. Características dos corretivos comercializados no Brasil

Corretivos	PN (% E_{CaCO_3})	Soma % CaO + MgO
Calcários	67	38
Cal virgem agrícola	125	68
Cal hidratada agrícola	94	50
Escórias	60	30
Calcário calcinado agrícola	80	43
Outros	67	38

Fonte: Brasil, 1983.

6.6. Economicidade Comparativa dos Corretivos

Os corretivos são comercializados à base da massa do material, sendo o preço o único fator considerado pelo agricultor na ocasião da aquisição deste insumo, sem considerar o preço da tonelada de calcário efetivo (PRNT).

Desta forma, inúmeras vezes o calcário que parece, à primeira vista, ser o de menor preço poderá aumentar o custo de produção, de acordo com o seguinte exemplo:

Calcário A = R\$ 25,00 por tonelada, com um PRNT = 90 %,

Calcário B = R\$ 20,00 por tonelada, com um PRNT = 60 %,

utilizando-se a fórmula:

$$\text{Custo} = (\text{R\$/t} \times 100) / \text{PRNT}$$

No exemplo citado, obtêm-se os seguintes valores dos corretivos:

$$\text{Calcário A} = (25,00 \times 100) / 90 = 27,78 \text{ ou R\$ } 27,78/\text{tonelada},$$

$$\text{Calcário B} = (20,00 \times 100) / 60 = 33,33 \text{ ou R\$ } 33,33/\text{tonelada}.$$

Assim sendo, a tonelada efetiva do calcário A é mais econômica que a do calcário B, o que não parecia inicialmente.

6.7. Época e Modo de Aplicação

Devido à baixa solubilidade dos calcários, inúmeros fatores, além da qualidade do produto, devem ser considerados, para maximizar a eficiência da calagem.

6.7.1. Época de aplicação

A calagem pode ser feita em qualquer época do ano, devendo, contudo, anteceder de um a dois meses o plantio ou fertilização da cultura, desde que exista umidade no solo para permitir sua reação. Não sendo possível aplicar o calcário com a antecedência necessária, pode-se utilizar produtos com maior PRNT. Esse procedimento tem como finalidade permitir que o calcário tenha tempo para reagir no solo e melhor desempenhar suas funções, isto é, reduzir a acidez e aumentar os teores de cálcio e magnésio no solo.

6.7.2. Distribuição

O calcário deve ser aplicado o mais uniformemente possível, com adequada regulação da distribuidora, permitindo uma aplicação correta da dose. Deve-se distribuir o calcário após a aração, seguida de duas gradagens transversais. Em culturas como a cana-de-açúcar, a distribuição pode ser feita no sulco de plantio. Em fruticultura, aplica-se o corretivo a lanço antes de abrir as covas e depois mais uma pequena quantidade por cova, antes do plantio, que é equivalente à quantidade recomendada a lanço, tomando-se como base, o volume de terra de um hectare e o da cova.

Em culturas perenes já formadas, a distribuição deve ser feita a lanço em faixa, dividindo-se a dose recomendada, em mais de uma aplicação, evitando-se um possível desequilíbrio nutricional nas camadas superficiais do solo, principalmente com relação aos micronutrientes (Lopes et al., 1991).

6.7.3. Incorporação

O calcário deve ser incorporado à maior profundidade possível, de modo a permitir o melhor contato do corretivo com as partículas do solo. A pesquisa tem demonstrado que só se obtém uma boa e uniforme incorporação, quando metade do calcário é aplicada uniformemente sobre o terreno antes da aração e, a outra metade, antes da gradagem.

6.8. Uso do Gesso Agrícola

O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, ocorrendo, também, em jazidas em forma similar. Esse produto não corrige a acidez, nem promove a elevação do pH do solo, por tratar-se de um sal neutro, não podendo substituir, portanto, o calcário. Quando aplicado ao solo e após sua dissolução, que é bastante rápida, move-se para as camadas subsuperficiais do solo, favorecendo o aprofundamento das raízes, aumentando a resistência das plantas ao estresse hídrico e permitindo às plantas usar com mais eficiência os nutrientes aplicados ao solo (Sousa et al., 1995).

O uso do gesso juntamente com o calcário, favorece a movimentação do cálcio e do magnésio para as camadas mais profundas do solo, reduzindo paulatinamente, a acidez nessas camadas, funcionando, também, como fornecedor de enxofre e cálcio em áreas com baixos teores desses nutrientes.

No Estado de São Paulo, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo - BA (1989), adota-se o critério de substituir 25 % do CaO do calcário por gesso em situações específicas, de acordo com o seguinte exemplo, em que se recomendou 4 t ha^{-1} de calcário:

Quantidade total de CaO: 4000 kg de calcário com 1600 kg de CaO
25% de 1600 de CaO = 400 kg CaO

Quantidade de gesso: 100 kg de gesso → 25 kg CaO

X kg de gesso → 400 kg de CaO

X = 1600 kg de gesso ha⁻¹

Recomendação = 3000 kg de calcário + 1600 kg de gesso.

Referências

- ALMEIDA, J. A. **Avaliação de métodos de recomendação de calagem em solos do Município de Piracicaba**. 1984. 83p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais**. Brasília, 1988. 104p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura: legislação**. Brasília, 1983. 86p.
- BROWN, I. C. A rapid method of determining exchangeable hydrogen and total exchangeable bases of soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 56, p. 353-357, 1943.
- CARVALHO, V.S. **Avaliação de métodos de recomendação de calcário em solos da zona da mata de Pernambuco**. 1995. 76p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1995.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo mediante correlação entre o pH e a saturação de bases. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 30, p.49-60, 1955.
- CATE, R. **Sugestões para adubação na base de análise de solos: 1ª aproximação**. North Caroline: North Caroline State University, 1965. 16p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. (Salvador, BA). **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. Salvador, 1989. 173p.
- DEFELIPO, B.V.; BRAGA, J.M.; SPIES, C. Comparação entre métodos de determinação da necessidade de calcário de solos de Minas Gerais. **Experientiae**, Viçosa, v. 13, n. 4, 1972.
- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/ANDA/POTAFOS, 1984. p. 255-289.
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C. ; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P.; SILVEIRA, C.O. da. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: DNPEA-DPP/SUDENE-DRN, 1973. 2v. (DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 26; SUDENE-DRN. Série Pedologia, 14).
- LOPES, A.S.; GUIDOLIM, J.A. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1989. 50p. (ANDA. Boletim Técnico, 2).
- LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1991. 15p. (ANDA. Boletim Técnico, 1).

QUAGGIO, J.A. **Crêterios para calagem em solos do Estado de São Paulo**. 1983a. 76p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1983a.

QUAGGIO, J.A. Métodos de laboratório para a determinação da necessidade de calagem em solos. In: RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C.; SILVA, N.M. **Acidez e calagem no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983b. p. 33-48.

RAIJ, B.van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. 142p.

RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; ZULLO, M.A.T. O método tampão SMP para determinação da necessidade de calagem de solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n.7, p. 57-69, 1979.

SCHOFIELD, R.K.; TAYLOR, A.W. The measurement of soil pH. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v. 19, p. 164-167, 1955.

SIQUEIRA, O. J. F.; SCHERER, E. E.; TASSANARI, G.; ANGHINONI PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P.; ERNANI, P. R. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1989. 128p.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1995. 20p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 32).

7. SOLOS AFETADOS POR SAIS

José Ribamar Pereira¹

Os solos afetados por sais, normalmente, ocorrem nas regiões áridas e semi-áridas e constituem-se em fator limitante da produção agrícola. Em condições naturais, a acumulação de sais no solo é o resultado de altas taxas de evaporação, baixa precipitação pluviométrica, de características do solo, da rocha subjacente e das condições geomorfológica e hidrogeológica locais (Whitmore, 1975). Estes solos contêm sais solúveis e/ou sódio trocável que podem reduzir significativamente o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade das culturas (Kelley, 1951; Black, 1968; Kovda, 1973).

A classificação dos solos afetados por sais é baseada no pH, condutividade elétrica do extrato de saturação (CEe) e na porcentagem de sódio trocável (PST), conforme Tabela 7.1.

TABELA 7.1. Critérios e limites para classificação de solos normais, salinos, sódicos e salino- sódicos

Critérios	Tipos de solo			
	Normal	Salino	Sódico	Salino-sódico
CE(dS m ⁻¹ 25 °C) ¹	< 4	> 4	< 4	> 4
PST (%) ²	< 15	< 5	> 15	> 15
RAS ³	< 13	< 13	> 13	> 13
pH	< 8,5	< 8,5	> 8,5	> 8,5

¹ CE = Condutividade Elétrica da pasta de saturação

² PST = Percentual de Sódio Trocável

³ RAS= Relação de Adsorção de Sódio $RAS = Na / (Ca + Mg)^{1/2}$

Fonte: Richard, 1969.

O solo é considerado salino quando tem pH <8,5; CEe > 4,0 dS m⁻¹ e PST < 15 %. O salino sódico tem pH > 8,5; CEe > 4,0 dS m⁻¹ e PST > 15 %; e sódico quando tem pH > 8,5; CEe < 4,0 dS m⁻¹ e PST > 15 %. Esta classificação é baseada em práticas de manejo e comportamento das culturas nestes solos.

Nas áreas sob irrigação, outros fatores estão envolvidos favorecendo o processo de salinização dos solos como a água usada na irrigação, práticas de manejo que não levam em consideração a manutenção da capacidade produtiva dos solos, uso indiscriminado e excessivo de fertilizantes, características químicas e físicas do solo e ausência de um eficiente sistema de drenagem (Hayward & Wadleigh, 1949; Lierly & Longenecker, 1962; Mcneal, 1976).

Toda água de irrigação contém sais dissolvidos, em maior ou menor concentração, que, dependendo das condições podem acumular no solo e, com o tempo, atingir níveis prejudiciais às plantas. O aumento dos teores de sais e sódio trocável em um solo irrigado é devido a uma drenagem deficiente ou ao uso de água com alta concentração de sais, ou ambos. Desde que um solo tenha

¹ Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Ex-Pesquisador da Embrapa Semi-Árido

uma drenagem interna boa, qualquer aumento no teor de sais solúveis e sódio trocável é atribuído à presença desses na água de irrigação.

As águas usadas na irrigação são de diferentes origens e apresentam condutividade elétrica (CE) que varia de 0,08 a 5,5 dS m⁻¹ (50 a 3500 ppm de sais) e relação de adsorção de sódio (RAS) até mais de 30. Tomando como base a CE e a RAS as águas podem ser classificadas como de baixa (C₁), média (C₂), alta (C₃) e muito alta salinidade (C₄) e de baixo (S₁), médio (S₂), alto (S₃) e muito alto perigo de sódio (S₄), em todas as combinações possíveis, conforme mostra a Figura 7.1, abrangendo desde água que pode ser usada sem restrições, até água que não é apropriada para irrigação, em condições ordinárias (Wilcox et al., 1954).

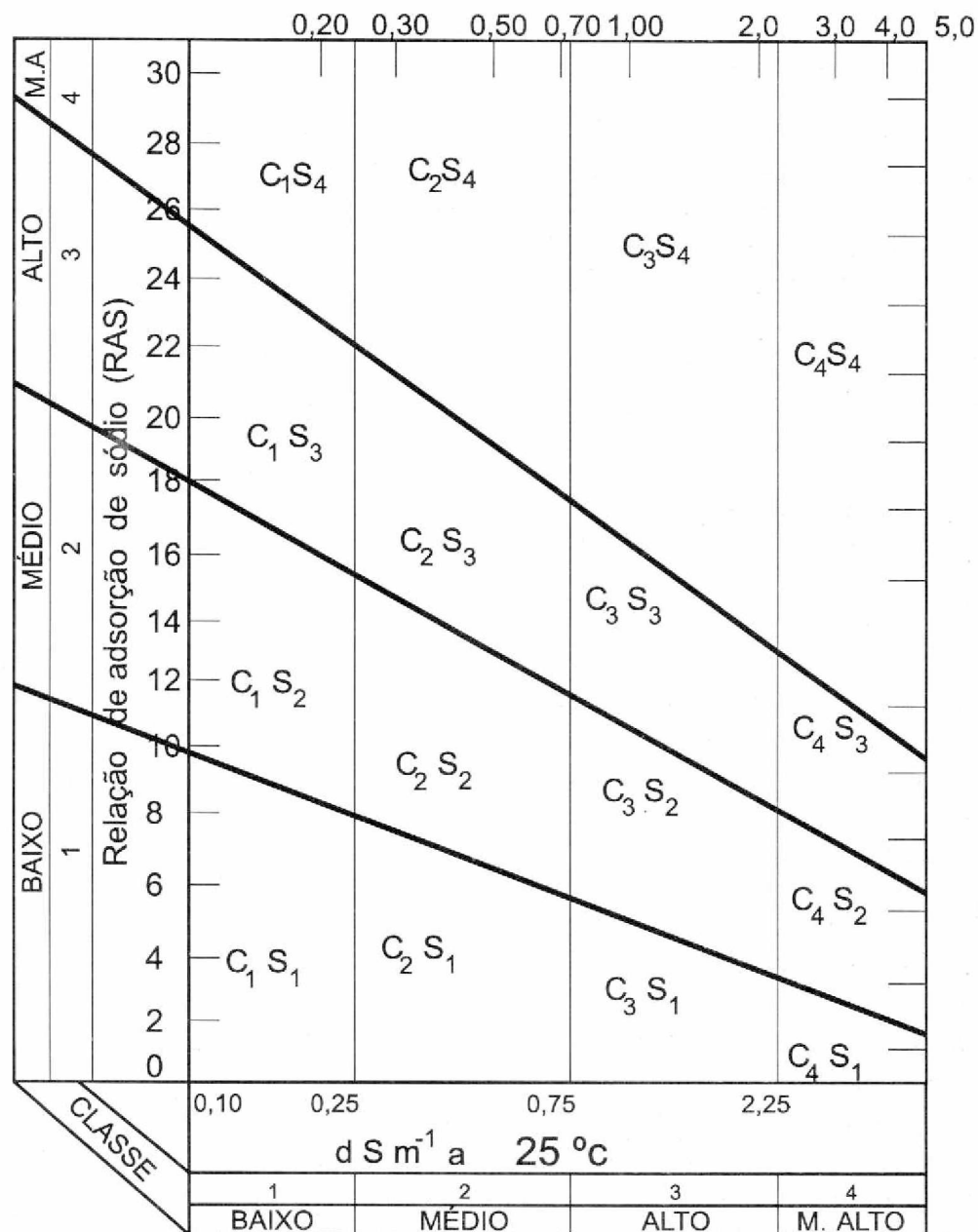
Nas áreas irrigadas, é comum o aparecimento de problemas de salinidade provocados pela água de irrigação contendo concentrações elevadas de sais ou decorrentes de práticas inadequadas do manejo do solo e da água. A ausência de um eficiente sistema de drenagem e uso excessivo de fertilizantes, também, são fatores envolvidos diretamente no processo de salinização (Hayward & Wadleigh, 1949; Lyerly & Longenecker, 1962; Mcneal, 1976).

7.1. Tolerância das Culturas à Salinidade

Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas são devidos, principalmente, ao aumento do potencial osmótico da solução do solo e à toxidez resultante da concentração salina e do efeito específico de íons (Hayward & Wadleigh, 1949). Em solos sódicos o efeito é mais sobre as características físicas do solo, devido à dispersão das coloides, diminuindo a aeração e o movimento de água e, conseqüentemente, o desenvolvimento das raízes, além do efeito tóxico do sódico (Black, 1968).

Há um limite crítico de salinidade no qual as plantas deixam de crescer. Entretanto, antes que isto aconteça, o crescimento e o rendimento diminuem, progressivamente, com o aumento da salinidade. Com relação aos sintomas, de maneira geral, surge, inicialmente, clorose nas bordas das folhas que evolui para necrose, podendo levar a planta à morte. Outros sintomas observados são diminuição do crescimento e folhas e frutos pequenos.

As plantas se comportam diferentemente em relação à salinidade. Algumas culturas podem tolerar concentrações relativamente elevadas de sais, outras são extremamente sensíveis. A tolerância varia não só com a concentração salina, mas, também, com práticas de manejo, clima e natureza e proporções relativas dos diversos íons na solução do solo (Richards, 1969; Fuller, 1967). Estes autores informam que, para condutividade elétrica (CEe) até 2,0 dS m⁻¹, normalmente, não se observa nenhum efeito, a não ser em condições muito desfavoráveis; entre 2,0 e 4,0 dS m⁻¹ a produtividade de culturas relativamente não tolerantes como feijão, aipo, citros, abacate, já é afetada; acrescenta-se, ainda, a essa relação banana, goiaba e manga. Entre 4,0 e 8,0 dS m⁻¹, os rendimentos de muitas culturas como sorgo granífero, milho, mamona, soja, melão, uva são reduzidos; entre 8,0 e 12,0 dS m⁻¹, somente culturas consideradas tolerantes produzem satisfatoriamente como algodão, arroz, alfafa, beterraba de mesa, espinafre e figo. A Tabela 7.2. mostra uma relação de culturas e o percentual de redução da produtividade em função da salinidade do solo e da água (Ayers & Westcot, 1985).



PERIGO DE SALINIZAÇÃO

FIGURA 7.1. Diagrama para classificação de águas para irrigação
Fonte: Wilcox et al., 1954.

7.2. Recuperação de Solos Afetados por Sais

O uso de irrigação em regiões áridas e semi-áridas requer atenção especial, a fim de que problemas de salinidade e sodicidade não venham ocorrer. Práticas apropriadas de manejo que visem evitar a acumulação de sais e de sódio trocável ou mesmo a recuperação de solos afetados por sais e sódio, devem levar em consideração o solo, a água e a cultura, em um programa integrado (Fuller, 1967; Black, 1968). Qualidade e quantidade de água, frequência de irrigação,

permeabilidade do solo, sistema de drenagem, preparo do solo, incorporação de resíduos orgânicos, uso de fertilizantes e manejo da cultura, são fatores a serem considerados, tanto no manejo de solos normais, sob condições de irrigação, como na recuperação de solos afetados por sais e sódio (Fuller, 1979).

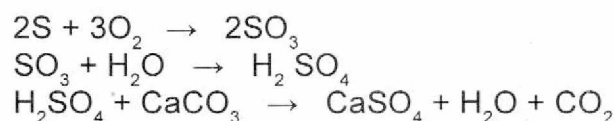
De acordo com Richards (1969), a salinidade pode ser controlada se a qualidade da água de irrigação for satisfatória e se o aporte de água ao solo puder ser controlado, em função das características hidrológicas do solo. Tanto para evitar a acumulação de sais na zona radicular como para removê-los do solo, torna-se necessária a existência, na área, de um eficiente sistema de drenagem.

A recuperação de solo sódico ou salino sódico consiste na aplicação de gesso ou enxofre se o solo for calcário. De uma maneira geral, as reações que ocorrem no solo são as seguintes:

1. Utilizando gesso como corretivo:



2. Utilizando enxofre como corretivo:



No solo, o íon Ca^{++} desloca o íon Na^+ dos colóides formando Na_2SO_4 que é levado pela água para baixo e, finalmente, para os drenos. Para recuperação de solos, tanto salino como sódico e salino sódico, é necessário que a área disponha de um sistema de drenagem em funcionamento, capaz de receber todo o excesso de água adicionado ao solo, quer seja para fins de irrigação ou para eliminação do excesso de sais solúveis.

A quantidade do corretivo é calculada em função do sódio trocável (Tabela 7.3.) ou da "necessidade de gesso", determinada diretamente no solo (Richards, 1969). A recuperação de solo sódico é uma prática difícil e onerosa, que exige conhecimento das condições locais, das características do solo e do corretivo e da água a serem usadas, a fim de propiciar a remoção dos sais que vão se formar, como consequência das reações do corretivo no solo.

Nas regiões subúmidas e úmidas onde a irrigação é feita de forma complementar à água das chuvas e, ainda, devido às características dos solos, não há condições que favoreçam a acumulação de sais ou sódio no solo.

No Estado de Pernambuco, de acordo com um trabalho de revisão realizado por Pereira (1983), baseado no levantamento de solo, existe uma área de 7.819 km² de solos afetados por sais e sódio, correspondendo a 8 % da área total do Estado.

TABELA 7.2. Efeito da salinidade do solo (CEe) e da água (CEa), em dS m⁻¹, sobre a redução da produtividade de algumas culturas

Culturas	Redução da produção (%)							
	0		10		25		50	
	CEe	CEa	CEe	CEa	CEe	CEa	CEe	CEa
Extensivas								
Algodão	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,3	17,0	12,0
Sorgo	4,0	2,7	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,2
Soja	5,0	3,3	5,5	3,7	6,2	4,2	7,5	5,5
Caupi	1,3	0,9	2,0	1,3	3,1	2,1	4,9	3,2
Arroz	3,3	2,2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8
Amendoim	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3
Cana-de-açúcar	1,7	1,1	3,4	2,3	5,9	4,0	10,0	6,8
Milho	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9
Feijão	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4
Hortaliças								
Beterraba	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4
Brócolis	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5
Tomateiro	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0
Pepino	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2
Aipo	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6
Espinafre	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7
Repolho	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6
Batata	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9
Batata-doce	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0
Pimentão	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4
Alface	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,2	3,4
Rabanete	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4
Abóbora	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2
Melão	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8	9,1	6,1
Cebola	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,1
Cenoura	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9
Feijão-vagem	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4
Fruteiras								
Citros	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2
Tamareira	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7	8,4	5,6
Videira	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5
Morangueiro	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7
Abacateiro	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	3,7	2,4

Fonte: Ayers & Westcot, 1985.

TABELA 7.3. Quantidades de gesso e enxofre necessárias para substituir o sódio trocável do solo

Na ⁺ cmol _c dm ⁻³	Gesso		Enxofre	
	0,15 m	0,30 m	0,15 m	0,30 m
	----- t ha ⁻¹ -----			
1	2,1	4,2	0,38	0,77
2	4,2	8,4	0,77	1,54
3	6,3	12,6	1,16	2,33
4	8,4	16,8	1,55	3,10
5	10,5	21,0	1,94	3,88
6	12,6	25,2	2,33	4,66
7	14,7	29,4	2,71	5,43
8	16,8	33,6	3,10	6,21
9	18,9	37,8	3,49	6,99
10	21,0	42,0	3,88	7,77

Fonte: Richards, 1969.

Referências

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Roma: FAO, 1976. 95 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).
- BLACK, C.A. **Soil plant relationship**. New York: John Wiley & Sons, 1968. 790p.
- FULLER, W.H. Management of saline soils. **Outlook on Agriculture**, Elmsford, v.10, p.13-20, 1979.
- FULLER, W.H. **Water, soil and crop management, principles for the control of salts**. Tucson: University of Arizona, 1967. 21p. (University of Arizona. Bulletin, A-23).
- HAYWARD, H.E.; WADLEIGH, C.H. Plant growth on saline and alkali soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.1, p.1-38, 1949.
- KELLEY, W.P. **Alkali soils**: their formation, properties and reclamation. New York: ACS, 1951. 234p. (ACS. Monograph, 111).
- KOVDA, V.A. Soil in relation to salinity irrigation and drainage. In: KOVDA, V.A. **Irrigation drainage and salinity**. Paris: FAO/UNESCO, 1973. p.55-79.
- LYERLY, P.J.; LONGENECKER, D.E. **Salinity control in irrigation agriculture**. Texas: Agricultural Experimental Station, 1962. 19p. (AES. Bulletin, 876).
- McNEAL, B.L. Managing salt-affected soil. **Crops and Soils Magazine**, Madison, v.12, p.12-13, 1976.
- PEREIRA, J.R. Solos salinos e sódicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15.; SIMPÓSIO SOBRE ACIDEZ E CALAGEM NO BRASIL 1983. Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.127-143.
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: USDA, 1969. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- WHITMORE, J. **Salinity and sodic soils**. [s.l.: s.n., 1975]. 7p.

8. FERTILIZANTES

Arminda Saconi Messias¹

Davi José Silva²

Fernando José Freire³

Maria Cristina Lemos da Silva⁴

8.1. Nitrogenados

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para as plantas e, com frequência, o mais limitante à produção das culturas em geral, exceto as leguminosas.

A fertilização nitrogenada é uma complementação à capacidade de suprimento de nitrogênio dos solos, a partir da mineralização de seus estoques de matéria orgânica, geralmente alta em relação às necessidades das plantas.

Em função de sua forma de atuação e das condições gerais de emprego, é habitual classificar os fertilizantes nitrogenados em orgânicos e químicos, cuja seleção de uma ou outra forma depende dos fatores e condições do solo, das condições climáticas, da velocidade de atuação e do valor econômico.

Os fertilizantes nitrogenados orgânicos são provenientes da mineralização dos resíduos vegetais e animais, através da ação efetiva da microbiota do solo. Pertencem a essa classificação o esterco eqüino (1,44 %N), o esterco bovino (1,67 %N), o esterco suíno (1,86 %N), o esterco de galinha (2,76 %N), a torta de amendoim (7,65 %N), a torta de coco (4,37 %N), a torta de soja (6,56 %N), a torta de usina de cana-de-açúcar (2,19 %N), cascas de castanha de caju (0,74 %N), borra de café (2,30 %N), sangue seco (11,80 %N), entre outros.

Os fertilizantes nitrogenados químicos são subdivididos em quatro grupos. Os amoniacais, que apresentam o nitrogênio na forma amoniacal, como a amônia anidra (82 %N), as soluções amoniacais (20 %N), o sulfato de amônio (21 %N), o cloreto de amônio (25 %N), o fosfato monoamônio-MAP (9 %N), o fosfato diamônio-DAP (16 %N), o fosfossulfato de amônio (13 %N). Os nítricos, que apresentam o nitrogênio na forma nítrica, como o nitrato de sódio (16 %N), o nitrato de potássio (13 %N), o nitrato de cálcio (16 %N), o nitrofosfato (14 %N). Os nítrico-amoniacais, que apresentam o nitrogênio nas formas nítrica e amoniacal, como o nitrato de amônio (32 %N), o nitrato de amônio e cálcio (20 %N), o nitrossulfocálcio (25 %N), o sulfonitrato de amônio (25 %N), o sulfonitrato de amônio e magnésio (19 %N). Os amídicos, que apresentam o nitrogênio na forma amídica, como a uréia (44 %N), a uréia formaldeído (35 %N), a uréia revestida com enxofre (39 %N) e a crotonilidina diurética (28 %N).

Devido à sua alta mobilidade, a quantidade total de nitrogênio adicionado com os fertilizantes nitrogenados deve ser aplicada de forma fracionada, a fim de que a planta possa encontrar no solo o nitrogênio que necessita, nos períodos críticos do seu ciclo vital.

8.2. Fosfatados

As fontes minerais de fósforo são todas originadas de rochas fosfáticas, conhecidas como “fosfatos naturais”, que são encontrados na forma de compostos de ferro, alumínio e de cálcio.

1 Química, D.Sc. em Engenharia Ambiental, Pesquisadora do IPA e da UNICAP

2 Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido

3 Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Professor da UFRPE

4 Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora do IPA

Os fosfatos de ferro e de alumínio têm sua solubilidade aumentada com a elevação do pH do solo. Os fosfatos de cálcio (apatitas e fosforitas), por sua vez, são mais solúveis em solos com pH ácido.

No comércio, são encontradas fontes naturais de fósforo e fontes industrializadas obtidas a partir das naturais.

a) Fosfatos naturais

Os fosfatos naturais de maior ocorrência são as apatitas. Esses fosfatos possuem um teor considerável de fósforo total (24 a 27 % de P_2O_5 total), contudo, de baixa solubilidade. A solubilidade desses materiais é aumentada em meio ácido.

b) Superfosfato simples

Obtido por meio da mistura estequiométrica de H_2SO_4 com fosfatos naturais (apatitas). Possui, no mínimo, 18 % de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) + água, 11 % de S e 19 % de Ca.

c) Superfosfato triplo ou concentrado

Obtido a partir da mistura estequiométrica de H_3PO_4 com fosfatos naturais (apatitas). Possui, no mínimo, 41 % de P_2O_5 solúvel em CNA + água e 13 % de Ca.

d) Escória de Thomas

É um subproduto da indústria do aço. Possui 17 % de P_2O_5 total, 12 % de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico (AC) a 2 %, 25 % de Ca e pequenas quantidades de Si, Mg, Fe e Mn.

e) Termofosfato

Obtido pela fusão a 1450 °C de fosfato natural (apatita ou fosforita) com uma rocha magnesiânica (serpentina). Contém, no mínimo, 17 % de P_2O_5 total, 16,5 % de P_2O_5 solúvel em AC a 2 %, 20 % de Ca e 9 % de Mg.

f) Fosfato monoamônico (MAP)

Obtido por meio da neutralização parcial de H_3PO_4 pela amônia. Possui, no mínimo, 48 % de P_2O_5 solúvel em CNA + água e 9 % de N.

g) Fosfato diamônico (DAP)

Obtido por meio da neutralização parcial de H_3PO_4 pela amônia. Possui, no mínimo, 45 % de P_2O_5 solúvel em CNA + água e 16 % de N.

h) Fosfato parcialmente acidulado

Obtido pela reação do fosfato natural (apatita) com uma quantidade de ácido sulfúrico inferior à necessidade estequiométrica para a reação completa. Contém 20 % de P_2O_5 total, 9 % de P_2O_5 solúvel em CNA + água, 25 % de Ca e 6 % de S.

i) Farinha de ossos autoclavados

Possui 20 % de P_2O_5 total, 16 % de P_2O_5 solúvel em AC a 2 %, 1,5 % de N e 22 % de Ca.

8.3. Potássicos

O potássio constitui, juntamente com o nitrogênio e o fósforo, o grupo denominado de elementos nobres da fertilização. É de ocorrência generalizada na natureza, aparecendo sempre em formas combinadas inorgânicas ou, no solo, em forma iônica.

A fertilização potássica tem que garantir uma concentração de K na solução do solo suficientemente alta para satisfazer as necessidades da planta, nos períodos em que o elemento é mais exigido. Este objetivo poderá ser alcançado quando forem evitadas perdas por lavagem e fixação.

A eficiência dos fertilizantes potássicos depende sistematicamente da maneira de como são aplicados e das condições do solo a ser fertilizado. Diante disso, pode-se inferir algumas sugestões quando ao uso do potássio do solo:

- a) solos naturalmente pobres em potássio requerem adições freqüentes e moderadas.
- b) práticas culturais que melhoram as condições de aeração do solo (aração, gradagem, drenagem), bem como aquelas que evitam as perdas por lixiviação (adição de matéria orgânica e calagem) e por erosão (plantio em nível, terraço, etc.) tendem a promover um melhor aproveitamento do K no solo.
- c) A tendência para o equilíbrio entre o K não trocável, trocável e em solução e as perdas às quais o K solúvel está sujeito, sugerem dois princípios básicos para a adição de K como fertilizante: o primeiro, é que o elemento deve ser aplicado parceladamente em lugar de toda a quantidade necessária de uma só vez; o segundo, é que se deve concentrar o K no sulco ou na cova de plantio, sempre que possível.

Os fertilizantes potássicos mais utilizados são: cloreto de potássio (60 % de K_2O), sulfato de potássio (50 % de K_2O), sulfato duplo de potássio e magnésio (22 % de K_2O) e nitrato de potássio (44 % de K_2O).

8.4. Orgânicos

Fertilizantes orgânicos são todos aqueles produtos que, adicionados ao solo, têm como objetivo fundamental produzir húmus e contribuir, desta forma, para manter, ou elevar, o equilíbrio húmico dos solos cultivados. É possível que esses produtos conttenham, também, outros elementos fertilizantes, porém, este aspecto deve ser considerado secundário.

A Legislação Brasileira através do Decreto 86.955 de 18.02.82, considera fertilizantes orgânicos os produtos de origem vegetal ou animal, classificados em três categorias: (a) fertilizante orgânico simples (fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas), (b) fertilizante organomineral (fertilizante procedente da mistura ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos), e (c) fertilizante composto ou, simplesmente, composto (fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado, com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal). Nas Tabelas 8.1. e 8.2., encontram-se as relações dos fertilizantes orgânicos reconhecidos pelo Ministério da Agricultura.

A eficiência dos fertilizantes orgânicos para melhorar a produtividade do solo depende de alguns fatores que devem ser considerados: (a) qualidade e quantidade de aplicação; (b) épocas e condições de utilização; (c) métodos de aplicação; (d) adequabilidade aos sistemas agrícolas predominantes na região; (e) custo relativo de sua utilização.

A matéria orgânica favorece o aumento da produção, ao melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Na Tabela 8.3., resumem-se os principais efeitos da matéria orgânica

no solo. É necessário dizer que os diferentes tipos de húmus contribuem de maneiras diferentes para esses efeitos. Em geral, quanto mais avançado o nível de humificação (relação C/N mais baixa) mais próximos estarão seus efeitos aos assinalados na referida Tabela.

TABELA 8.1. Especificações dos fertilizantes orgânicos simples (reconhecidos pela Legislação Brasileira, correspondente à Tabela n° 2 da Portaria n° 1, do Decreto 96.955 de 18.02.82)

Produtos processados de	Umidade % Máx.	Matéria orgânica % Mín.	pH Mín.	C/N % Máx.	N % Mín.	P ₂ O ₅ total % Mín.
Esterco bovino	25	36	6	20/1	1	-
Esterco de galinha	25	50	6	20/1	1,5	-
Bagaço de cana	25	36	6	20/1	1	-
Palha de arroz	25	36	6	20/1	1	-
Palha de café	25	46	6	20/1	1,3	-
Borra de café	25	60	6	20/1	1,8	-
Torta de algodão	15	70	-	-	5	-
Torta de amendoim	15	70	-	-	5	-
Torta de mamona	15	70	-	-	5	-
Torta de soja	15	70	-	-	5	-
Farinha de ossos	15	6	-	-	1,5	20 (80 sol.)
Farinha de peixe	15	50	-	-	4	6 (total)
Farinha de sangue	10	70	-	-	10	
Turfa e linhita	25	30	6	18/1	1	

Legenda: máx.= máximo; mín.= mínimo; sol.= solúvel em solução de ácido cítrico a 2 %

Fonte: Kiehl, 1985.

TABELA 8.2. Especificações dos fertilizantes organomineral e composto (correspondente à Tabela n° 3 da Portaria n° 1, do Decreto 86.955 de 18.02.82)

Garantia	Organomineral	Composto
Matéria orgânica total	mínimo 15 %	mínimo 40 %
Nitrogênio total	conforme declarado no registro	mínimo 1 %
Umidade	máximo 20 %	máximo 40 %
Relação C/N	-	máximo 18/1
pH	mínimo 6,0	mínimo 6,0
P ₂ O ₅	conforme declarado no registro	-
K ₂ O	conforme declarado no registro	-
Soma (NPK, NP, PK ou NK)	mínimo 6 %	-

Fonte Kiehl, 1985.

8.7.2 Aplicação a lanço com incorporação ao solo

Geralmente é utilizada em solos com níveis muito baixos de fósforo, e se deseja fazer fertilização corretiva com doses relativamente elevadas de fertilizantes fosfatados insolúveis (fosfatos naturais ou de rochas). Parte-se do princípio de que, quanto maior o contato do fertilizante com o solo, melhor é a solubilização do fósforo e seu aproveitamento pelas plantas. Deve-se levar em consideração o aspecto econômico da cultura, bem como o efeito residual da fonte.

8.7.3 Fertilizantes potássicos

O potássio atua no crescimento, conformação e qualidade dos frutos. É um elemento que se movimenta no solo lentamente, a curtas distâncias, e dependendo da textura do solo, poderá ser facilmente lixiviado. Considerando esses aspectos, a aplicação de fertilizantes potássicos em solos arenosos, deve ser de forma parcelada, principalmente em culturas irrigadas de ciclo longo.

Nas culturas anuais, o potássio deve ser aplicado juntamente com o nitrogênio e o fósforo nos sulcos de plantio ou covas, evitando-se o contato direto dos fertilizantes com as sementes ou mudas, principalmente quando se usar doses elevadas, a fim de não causar prejuízos à germinação, causados pelo efeito salino dos fertilizantes.

Na implantação de culturas perenes, os fertilizantes potássicos devem ser aplicados na cova, enquanto que em culturas já estabelecidas, é mais recomendada a aplicação em faixas.

A aplicação a lanço poderá ser adotada, em área com nível de potássio muito baixo e se for vantajosa a fertilização potássica corretiva, ou em pastagem já estabelecida.

Referências

- ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: ANDA, 1991. 35p. (ANDA. Boletim Técnico, 3).
- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos (São Paulo, SP). **Manual de adubação**. São Paulo, 1971. 265p.
- BARBOSA, R.M. **Absorção e translocação de cromo em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), rabanete (*Raphanus sativus*) e rúcula (*Eruca sativa*) cultivados em vermicomposto de resíduos de curti-me**. 1996. 179p. Tese (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1996.
- BETTIOL, W. Utilização de lodo de esgoto como fertilizante. In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA, 1982, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: CENA, 1982. p. 227-232.
- BRAUN, W.A.G. Nitrogênio: limitações, opções e perspectivas para a agricultura. **Fertilizantes**. São Paulo, v. 3, p. 5-9, 1981.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. (Recife, PE). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 1ª aproximação**. Recife, 1982. 81p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. (Salvador-BA). **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. 2. ed. Salvador, 1989. 176p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.
- ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 6, p. 119-124, 1982.
- KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Destino da uréia aplicada a um solo tropical. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 2, n. 1, p. 40-44, 1988.
- LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagens. In: LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 145-174.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: POTAFOS, 1989. 155p.
- MALAVOLTA, E. **O impacto de novas tecnologias no setor de fertilizantes**. In: SEMINÁRIO SOBRE FERTILIZANTES: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS, 1986, São Paulo. **Seminário...** São Paulo: ANDA, 1986. 46p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 529p.

McCONNELL, D. B.; SHIRALIPOUR, A.; SMITH, W.H. Compost application improves soil properties. **Biocycle**, v. 34, n. 4, p. 61-63, 1993.

MESSIAS, A. S. **Fertilizantes orgânicos**: lixo urbano. Recife: UNICAP, 1993. 48p.

MESSIAS, A.S.; MORAES, F.A. Emprego do lixo urbano na adubação do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: [s. n., 1992]. p. 384.

PAPADAKIS, A.I.G.J. **Los fertilizantes**. Buenos Aires: Albatroz, 1974. 174p.

PAULA, J.R. **Estudo da influência das substâncias húmicas na absorção de metais por plantas através de técnicas analíticas**. 1992. 149p. Tese (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

SCHNITZER, M.; KHAN, S.U. **Soil organic matter**. 4. ed. New York: Elsevier, 1989. 319p.

TERRON, P.U. **Tratado de fitotecnia general**. 2.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 895p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza, 1993. 248p.

WUTKE, A.C.F. Nitrogênio. In: MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1972. p. 179-189.

9. RECOMENDAÇÕES DE CALCÁRIO E FERTILIZANTES

Neste trabalho, além da atualização das 88 tabelas encontradas em Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (1998), estão sendo introduzidas três outras.

Devido à diversidade de clima em nosso Estado, vale a pena chamar a atenção para o risco que se corre ao aplicar fertilizantes em certas áreas onde não esteja previsto o uso de irrigação, notadamente quando a precipitação anual não estiver de acordo com as exigências das culturas e, não for bem distribuída.

Quanto às atuais sugestões de fertilizantes e de corretivo de solo, salvo algumas exceções, elas não tiveram por base trabalhos específicos de seleção e calibração de métodos de análise de solo. Contudo, as informações apresentadas baseiam-se, desde que disponíveis, em resultados experimentais, tanto de Pernambuco como de outros estados.

Ressalte-se que as recomendações de fertilizantes minerais (macronutrientes) e orgânicos foram feitas levando-se em conta, entre outros fatores, a relação entre o custo destes insumos e o lucro proporcionado pelo conseqüente aumento de produtividade.

Na confecção das 91 tabelas a seguir apresentadas foram utilizadas unidades do Sistema Internacional (SI) para expressar os teores de nutrientes no solo e na folha, em substituição àquelas rotineiramente empregadas, cuja equivalência é a seguinte:

$$\begin{array}{ll} \text{mg dm}^{-3} & = \text{ppm} \\ \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} & = \text{meq} / 100 \text{ cm}^{-3} \\ \text{g kg}^{-1} & = \% \times 10 \end{array}$$

ABACATE
Persea americana Mill.

Cultivares	: Fortuna, Quintal, Collinson, Simmonds, Prince e Pollock
Espaçamentos	: 10 x 10 m ou 10 x 8 m
Densidades	: 100 ou 125 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 20 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, com 30 dias de antecedência do plantio. Repetir anualmente a fertilização orgânica, com a mesma quantidade aplicada no plantio, na projeção da copa e fazendo-se uma incorporação na mesma ocasião.
Micronutrientes	: Aplicar, duas vezes ao ano, a seguinte mistura: 500 g de uréia, 500 g de sulfato de zinco, 250 g de sulfato de manganês e 100 g de ácido bórico, em 100 L de água. Os pomares tratados com fungicidas cúpricos, normalmente dispensam fertilização à base de cobre.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)				
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º	5º	6º em diante
----- g planta ⁻¹ -----							
Nitrogênio (N)							
(não considerado)	-	60	80	120	150	180	200
Fósforo (P₂O₅)							
mg dm ⁻³ de P							
< 9	150	-	70	80	100	120	150
9 - 15	150	-	50	50	80	100	150
> 15	150	-	30	30	60	80	150
Potássio (K₂O)							
cmol _c dm ⁻³ de K							
< 0,08	60	30	70	80	120	150	200
0,08 - 0,15	40	20	50	60	100	120	180
> 0,15	20	10	30	40	80	100	150

Fonte: Campos, 1984; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989; Prezotti, 1992; Universidade Federal do Ceará, 1993; Raji et al., 1996.

- Obs. 1. No 1º ano, em fundação, aplicar todo o fósforo e parte do potássio. Em cobertura, parcelar as doses de nitrogênio e de potássio em três aplicações, aos 30, 90 e 150 dias após o plantio.
2. A partir do 2º ano, recomenda-se aplicar o fósforo de uma só vez, no início das chuvas, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e potássio.
3. As doses de nitrogênio e potássio, a partir do 2º ano, devem ser distribuídas em três aplicações, no início, meados e final da estação chuvosa.
4. Os fertilizantes minerais também devem ser aplicados na projeção das copas, fazendo-se a incorporação.
5. Recomenda-se usar sempre uma fonte de enxofre, ou seja, ao utilizar-se superfosfato triplo deve-se, de preferência, combiná-lo com o sulfato de amônio; caso opte pela uréia, utilizar superfosfato simples. O cloreto de potássio também pode ser substituído pelo sulfato de potássio.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

ABACAXI*Ananas comosus* (L.) Merrill

Cultivares	: Pérola e Smooth Cayenne
Espaçamentos	: 0,9 x 0,3 m (fileira simples) ou 0,9 x 0,4 x 0,4 m (fileira dupla)
Densidades	: 37.000 plantas ha ⁻¹ (fileira simples) ou 38.400 plantas ha ⁻¹ (fileira dupla)
Produtividade média	: 16 t ha ⁻¹
Produtividades esperadas	: 40 t ha ⁻¹ ou 55 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x Al e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	C o b e r t u r a (meses)		
	1 - 2	5 - 6	8 - 9
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	75	85	90
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 6	50	-	-
6 - 10	40	-	-
> 10	30	-	-
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,08	50	60	70
0,08 - 0,15	40	50	60
> 0,15	30	40	50

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Recife, PE, 1982; Bezerra et al., 1983; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

- Obs.
1. Os fertilizantes devem ser aplicados nas axilas das folhas mais baixas, ou próximas a estas, tendo-se o cuidado de não deixar cair terra ou fertilizante no interior da roseta foliar (olho da planta).
 2. Realizar as fertilizações durante a época de maior umidade do solo.
 3. O potássio pode ser utilizado tanto na forma de cloreto como de sulfato.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Júnior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

ABÓBORA IRRIGADA

Cucurbita spp.

Cultivares	: Maranhão e Jacarezinho
Espaçamentos	: 3 x 3 m ou 4 x 3 m (Maranhão) e 3 x 1 m ou 3 x 2 m (Jacarezinho)
Densidades	: 833 a 3.333 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias	: 20 t ha ⁻¹ (Maranhão) e 15 t ha ⁻¹ (Jacarezinho)
Produtividades esperadas	: 30 t ha ⁻¹ (Maranhão) e 25 t ha ⁻¹ (Jacarezinho)
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	90
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 6	90	-
6 - 12	60	-
13 - 25	30	-
> 25	-	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,08	30	60
0,08 - 0,15	30	30
0,16 - 0,30	-	30
> 0,30	-	-

Obs. A aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura deverá ser realizada aos 30 dias após o plantio. Se o solo for arenoso, parcelar a aplicação em duas vezes, aos 20 e 40 dias após o plantio.

Nivaldo Duarte Costa, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Olericultura – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade do Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

ACEROLA

Malpighia emarginata Sessé & Moç. ex DC.

Espaçamentos	:	5 x 4 m ou 4 x 4 m
Densidades	:	500 ou 625 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	:	6 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	:	15 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	:	Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x Al e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	:	Utilizar, 20 dias antes do plantio, 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral bem curtido. Aplicar, uma vez ao ano, 20 L planta ⁻¹ de esterco de curral, na entressafra, na projeção da copa.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano em diante
	Plantio	Crescimento	
	----- g planta ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	80	240
	Fósforo (P ₂ O ₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	120	-	120
11 – 20	80	-	80
> 20	50	-	50
	Potássio (K ₂ O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	120	100	200
0,12 - 0,23	80	60	160
> 0,23	50	40	120

Fonte: Universidade Federal do Ceará, 1993; Manica et al., 2003.

- Obs. 1. As doses de fósforo devem ser aplicadas no início das chuvas de uma só vez, anualmente, e incorporadas ao solo. Enquanto que as doses de nitrogênio e potássio devem ser aplicadas em cobertura e parceladas em duas vezes.
2. Recomenda-se usar sempre uma fonte de enxofre, ou seja, ao utilizar-se superfosfato triplo deve-se, de preferência, combiná-lo com sulfato de amônio; caso se opte pela uréia, utilizar superfosfato simples.
3. Os fertilizantes minerais devem ser aplicados na projeção das copas, fazendo-se a incorporação.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sydney Alves do Nascimento, Engenheiro Florestal, M. Sc. em Agronomia – UFRPE

Rosimar dos Santos Musser, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Botânica – UFRPE

ACEROLA IRRIGADA

Malpighia emarginata Sessé & Moç. ex DC.

Cultivares	: Flor Branca, Sertaneja e Nº 01
Espaçamentos	: 5 x 4 m e 4 x 4 m
Densidades	: 500 e 625 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada (ano)	: 70 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L planta ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, no plantio e, uma vez por ano, na fase de produção.
Micronutrientes	: Aplicar por planta 4,5 g de Zn e 1,0 g de B no plantio e, uma vez por ano, na fase de produção.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		P r o d u ç ã o (ano)		
	Plantio	Crescimento	1º	2º	3º em diante
----- g planta ⁻¹ -----					
Nitrogênio (N)					
(não considerado)	-	100	150	200	250
Fósforo (P₂O₅)					
mg dm ⁻³ de P					
< 11	120	-	100	120	120
11 - 20	80	-	80	90	90
21 - 40	40	-	40	60	60
> 40	20	-	20	30	30
Potássio (K₂O)					
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,12	60	120	150	200	240
0,12 - 0,23	40	90	100	140	180
0,24 - 0,40	20	60	60	80	100
> 0,40	-	30	30	40	60

- Obs. 1. Nas fases de crescimento e de produção, as doses de N e de K devem ser parceladas em cinco aplicações ao ano, em solos argilosos e, em 10 aplicações ao ano, em solos arenosos, iniciando dois meses após o plantio.
2. As doses de fósforo, na fase de produção, devem ser parceladas em duas aplicações ao ano.
3. Essas doses poderão ser alteradas conforme a análise foliar e a produtividade esperada.

Luiz Gonzaga Neto, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura – Embrapa Semi-Árido

José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor

ALFACE
Lactuca sativa L.

Cultivares	: Lisa e Crespa
Espaçamento	: 0,30 x 0,25 m
Densidade	: 133.333 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 80.000 pés ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 120.000 pés ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C.= f x Al e N.C.= f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Antes do plantio, aplicar nos canteiros 5,0 L m ⁻² de esterco de curral ou 2,5 L m ⁻² de cama de aviário, ambos bem curtido, incorporados ao solo a uma profundidade de 15 cm.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	120	-
11 - 30	90	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	-
0,12 - 0,38	60	-
> 0,38	30	-

- Obs. 1. A fertilização em fundação deverá ser feita distribuindo-se os fertilizantes a lanço sobre a superfície dos canteiros e incorporando-os à profundidade de 15 cm.
2. O fertilizante nitrogenado, em cobertura, deverá ser aplicado 15 dias após o plantio.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

ALFAFA
Medicago sativa L.

Cultivares	: Crioula, Delta
Espaçamento	: 0,35 m entre linhas
Densidade	: 45 g sementes por 100 metros de sulco
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹ de matéria seca
Produtividade esperada	: 30 t ha ⁻¹ de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Incorporar ao solo, antes do plantio, 30 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 15 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.
Micronutrientes	: Juntamente com os fertilizantes destinados ao plantio, aplicar 30 kg ha ⁻¹ de bórax (comercial) e 2 kg ha ⁻¹ de molibdato de amônio. Se necessário, aplicar os demais micronutrientes via solo ou via foliar.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura e manutenção
	----- kg ha ⁻¹ -----	
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)		20
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 11	100	30
11 – 20	80	20
> 20	60	10
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	150	40
0,12 - 0,23	100	20
> 0,23	80	10

Fonte: Lima, 1985; Barcelos, 1990; Neurnberg, 1990.

- Obs. 1. Escarificar e inocular as sementes com o rizóbio específico com, no máximo, dois dias de antecedência do plantio.
 2. A fertilização em cobertura deverá ser feita aos três meses após o plantio.
 3. A fertilização de manutenção deverá ser feita, anualmente, após cada corte.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

ALGODÃO HERBÁCEO*Gossypium hirsutum* L.

Cultivares	: BRS Camaçari, BRS Araripe e BRS Seridó
Espaçamentos	: 0,9 a 1,0 m entre fileiras, com 7 a 8 plantas por metro linear
Densidades	: 77.777 a 80.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 1.000 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 2.500 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, utilizar 10 a 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	30
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 20	50	-
> 20	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	-	60
0,12 - 0,23	-	40
> 0,23	-	20

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

Obs. A fertilização de cobertura deverá ser feita em duas vezes, imediatamente após o desbaste e 20 dias após o plantio, ao lado das fileiras, usando preferencialmente o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
João Luiz Barbosa Coutinho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitossanidade - IPA

ALGODÃO HERBÁCEO IRRIGADO

Gossypium hirsutum L.

Cultivares	: BRS Camaçari, BRS Araripe e BRS Seridó
Espaçamentos	: 0,9 a 1,0 m entre fileiras, com 7 a 8 plantas por metro linear
Densidades	: 70.000 a 80.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 2.500 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 4.000 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Caso haja disponibilidade, utilizar 10 a 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	60
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	80	-
11 – 20	60	-
> 20	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	30	30
0,12 - 0,23	20	20
> 0,23	10	10

Fonte: Raij et al., 1985; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

- Obs. 1. A fertilização em cobertura deverá ser feita ao lado das fileiras e parcelada em duas aplicações: após o desbaste e 20 dias após a primeira.
2. Usar, preferencialmente, o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
João Luiz Barbosa Coutinho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitossanidade – IPA

ALHO*Allium sativum* L.

Cultivares	: Branco Mineiro e Cateto Roxo
Espaçamento	: 0,25 x 0,10 m
Densidade	: 400.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 3,5 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 5,5 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, ou 8 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, incorporados ao solo antes do plantio.
Micronutrientes	: Em áreas com deficiências de B e Zn utilizar, juntamente com os macronutrientes destinados ao plantio, 15 kg ha ⁻¹ de bórax e 60 kg ha ⁻¹ de sulfato de zinco.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	60
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	180	-
11 – 30	120	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	40	40
0,12 - 0,38	30	30
> 0,38	20	20

Fonte: Embrapa, 1984; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

- Obs. 1. A fertilização em fundação deverá ser feita no fundo dos sulcos de plantio, evitando-se o contato das sementes com os fertilizantes.
2. As doses de nitrogênio e potássio, em cobertura, deverão ser parceladas em duas aplicações: metade aos 30 e o restante aos 60 dias após o plantio.

Luiz Jorge da Gama Wanderley, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (*In memoriam*)
 Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Luiz Jorge da Gama Wanderley Junior, Engenheiro Agrônomo – Sementes do Vale Ltda – Hortivale (2008)

AMENDOIM
Arachis hypogaea L.

Cultivar	: BR-1, BRS Havana
Espaçamento	: 0,7 x 0,2 m
Densidade	: 71.400 plantas ha ⁻¹ (2 plantas por cova)
Produtividade média	: 1,1 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 2,0 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar nos sulcos de plantio 15 a 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 5 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	-
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	80	-
11 - 20	50	-
> 20	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	25	25
0,12 - 0,23	15	25
> 0,23	10	10

Fonte: Rajj et al., 1985; De-Polli et al., 1988.

Obs. Por ocasião do plantio, inocular as sementes com *Bradyrhizobium* sp.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
João Luiz Barbosa Coutinho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitossanidade – IPA

AMORA*Morus alba* L.

Espaçamento	:	1,5 x 1,0 m
Densidade	:	6.666 plantas ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	:	Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	:	Havendo disponibilidade, aplicar no plantio 5,0 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 2,5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtidos. A cada corte, colocar nas entrelinhas 15 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 8 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano em diante
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	40	60
	Fósforo (P ₂ O ₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	60	-	80
11 - 20	50	-	50
> 20	30	-	30
	Potássio (K ₂ O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	70	-	80
0,12 - 0,23	50	-	40
> 0,23	30	-	20

Obs. 1. Para cada 100 kg dos fertilizantes destinados ao plantio, adicionar 2 kg de sulfato de magnésio.

2. A fertilização de crescimento deverá ser feita durante o período de chuvas

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

ANTÚRIO

Anthurium andraeanum Linden

Espaçamentos : 0,4 x 0,4 m ou 0,5 x 0,5 m
 Densidades : 6,25 plantas m⁻² ou 4,00 plantas m⁻²
 Produtividades médias (ano) : 8 a 12 flores planta⁻¹ (400 a 655 mil flores ha⁻¹)
 Produtividades esperadas (ano) : 10 a 12 flores planta⁻¹ (320 a 750 mil flores ha⁻¹)
 Calagem (t ha⁻¹) : Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x Al e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)].
 Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Matéria orgânica : Incorporar, 20 a 30 dias antes do plantio, 40 m³ ha⁻¹ de esterco de curral ou 20 m³ ha⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano em diante
	Plantio	Crescimento	
	----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	50	150	200
	Fósforo (P ₂ O ₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	200	-	200
11 – 20	100	-	100
> 20	80	-	80
	Potássio (K ₂ O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	50	100	150
0,12 - 0,23	40	80	120
> 0,23	40	60	100

Fonte: Luz, et al., 2007.

Obs. No período de crescimento, inclusive nos anos subseqüentes, parcelar a recomendação de fertilização nitrogenada e potássica em quatro vezes, com intervalos de 30 dias.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

ARROZ IRRIGADO*Oryza sativa* L.

Cultivares	:	Moxotó, São Francisco e Diamante
Espaçamento	:	0,25 m entre linhas, com 100 sementes por metro linear
Produtividade média	:	5 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	:	9 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	:	Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	-	60
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 30	30	-
> 30	30	-
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	60	-
0,12 - 0,38	30	-
> 0,38	30	-

Fonte: IPA, 2002.

- Obs. 1. O nitrogênio, em cobertura, deverá ser parcelado em duas vezes: 20 kg ha⁻¹ por ocasião do perfilhamento (15 dias do plantio) e 40 kg ha⁻¹ no início da emissão dos primórdios florais (aproximadamente 65 dias do plantio).
2. Em culturas irrigadas por inundação, não usar nitrogênio na forma de nitrato.

Bartolomeu Ferreira Uchôa, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – Ex-Pesquisador Embrapa/IPA

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

ASPARGO IRRIGADO

Asparagus officinalis L.

Cultivares	:	New Jersey 220, UC-157-F2 e Ciprest
Espaçamento	:	2,30 x 0,25 m
Densidade	:	17.391 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	:	3.500 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada (ano)	:	6.000 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	:	N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	:	Usar 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral bem curtido, antes do plantio e, depois, duas vezes por ano, na fase de produção, em aplicação no talude dos camalhões, logo após cada safra.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		P r o d u ç ã o (ano)		
	Plantio	Crescimento	1º	2º	3º
	----- kg ha ⁻¹ -----		----- kg ha ⁻¹ (por safra) -----		
	Nitrogênio (N)				
(não considerado)	30	70	75	100	125
	Fósforo (P ₂ O ₅)				
mg dm ⁻³ de P					
< 6	120	-	40	60	50
6 - 10	90	-	30	45	40
11 - 20	60	-	20	30	30
> 20	30	-	10	15	20
	Potássio (K ₂ O)				
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,08	120	120	75	100	150
0,08 - 0,15	90	90	60	80	120
0,16 - 0,25	60	60	40	50	80
> 0,25	30	30	20	30	40

Obs. 1. No plantio, os fertilizantes devem ser aplicados em sulco.

2. Na fase de crescimento, o N e o K devem ser aplicados 60 dias após o plantio das mudas.

3. Na fase de produção, todo o P e metade do N e do K devem ser aplicados no talude dos camalhões, logo após a colheita. As outras metades do N e do K devem ser aplicadas 60 dias após a colheita, ao lado das fileiras das plantas.

4. Em condições de irrigação, o aspargo produz duas safras por ano.

Lúcio Osório Bastos D'Oliveira, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – Consultor
 José Egídio Flori, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade do Solo – Consultor

BANANA*Musa spp.*

Cultivares	: Pacovan Ken e Comprida
Espaçamento	: 3 x 3 m
Densidade	: 1.111 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias	: 7 t ha ⁻¹ (Pacovan Ken) e 13 t ha ⁻¹ (Comprida)
Produtividades esperadas	: 20 t ha ⁻¹ (Pacovan Ken) e 23 t ha ⁻¹ (Comprida)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: No plantio, 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido. Repetir a aplicação de matéria orgânica anualmente. Aproveitar ao máximo os resíduos da cultura.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano em diante
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	90	90
	Fósforo (P ₂ O ₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 9	40	-	40
9 – 15	30	-	30
> 15	20	-	20
	Potássio (K ₂ O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,08	-	400	400
0,08 – 0,15	-	300	300
> 0,15	-	150	150

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Recife, PE, 1982; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

- Obs. 1. Para as condições da Zona da Mata de Pernambuco, no 1º ano e em cobertura, dividir as doses recomendadas de nitrogênio e de potássio em duas aplicações, aos 30 e 90 dias após o plantio. A partir do 2º ano, parcelar os fertilizantes nitrogenados e potássicos em três a quatro aplicações, distribuídas durante a estação chuvosa.
2. No 1º ano, o fósforo deve ser aplicado de uma só vez, por ocasião do plantio. A partir do 2º ano, aplicar toda a dose juntamente com a primeira dose de nitrogênio e de potássio.
3. Aplicar os fertilizantes ao redor da planta, a uma distância de 20 a 40 cm. Em áreas com declive, realizar a fertilização em meia-lua, na parte de cima da cova. Em touceiras formadas, deve-se aplicar o fertilizante visando atender a planta-neta.
4. Recomenda-se, de preferência, utilizar as combinações superfosfato triplo e sulfato de amônio, ou superfosfato simples e uréia, para garantir o fornecimento de enxofre às plantas.
5. Para assegurar o suprimento de magnésio às plantas e prevenir o distúrbio fisiológico “azul da bananeira”, a calagem deve ser efetuada utilizando-se calcário dolomítico. Para corrigir deficiências desse elemento, deve-se aplicar de 50 a 100 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio em cobertura, ou fazer uma ou mais pulverizações foliares com solução de sulfato de magnésio a 3 %.

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Luiz Gonzaga Bioness Ferraz, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Biotecnologia – IPA (2008)

João Emmanóel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

BANANA IRRIGADA

Musa ssp.

Cultivares	:	Pacovan, Nanica, Nanicão, Grand Nine, Prata, Prata-Anã e Maçã.
Espaçamentos	:	5,0 x 2,0 m (Pacovan), 4,0 x 2,0 m (Prata-Anã e Maçã), 3,0 x 2,0 m (Nanica) e 3,0 x 2,5 m (Nanicão e Grande Naine)
Densidades	:	1.000, 1.250, 1.333 e 1.667 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias (ano)	:	15 t ha ⁻¹ (Pacovan), 12 t ha ⁻¹ (Prata-Anã e Maçã), 25 t ha ⁻¹ (Nanica e Nanicão)
Produtividades esperadas (ano)	:	30 t ha ⁻¹ (Pacovan), 25 t ha ⁻¹ (Prata-Anã e Maçã), 60 t ha ⁻¹ (Nanica e Nanicão)
Calagem (t ha ⁻¹)	:	N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	:	Aplicar 30 L cova ⁻¹ de esterco de curral curtido no plantio e depois, 20 L touceira ⁻¹ , uma vez por ano, na fase de produção.
Micronutrientes	:	Aplicar 4,5 g de Zn e 1,0 g de B por cova no plantio e depois, por touceira e uma vez por ano, na fase de produção.

I - Doses de N, P₂O₅ e K₂O para variedades do subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicão)

Teores no solo		Plantio	C r e s c i m e n t o (dias)						Produção
			60	120	180	240	300	360	
		g planta ⁻¹	g touceira ⁻¹						
			Nitrogênio (N)						
(não analisado)		-	20	30	50	100	60	60	320
			Fósforo (P ₂ O ₅)						
Solo Arenoso	Solo Argiloso								
----- mg dm ⁻³ de P -----									
< 11	< 6	120	-	-	-	-	-	120	120
11 - 20	6 - 10	90	-	-	-	-	-	90	90
21 - 40	11 - 20	60	-	-	-	-	-	60	60
> 40	> 20	30	-	-	-	-	-	30	30
			Potássio (K ₂ O)						
cmol _c dm ⁻³ de K									
< 0,12		-	50	100	150	150	100	100	650
0,12 - 0,23		-	40	80	110	110	80	80	500
0,24 - 0,40		-	30	60	90	100	60	60	400
> 0,40		-	20	40	60	80	50	50	300

continua...

II - Doses de N, P₂O₅ e K₂O para variedades Pacovan, Prata-Anã e Maçã

Teores no solo		Plantio	C r e s c i m e n t o (dias)						Produção
			60	120	180	240	300	360	
		g planta ⁻¹	g touceira ⁻¹						
Nitrogênio (N)									
(não analisado)	-	20	30	40	80	50	50	270	
Fósforo (P ₂ O ₅)									
Solo Arenoso	Solo Argiloso								
mg dm ⁻³ de P									
< 11	< 6	120	-	-	-	-	120	120	
11 - 20	6 - 10	90	-	-	-	-	90	90	
21 - 40	11 - 20	60	-	-	-	-	60	60	
> 40	> 20	30	-	-	-	-	30	30	
Potássio (K ₂ O)									
cmol _c dm ⁻³ de K									
< 0,12	-	40	80	120	150	80	80	550	
0,12 - 0,23	-	30	60	100	120	70	70	450	
0,24 - 0,40	-	25	50	75	100	50	50	350	
> 0,40	-	20	30	60	60	40	40	250	

Obs. 1. Na fase de produção, as doses de nitrogênio e de potássio devem ser parceladas em seis aplicações ao ano, a cada 60 dias, e as de fósforo aplicadas de uma única vez, a cada ano.

2. Essas doses poderão ser alteradas em função da análise foliar e da produtividade.

José Egídio Flori, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia - Embrapa Semi-Árido (2008)

Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido

José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

BATATA-DOCE

Ipomoea batatas (L.) Lam

Cultivares	: Paulista, Granfina, Dahomei, CO-branca e CO-roxa
Espaçamento	: 1,00 x 0,25 m
Densidade	: 40.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 9 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 17 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 10 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, que deverão ser distribuídos e incorporados ao solo antes do preparo dos leirões.
Micronutrientes	: Em solos arenosos, aplicar 5 a 10 kg ha ⁻¹ de bórax, misturados aos fertilizantes destinados à adubação de fundação.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	20
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	50
11 - 20	40	30
> 20	30	20
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	50	40
0,12 - 0,23	30	30
> 0,23	20	20

- Obs. 1. A fertilização em cobertura deverá ser feita aos 30 ou 45 dias para, respectivamente, cultivares precoces ou tardias.
2. Em solos com alto teor de matéria orgânica, não aplicar fertilizantes nitrogenados.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
Almir Dias Alves da Silva, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia – IPA
Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

BATATINHA
Solanum tuberosum L.

Cultivares	: Baraka e Aracy
Espaçamento	: 0,80 x 0,35 m
Densidade	: 35.714 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 6 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 15 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 10 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral em solos arenosos.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	60	60
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	240	-
11 - 30	180	-
> 30	120	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	120	-
0,12 - 0,38	90	-
> 0,38	70	-

Obs. A fertilização em cobertura deverá ser feita na época da amontoa, quando as plantas estiverem com 20 a 25 cm de altura. Usar preferencialmente como fonte de N, o sulfato de amônio, distribuído em linha, ao longo das fileiras, distando aproximadamente 10 cm dessas.

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
Jair Teixeira Pereira, Engenheiro Agrônomo – IPA

BERINJELA
Solanum melongena L.

Cultivares	: F-100 e Ciça
Espaçamento	: 1,3 x 0,7 m
Densidade	: 10.900 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 30 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 50 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 3 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	60
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	150	-
11 - 30	100	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	60
0,12 - 0,38	60	40
> 0,38	30	20

Obs. Na fertilização em cobertura, fracionar as doses de nitrogênio em três aplicações (20, 40 e 60 dias após o transplantio) e, as de potássio, em duas aplicações (20 e 40 dias após o transplantio).

Humberto Pontes Lyra Filho, Engenheiro Agrônomo Ex-Pesquisador – IPA
Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

BETERRABA*Beta vulgaris* L.

Cultivar	: Early Wonder
Espaçamento	: 0,3 x 0,1 m
Densidade	: 333.333 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 20 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 30 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila <15, 15 a 35 e >35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar nos canteiros 3 L m ⁻² de esterco de curral, bem curtido, fazendo-se uma incorporação juntamente com os fertilizantes minerais usados no plantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	180	-
11 - 30	120	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	30
0,12 - 0,38	60	30
> 0,38	30	30

- Obs. 1. A fertilização em fundação deverá ser feita, distribuindo-se os fertilizantes a lanço sobre a superfície dos canteiros, incorporando-os à profundidade de 15 cm.
2. A fertilização nitrogenada, em cobertura, deverá ser parcelada em duas vezes: metade aos 25 e o restante aos 45 dias após o plantio.
3. A fertilização potássica, em cobertura, deverá ser realizada aos 25 dias após o plantio juntamente com a primeira aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura.

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

BRÓCOLIS

Brassica oleracea L. var. *italica* Plenck

Cultivar	:	Ramoso de Piracicaba
Espaçamento	:	0,6 x 0,6 m
Densidade	:	27.777 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	:	10 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	:	20 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	:	Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	:	Antes do transplantio, aplicar 2 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 1 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, juntamente com os fertilizantes minerais da fundação.
Micronutrientes	:	Caso necessário, usar ácido bórico e molibdato de sódio, ambos a 0,2 %, em duas aplicações: na sementeira e 15 dias após o transplantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	80
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	160	-
11 - 30	100	-
> 30	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	120	-
0,12 - 0,38	80	-
> 0,38	40	-

- Obs. 1. Os fertilizantes minerais em fundação deverão ser aplicados juntamente com a matéria orgânica.
2. O fertilizante nitrogenado, em cobertura, deverá ser parcelado em duas vezes: metade aos 20 e o restante aos 40 dias após o transplantio.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Luiz Jorge da Gama Wanderley, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (*In memoriam*)

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Luiz Jorge da Gama Wanderley Junior, Engenheiro Agrônomo – Sementes do Vale Ltda – Hortivale (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

CACAU

Theobroma cacao L.

Cultivar	: Catongo
Espaçamento	: 3 x 3 m
Densidade	: 1.111 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 600 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 1.200 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x A1 e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 10 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano e produção
	Plantio	Crescimento	
	----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	40	100
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	120	-	150
11 - 20	90	-	120
> 20	60	-	90
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	50	50	100
0,12 - 0,23	40	40	80
> 0,23	30	30	60

- Obs.
1. Na fase de crescimento, as doses de nitrogênio e de potássio deverão ser parceladas, durante o período de chuvas, em três aplicações.
 2. A partir do 2º ano, parcelar, durante o período de chuvas, as doses de nitrogênio e potássio em duas aplicações.
 3. Para cada 100 kg de fertilizantes, adicionar 2 kg de sulfato de magnésio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Luiz Gonzaga Biones Ferraz, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Biotecnologia – IPA (2008)

CAFÉ ARÁBICA

Coffea arabica L.

Cultivares	: Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho
Espaçamento	: 3,5 x 1,5 m
Densidade	: 1.904 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 0,8 t ha ⁻¹ (café beneficiado)
Produtividade esperada	: 1,8 t ha ⁻¹ (café beneficiado)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 5,0 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 2,5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido. Repetir a dose a cada ano, incorporando o fertilizante na projeção da copa.
Micronutrientes	: Fazer anualmente três pulverizações com 600 g de sulfato de zinco e 300 g de ácido bórico dissolvidos em 100 L de água. Caso necessário, aplicar os outros micronutrientes, via solo ou via foliar.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)			
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º	5º em diante
----- g planta ⁻¹ -----						
Nitrogênio (N)						
(não considerado)	-	30	40	80	80	120
Fósforo (P₂O₅)						
mg dm ⁻³ de P						
< 6	40	-	-	-	30	40
6 - 10	30	-	-	-	20	30
> 10	15	-	-	-	10	15
Potássio (K₂O)						
cmol _c dm ⁻³ de K						
< 0,08	-	90	90	90	90	150
0,08 - 0,15	-	60	60	60	60	120
> 0,15	-	30	30	30	30	90

- Obs. 1. Na fase de crescimento, dividir em três aplicações as doses de N e K, aplicando-as a 15 cm das plantas com intervalos de 70 dias.
2. No 2º e 3º ano, dividir em três aplicações as doses de N e K, aplicando-as durante o período das chuvas.
3. A partir do 4º ano, aplicar 1/3 das doses de N e K juntamente com todo o fósforo, parcelando o restante do N e K em mais duas aplicações durante o período das chuvas.
4. A partir do 2º ano, aplicar os fertilizantes na projeção da copa.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
Daniel Ramos Pinto Filho, Engenheiro Agrônomo – IPA

UFCC - BIBLIOTECA

CAFÉ ARÁBICA IRRIGADO (2008)

Coffea arabica L.

Cultivares	: Catuaí Vermelho (LCH 2077.2.5.81; LCH 2077.2.5.99 e LCH 2077.2.5.44); Catuaí Amarelo (LCH 2077.2.5.100; LCH 2077.2.5.86 e LCH 2077.2.5.47); Obatã e Tupi.
Espaçamento	: 3,0 x 0,8 m
Densidade	: 4.166 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 3,0 t ha ⁻¹ (café beneficiado)
Produtividade esperada (ano)	: 4,8 t ha ⁻¹ (café beneficiado)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: No preparo do solo para plantio, quer em covas ou em sulco, aplicar 10 L planta ⁻¹ (ou por metro linear) de esterco de curral ou 3 L planta ⁻¹ (ou por metro linear) de cama de aviário, bem curtido. Sempre que houver disponibilidade, repetir anualmente a mesma dosagem, neste caso na projeção da copa, reservando esta operação para o período das chuvas de inverno.
Micronutrientes	: Fazer anualmente três pulverizações, com intervalo de 90 dias, com calda composta de 300 g de ácido bórico, 300 g de sulfato de zinco, 300 g de sulfato de potássio, 500 g de oxicloreto de cobre e 50 mL de espalhante adesivo, dissolvidos em 100 L de água. O volume de calda recomendado é de 300 a 400 L ha ⁻¹ a partir do segundo ano de cultivo.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)			
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º	5º em diante
----- g cova ⁻¹ -----						
Nitrogênio (N)						
(não considerado)	15	40	60	80	100	150
Fósforo (P₂O₅)						
mg dm ⁻³ de P						
< 6	60	-	60	-	50	50
6 – 10	40	-	40	-	30	30
> 10	20	-	20	-	20	20
Potássio (K₂O)						
cmol _c dm ⁻³ de K						
< 0,08	-	60	60	90	120	150
0,08 – 0,15	-	40	40	60	90	120
> 0,15	-	20	20	30	40	90

- Obs. 1. Durante a fase de formação da cultura (2º e 3º ano do plantio), não dispondo de fertirrigação, fracionar as doses de N e K em intervalos de 60 dias, aplicando-as sempre na projeção da copa.
2. A partir do 4º ano do plantio, aplicar o fósforo em duas parcelas, entre o final da colheita e o início do período chuvoso. Em cultivos irrigados por gotejamento, a reposição parcial do fósforo pode ser obtida injetando-se ácido fosfórico via água de irrigação, mantendo-se o cuidado de não baixar o pH da água no gotejador a menos de 3,0.
3. Manter, sempre que possível, a saturação de bases no solo acima de 58 %.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
Daniel Ramos Pinto Filho, Engenheiro Agrônomo – IPA

CAFÉ ROBUSTA

Coffea canephora Pierre ex Froehner

Cultivar	: Conilon
Espaçamentos	: 3,0 x 1,5 m ou 2,0 x 1,0 m (adensado)
Densidades	: 2.222 ou 5.000 plantas ha ⁻¹ (adensado)
Produtividades médias	: 1,1 ou 1,5 t ha ⁻¹ de café beneficiado
Produtividades esperadas	: 2,4 ou 3,6 t ha ⁻¹ de café beneficiado
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 18 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 8 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.
Micronutrientes	: Fazer, anualmente, três pulverizações com 600 g de sulfato de zinco mais 300 g de ácido bórico dissolvidos em 100 L de água. Caso necessário, aplicar ainda Fe, Cu e outros micronutrientes, via foliar.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Crescimento (ano)		Produção esperada, em sacas ha ⁻¹ (café beneficiado)			
		1º	2º	< 20	20 - 40	41 - 80	> 80
		----- g planta ⁻¹ -----		----- kg ha ⁻¹ -----			
		Nitrogênio (N)					
(não considerado)	10	20	40	180	240	300	360
		Fósforo (P ₂ O ₅)					
mg dm ⁻³ de P							
< 6	40	-	-	30	60	90	120
6 - 10	30	-	-	20	40	60	80
> 10	10	-	-	10	20	30	40
		Potássio (K ₂ O)					
cmol _c dm ⁻³ de K							
< 0,16	20	20	40	160	240	300	360
0,16 - 0,30	10	10	20	80	120	150	180
> 0,30	-	-	-	40	60	75	90

- Obs. 1. Na fase de crescimento, dividir em três aplicações as doses de N e K, aplicando-as a 15 cm das plantas durante o período de chuva.
2. No 2º e 3º ano, dividir em três aplicações as doses de N e K, aplicando-as durante o período das chuvas.
3. A partir do 4º ano, aplicar 1/3 das doses de N e K juntamente com todo o fósforo, parcelando o restante do N e K em mais duas aplicações durante o período das chuvas.

Moacir Alves de Oliveira, Engenheiro Agrônomo – Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária de Pernambuco
Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

CAJUEIRO ANÃO*Anacardium occidentale* L.

Espaçamento	: 7 x 7 m
Densidade	: 204 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 400 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada (ano)	: 1.600 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x A1 e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 10 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, juntamente com a dose de fósforo. Repetir a aplicação de matéria orgânica, anualmente, na projeção da copa, fazendo a incorporação na mesma ocasião.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)			
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º	5º
	g planta ⁻¹					
	Nitrogênio (N)					
(não considerado)	-	60	80	120	140	160
	Fósforo (P₂O₅)					
mg dm ⁻³ de P						
< 9	120	-	60	90	100	120
9 - 15	100	-	40	70	80	100
> 15	80	-	20	50	60	80
	Potássio (K₂O)					
cmol _c dm ⁻³ de K						
< 0,08	-	60	60	90	120	140
0,08 - 0,15	-	40	40	70	100	120
> 0,15	-	20	20	50	80	100

Fonte: Universidade Federal do Ceará, 1993.

- Obs.
1. As fertilizações nitrogenada e potássica, recomendadas para a fase de crescimento, devem ser divididas em duas parcelas e distribuídas durante a estação chuvosa.
 2. As fertilizações nitrogenada e potássica, recomendadas para o 2º ano em diante, devem ser divididas em três parcelas e distribuídas durante estação chuvosa.
 3. A fertilização fosfatada, recomendada anualmente, deve ser aplicada de uma só vez, juntamente com a primeira dose do nitrogênio e do potássio.
 4. A partir do 6º ano, recomenda-se aumentar em 20 % as doses de NPK sugeridas para o 5º ano.
 5. Em pomares na fase de crescimento, distribuir os fertilizantes em forma circular ou em meio-círculo (em terreno com declividade acentuada), tendo o cuidado de incorporá-los ao solo.
 6. Em pomares adultos, os fertilizantes devem ser distribuídos em faixa contínua, ao longo das linhas de plantas, com 1,0 a 1,5 m de largura.

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

Josué Francisco Silva Júnior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

CANA-DE-AÇÚCAR*Saccharum officinarum* L.

Variedades	: Litoral Norte: RB 72454, SP 791011; Mata Norte: SP 701143, SP 791011; Litoral Sul: SP 716949, SP 784764; Mata Sul: SP 716949, SP 701011
Espaçamentos	: 0,9 ou 1,0 m
Produtividade média	: 30 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 75 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Adubação Orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 15 m ³ ha ⁻¹ de torta de filtro no sulco de plantio ou 150 m ³ ha ⁻¹ de vinhaça.

Micronutrientes

Teor no solo			Dose sugerida		
Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn
mg dm ⁻³			kg ha ⁻¹		
< 0,7	< 0,4	< 0,6	2,6	4,0	5,2
0,7 - 1,0	0,4 - 0,6	0,6 - 0,9	1,3	2,0	2,6
> 1,0	> 0,6	> 0,9	-	-	-

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	C a n a - p l a n t a		C a n a - s o c a
	Plantio	Cobertura	
kg ha ⁻¹			
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	20	80
	Fósforo (P ₂ O ₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 6	120	-	40
6 - 10	60	-	30
> 10	30	-	-
	Potássio (K ₂ O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,08	40	40	100
0,08 - 0,15	30	30	80
> 0,15	30	30	80

- Obs.
1. Aplicar as doses de nitrogênio e de potássio, em cobertura, aos 90 dias após o plantio.
 2. A dose de N em cobertura deverá ser aumentada para 40 kg ha⁻¹ em solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica (< 1,5 %).
 3. A fertilização das soqueiras deverá ser feita logo após o corte, aplicando-se a dose recomendada de uma só vez. Sempre que possível, os fertilizantes deverão ser incorporados ao solo.
 4. Nas áreas fertirrigadas com vinhaça, com doses acima de 150 m³ ha⁻¹, suprimir a aplicação de fertilizantes potássicos.
 5. Nas áreas fertilizadas com torta de filtro, com doses acima de 5 t ha⁻¹ no sulco de plantio, pode-se dispensar a aplicação de micronutrientes.
 6. Os micronutrientes deverão ser aplicados tanto em fundação como nas socarias, juntamente com os macronutrientes.

Mário Alves Lima Júnior, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Fertilidade do Solo – UFRPE
 José Fernando Wanderley Fernandes Lima, Engenheiro Agrônomo – UFRPE / EECAC

CAPINEIRA

Pennisetum purpureum Schum.

Cultivares	: Capim elefante (Cameron e outros)
Espaçamento	: 1 m entre linhas
Produtividade média (ano)	: 10 t ha ⁻¹ de matéria seca
Produtividade esperada (ano)	: 25 t ha ⁻¹ de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca + Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente. Alternativamente pode-se utilizar o método de saturação de bases (V %), elevando-a para 70 %.
Matéria orgânica	: Aplicar anualmente 10 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		Manutenção por corte
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	40	40
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	100	-	100
11 - 20	60	-	60
> 20	30	-	30
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	120	-	120
0,12 - 0,23	80	-	80
> 0,23	40	-	40

- Obs.
1. A fertilização nitrogenada de crescimento deverá ser feita aos 15 dias após o plantio.
 2. Efetuar a fertilização de manutenção no início da estação chuvosa. A dose de fósforo deverá ser aplicada de uma única vez e, as de potássio e nitrogênio, parceladas em três aplicações, no período chuvoso.
 3. A fertilização de manutenção de nitrogênio e potássio deverá ser feita após cada corte, quando o solo estiver úmido. No período de chuvas a dose de nitrogênio poderá ser elevada até 80 kg ha⁻¹, dependendo da disponibilidade hídrica e do nível de produtividade a ser atingido.
 4. Quando forem utilizadas doses mais elevadas de matéria orgânica (acima de 25 m³ ha⁻¹), as doses de fósforo e potássio poderão ser reduzidas ou eliminadas, em função da análise de solo.
 5. Quando não utilizar pelo menos uma adubação orgânica anual, recomenda-se a aplicação de micronutrientes, conforme análise de solo

Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA
 Mário de Andrade Lira, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Melhoramento de Plantas – IPA
 José Carlos Batista Dubeux Júnior, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Forragicultura – UFRPE (2008)
 Mércia Virginia Ferreira dos Santos, Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Forragicultura – UFRPE (2008)
 Alexandre Carneiro Leão de Mello, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Forragicultura – UFRPE (2008)

CEBOLA IRRIGADA

Allium cepa L.

Cultivares	:	Texas Grano 502, Franciscana IPA-10, ValeOuro IPA-11 e Alfa São Francisco
Espaçamentos	:	0,15 x 0,10 m ou 0,10 x 0,10 m
Densidades	:	400.000 a 500.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	:	17 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	:	40 t ha ⁻¹
Calagem (ha ⁻¹)	:	N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Micronutrientes	:	Usar, quando necessário, fórmulas NPK que contenham micronutrientes.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	30	120
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 6	180	-
6 - 12	135	-
13 - 25	90	-
> 25	45	-
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,08	45	135
0,08 - 0,15	45	90
0,16 - 0,30	45	45
> 0,30	-	45

- Obs. 1. Na adubação de fundação, independentemente do sistema de plantio, os fertilizantes deverão ser aplicados a lanço e, preferencialmente, incorporados ao solo por ocasião da gradagem.
2. A adubação nitrogenada de cobertura deve ser parcelada em três aplicações iguais, aos 20, 30 e 45 dias após o transplante. Se o solo for arenoso, o parcelamento deverá ser feito em quatro vezes, iniciando aos 15 e concluindo aos 55 dias.
3. A adubação potássica de cobertura poderá ser associada com a nitrogenada, sendo fracionada em duas parcelas: aos 30 e aos 45 dias após o transplantio.

Nivaldo Duarte Costa, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 Jonas Araújo Candeia, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Horticultura – IPA
 Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido (2008)
 Dimas Menezes, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Melhoramento de Plantas – UFRPE (2008)

CEBOLINHA*Allium schoenoprasum* L.

Espaçamento	: 0,2 x 0,2 m
Densidade	: 250.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 16.000 molhos ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 24.000 molhos ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Antes do plantio, aplicar por metro quadrado de canteiro 5,0 L de esterco de curral ou 2,5 L de cama de aviário, ambos bem curtido, incorporados ao solo a uma profundidade de 15 cm.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	120	-
11 - 30	90	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	-
0,12 - 0,38	60	-
> 0,38	30	-

- Obs. 1. A fertilização em fundação deverá ser feita distribuindo-se os fertilizantes a lanço sobre a superfície dos canteiros, incorporando-os à profundidade de 15 cm.
2. O fertilizante nitrogenado, em cobertura, deverá ser aplicado 15 dias após o plantio.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

CENOURA*Daucus carota* L.

Cultivares	: Tropical e Brasília
Espaçamento	: 0,30 x 0,06 m
Densidade	: 555.555 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 20 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 30 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar nos canteiros 3,5 L m ⁻² de esterco de curral, bem curtido, fazendo-se a incorporação, juntamente com os fertilizantes minerais usados no plantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	180	-
11 - 30	120	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	30
0,12 - 0,38	60	30
> 0,38	30	30

- Obs. A fertilização em fundação deverá ser feita distribuindo-se os fertilizantes a lanço sobre a superfície dos canteiros e
1. incorporando-os à profundidade de 15 cm.
 2. A fertilização nitrogenada em cobertura deverá ser parcelada em duas vezes: metade aos 25 e o restante aos 45 dias após o plantio.
 3. A fertilização potássica em cobertura deverá ser aplicada aos 25 dias após o plantio, juntamente com a primeira dose do fertilizante nitrogenado em cobertura.

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

CHAMBÁ*Justicia pectoralis* Jacq.

Espaçamento	: 0,5 x 0,5 m
Densidade	: 4 plantas m ⁻² (canteiro)
Produtividade média	: 0,65 kg m ⁻² de matéria seca
Produtividade esperada	: 0,80 kg m ⁻² de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Incorporar nos canteiros 3 L m ⁻² de esterco de curral, bem curtido, com antecedência mínima de 10 dias do plantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio
	g m ⁻² (canteiro)
	Nitrogênio (N)
(não considerado)	3
	Fósforo (P₂O₅)
(não considerado)	10
	Potássio (K₂O)
(não considerado)	6

Fonte: Experimento realizado com financiamento da FACEPE.

Obs. Incorporar também ao solo os fertilizantes minerais aplicados por ocasião do plantio.

Armindia Saconi Messias, Bacharel em Química, D. Sc. em Engenharia Ambiental – IPA / UNICAP
 Valdelice Correia Lima, Bacharel em História Natural, M. Sc. em Botânica – IPA

CHUCHU

Sechium edule (Jacq.) Swartz

Tipos	: (frutos periformes ou alongados, com reentrâncias ou lisos)
Espaçamento	: 5 x 5 m
Densidade	: 400 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 30 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 60 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35\%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: No primeiro ano aplicar 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 10 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, incorporados ao solo a 20 cm de profundidade. Aplicar, ainda, 10 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido. A partir do 2º ano, aplicar 10 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 5 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, distribuídos em toda a área.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano em diante
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
		Nitrogênio (N)	
(não considerado)	20	40	40
		Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P			
< 11	180	-	120
11 – 30	120	-	80
> 30	60	-	40
		Potássio (K₂O)	
cmol _d dm ⁻³ de K			
< 0,12	80	60	60
0,12 - 0,38	40	60	60
> 0,38	20	60	60

- Obs. 1. Na fertilização de crescimento, fracionar as doses de nitrogênio e de potássio em duas aplicações: aos 6 e 12 meses após o plantio, distribuindo os fertilizantes ao redor das plantas, a 30 cm de distância das mesmas, numa faixa de aproximadamente 10 cm de largura.
2. A partir do 2º ano, parcelar o nitrogênio e o potássio em três aplicações: aos 16, 20 e 24 meses após o plantio. Todo fertilizante fosfatado deverá ser aplicado juntamente com a primeira dose de N e K e distribuídos da forma descrita no item anterior.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Humberto Pontes Lyra Filho, Engenheiro Agrônomo Ex-Pesquisador– IPA

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

CITROS*Citrus spp.*

Cultivares	: Bahia, Pêra e Baianinha (Laranjas); Ponkan, Murcott, Cravo e Mexerica (Tangerinas); Tahiti e Galego (Limas Ácidas).
Espaçamentos	: 7 x 6 m (Laranjas e Limas Ácidas) e 7 x 5 m (Tangerinas)
Densidades	: 238 plantas ha ⁻¹ e 285 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias	: 8,5 t ha ⁻¹ (Laranjas), 16,8 t ha ⁻¹ (Tangerinas) e 18,0 t ha ⁻¹ (Limas Ácidas)
Produtividades esperadas	: 15,0 t ha ⁻¹ (Laranjas), 24,0 t ha ⁻¹ (Tangerinas) e 28,0 t ha ⁻¹ (Limas Ácidas)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35\%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, antes do plantio. Repetir a aplicação de matéria orgânica anualmente, na projeção da copa, fazendo a incorporação na mesma ocasião.
Micronutrientes	: Pulverizar uma a duas vezes durante o ano, com uma solução composta de 250 g de sulfato de zinco e 250 g de sulfato de manganês, neutralizada com 250 g de cal, diluídos em 100 L de água.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Implantação		Idade (ano)				
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º	5º	6º em diante
	kg ha ⁻¹						
	Nitrogênio (N)						
(não considerado)	20	30	40	50	60	80	100
	Fósforo (P₂O₅)						
mg dm ⁻³ de P							
< 6	30	-	25	25	30	30	40
6 - 10	20	-	15	15	20	20	30
> 10	15	-	10	10	10	15	20
	Potássio (K₂O)						
cmol dm ⁻³ de K							
< 0,08	20	30	40	50	60	70	80
0,08 - 0,15	-	-	-	-	40	50	60
> 0,15	-	-	-	-	30	30	40

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

- Obs. 1. Aplicar, antes do plantio, toda a dose de fósforo recomendada, na mesma época da fertilização orgânica.
2. No 1º ano, aplicar o nitrogênio orgânico na cova ou o mineral após o pegamento da muda. Em cobertura, parcelar em duas vezes as doses de nitrogênio e de potássio.
3. As doses de nitrogênio e de potássio, a partir do 2º ano, devem ser parceladas em duas aplicações durante a estação chuvosa.
4. A partir do 2º ano, aplicar todo o fósforo, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e de potássio.
5. Aplicar os fertilizantes na projeção da copa ou na entrelinha, fazendo na mesma ocasião a incorporação.
6. Sugere-se fazer análise foliar com a finalidade de orientar correções de possíveis deficiências.

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

CITROS IRRIGADO (2008)

Citrus spp.

Cultivares	: Bahia, Pêra e Baianinha (Laranjas); Ponkan, Murcott, Cravo e Mexerica (Tangerinas); Tahiti e Galego (Limas Ácidas).
Espaçamentos	: 7 x 6 m (Limas Ácidas), 6 x 5 (Laranjas) e 6 x 4 m (Tangerinas)
Densidades	: 333 plantas ha ⁻¹ (Laranjas), 416 plantas ha ⁻¹ (Tangerinas) e 238 plantas ha ⁻¹ (Limas Ácidas)
Produtividades médias	: 20 t ha ⁻¹ (Laranjas), 20 t ha ⁻¹ (Tangerinas) e 30 t ha ⁻¹ (Limas Ácidas)
Produtividades esperadas	: 40 t ha ⁻¹ (Laranjas), 30 t ha ⁻¹ (Tangerinas) e 50 t ha ⁻¹ (Limas Ácidas)
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Usar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral curtido ou composto orgânico, antes do plantio. Repetir a aplicação de matéria orgânica anualmente, na projeção da copa.
Micronutrientes	: Pulverizar duas vezes ao ano, antes da floração e após o pegamento dos frutos, com uma solução composta de 500 g de uréia, 100 g de ácido bórico, 300 g de sulfato de zinco, 20 g de molibdato de amônio ou de sódio diluídos em 100 L de água. Outra opção é aplicar no solo 4 g de zinco e 1,0 g de boro por planta, anualmente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Crescimento (ano)		I d a d e (ano)			
		1º	2º	3º	4º	5º	6º em diante
----- kg ha ⁻¹ -----							
Nitrogênio (N)							
(não considerado)	-	70	100	150	200	250	300
Fósforo (P ₂ O ₅)							
mg dm ⁻³ de P							
< 10	100	-	80	100	120	140	180
10 - 20	80	-	60	80	90	100	140
21 - 40	60	-	40	60	70	80	100
> 40	40	-	20	30	40	50	60
Potássio (K ₂ O ₅)							
cmol _c dm ⁻³ de K							
< 0,08	60	80	120	180	240	300	360
0,08 - 0,15	40	60	80	120	160	240	300
0,16 - 0,30	20	40	60	80	120	160	220
> 0,30	-	20	30	40	60	80	120

- Obs.
1. As doses de nitrogênio devem ser parceladas em seis aplicações ao ano, a cada 60 dias, iniciando aos 30 dias do plantio.
 2. Aplicar, antes do plantio, toda a dose de fósforo recomendada, na mesma época da fertilização orgânica. Nas fases de crescimento e de produção, aplicar todo o fósforo, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e de potássio.
 3. Aplicar os fertilizantes na projeção da copa, fazendo nessa ocasião a sua incorporação.
 4. As doses de nutrientes poderão ser alteradas conforme a análise foliar e a produtividade esperada.

Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fertilidade do Solo – Consultor

José Egídio Flori, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitotecnia – Embrapa Semi-Árido (2008)

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros (2008)

COCO*Cocos nucifera* L.

Cultivares	: Anão verde, Híbrido e Gigante
Espaçamentos	: 7,5 x 7,5 m, 8,5 x 8,5 m e 9,0 x 9,0 m, em triângulo equilátero.
Densidades	: 204, 160 e 143 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias (ano)	: 20.000, 10.000 e 3.000 frutos ha ⁻¹
Produtividades esperadas (ano)	: 25.000, 16.000 e 6.000 frutos ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos c/ teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 10 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido. Havendo disponibilidade, aplicar anualmente 40 L planta ⁻¹ de esterco de curral ou 20 L planta ⁻¹ de cama de aviário, a partir do 2º ano.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Crescimento	2º ano	3º ano em diante
----- g planta ⁻¹ -----				
Nitrogênio (N)				
(não considerado)	-	80	120	120
Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P				
< 11	140	-	60	80
11 – 20	70	-	30	50
> 20	20	-	15	30
Potássio (K₂O)				
cmol _c dm ⁻³ de K				
< 0,12	-	120	200	240
0,12 – 0,23	-	60	100	200
> 0,23	-	30	50	160

Fonte: De-Polli et al., 1988.

- Obs. 1. A fertilização de crescimento deverá ser realizada aos 90 dias após o plantio, na projeção da copa.
2. A partir do 2º ano, fracionar as doses de N e K em duas aplicações durante o período de chuvas.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Luiz Gonzaga Biones Ferraz, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Biotecnologia – IPA (2008)

COCO IRRIGADO

Cocos nucifera L.

Cultivar	: Anão verde
Espaçamentos	: 7,5 x 7,5 m e 7 x 7 m (em quincôncio)
Densidade	: 174 a 204 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 28.000 frutos ha ⁻¹
Produtividade esperada (ano)	: 35.000 frutos ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L planta ⁻¹ de esterco de curral bem curtido no plantio e, depois, uma vez por ano.
Micronutrientes	: Aplicar por planta 4,5 g de Zn e 1,0 g de B no plantio e depois, uma vez por ano, na fase de produção.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Crescimento (ano)		P r o d u ç ã o (ano)			
		1º	2º	1º	2º	3º	4º em diante
		----- g planta ⁻¹ -----					
		Nitrogênio (N)					
(não considerado)	-	200	450	600	750	900	1.000
		Fósforo (P ₂ O ₅)					
mg dm ⁻³ de P							
< 10	160	-	180	180	200	240	300
10 – 20	120	-	135	140	160	200	240
21 – 40	80	-	90	100	120	160	180
> 40	40	-	45	60	80	100	120
		Potássio (K ₂ O)					
cmol _c dm ⁻³ de K							
< 0,12	-	300	400	550	700	850	1.000
0,12 – 0,23	-	200	300	450	525	640	750
0,24 – 0,45	-	100	200	300	350	425	500
> 0,45	-	50	100	150	175	210	250

- Obs. 1. Na fase de crescimento, a dose de nitrogênio deve ser parcelada em cinco aplicações ao ano, em solos argilosos e dez aplicações ao ano, em solos arenosos, iniciando com 10 g planta⁻¹ de N aos 30 dias após o plantio e, depois, ir aumentando até completar as 300 g planta⁻¹ de N no 1º ano de crescimento. Nos anos seguintes, seguir a mesma forma de parcelamento. As doses de potássio deverão ser parceladas da mesma forma que as do nitrogênio. Como fonte de potássio, usar sempre o cloreto de potássio.
2. Nas fases de crescimento e produção, o fósforo deve ser parcelado em duas aplicações ao ano.
3. Essas doses de nutrientes poderão ser alteradas conforme a análise foliar e a produtividade esperada.

Luiz Henrique de Oliveira Lopes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade do Solo – Consultor

COENTRO*Coriandrum sativum* L.

Cultivar	: Verdão
Espaçamento	: 0,25 x 0,10 m
Densidade	: 400.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 3.200 molhos ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 4.800 molhos ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Antes do plantio, aplicar nos canteiros 5,0 L m ⁻² de esterco de curral ou 2,5 L m ⁻² de cama de aviário, ambos bem curtido, incorporados ao solo a uma profundidade de 15 cm.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	120	-
11 – 30	90	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	-
0,12 – 0,38	60	-
> 0,38	30	-

- Obs. 1. A fertilização em fundação deverá ser feita, distribuindo-se os fertilizantes a lanço sobre a superfície dos canteiros, incorporando-os à profundidade de 15 cm.
2. O fertilizante nitrogenado, em cobertura, deverá ser aplicado 15 dias após o plantio.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

Luiz Jorge da Gama Wanderley, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (*In memoriam*)

Luiz Jorge da Gama Wanderley Junior, Engenheiro Agrônomo – Sementes do Vale Ltda – Hortivale (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

COUVE-FLOR*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.

Cultivar	: Vitória Verão
Espaçamento	: 0,6 x 0,6 m
Densidade	: 27.777 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 10 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 20 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Antes do transplantio, aplicar 2 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 1 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.
Micronutrientes	: Caso necessário, usar ácido bórico e molibdato de sódio, ambos a 0,2 %, em duas aplicações: na sementeira e 15 dias após o transplantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	80
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	160	-
11 – 30	100	-
> 30	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	120	-
0,12 – 0,38	80	-
> 0,38	40	-

- Obs. 1. Os fertilizantes minerais em fundação deverão ser aplicados juntamente com a matéria orgânica.
2. O fertilizante nitrogenado, em cobertura, deverá ser parcelado em duas aplicações: metade aos 20 e o restante aos 40 dias após o plantio.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Luiz Jorge da Gama Wanderley, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (*In memoriam*)
 Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Luiz Jorge da Gama Wanderley Junior, Engenheiro Agrônomo – Sementes do Vale Ltda – Hortivale (2008)
 Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

CRISÂNTEMO*Chrysanthemum morifolium* Ramat. E *Chrysanthemum indicum* L.

Espaçamento	: 0,20 m entre linhas
Densidade	: 72 plantas m ⁻²
Produtividade média	: 17.000 dúzias ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 20.000 dúzias ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Incorporar, 20 a 30 dias antes do plantio, 40 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 20 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.
Micronutrientes	: A partir da terceira semana do plantio, pulverizar com fertilizante foliar que contenha micronutrientes, a intervalos de 60 dias.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	50	150
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	180	-
11 – 20	100	-
> 20	80	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	50	150
0,12 – 0,23	30	120
> 0,23	20	60

Fonte: AGRICULTURA: Crisântemo, 2007.

Obs. A fertilização em cobertura com nitrogênio e potássio deverá ser realizada aos 30, 60 e 90 dias após o plantio e, em seguida, até que as flores atinjam 1,0 a 1,5 cm de diâmetro.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

FEIJÃO DE ARRANCA

Phaseolus vulgaris L.

Cultivares	: IPA 10, IPA 11 e Princesa
Espaçamento	: 0,5 m x 0,2 m
Densidades	: 300.000 plantas ha ⁻¹ (três plantas por cova) ou 240.000 a 300.000 plantas ha ⁻¹ , com 12 a 15 sementes por metro linear.
Produtividade média	: 560 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 1.600 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria Orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 15 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 8 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 20	40	-
> 20	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻¹ de K		
< 0,12	45	-
0,12 - 0,23	30	-
> 0,23	15	-

Fonte: Raij et al., 1985.

- Obs. 1. Quando o teor de matéria orgânica do solo for $\leq 2,1 \%$, e não se fez uso de esterco, aplicar 40 kg ha⁻¹ de N aos 20 ou 25 dias após a germinação. Esta dose de N poderá ser reduzida para 30 kg ha⁻¹ caso a matéria orgânica do solo esteja acima de 2,1 %.
2. A inoculação com *Rhizobium phaseoli* dispensa o uso de nitrogênio, em qualquer situação.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Antônio Félix da Costa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia – IPA

FEIJÃO DE ARRANCA IRRIGADO

Phaseolus vulgaris L.

Cultivares	: IPA-10, IPA-11, Princesa, Carioca e Mulatinho
Espaçamento	: 0,5 m x 0,2 m (três sementes por cova ou 12 a 15 sementes por metro linear)
Densidade	: 240.000 a 300.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 1.500 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 2.200 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 6	80	-
6 – 10	60	-
11 – 20	40	-
> 20	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol dm ⁻³ de K		
< 0,08	80	-
0,08 – 0,15	60	-
0,16 – 0,25	40	-
> 0,25	20	-

- Obs. 1. Quando o teor de matéria orgânica do solo for $\leq 2,1$ %, e não se fez uso de esterco, aplicar 25 kg ha⁻¹ de N no plantio e 25 kg ha⁻¹ aos 20 ou 25 dias após a germinação. Essa dose de N poderá ser reduzida para 30 kg ha⁻¹ caso a matéria orgânica do solo esteja acima de 2,1 %.
2. A inoculação com *Rhizobium phaseoli* dispensa o uso de nitrogênio, em qualquer situação.

Luiz Henrique de Oliveira Lopes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – Consultor
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 Antônio Félix da Costa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia - IPA (2008)

FEIJÃO DE CORDA

Vigna unguiculata (L.) Walp.

Cultivares	: IPA 206 (moita) e IPA 207 (ramador)
Espaçamentos	: 0,6 m x 0,4 m (moita) ou 0,8 m x 0,6 m (ramador)
Densidades	: 62.500 plantas ha ⁻¹ , com 3 plantas por cova (ramador); 125.000 plantas ha ⁻¹ , com 3 plantas por cova (moita)
Produtividade média	: 600 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 1.300 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 15 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido. Em solos anteriormente cultivados com essa leguminosa, fazer a incorporação dos restos da cultura logo após a colheita.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	-	30
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 – 20	30	-
> 20	15	-
	Potássio (K₂O)	
cmol _e dm ⁻³ de K		
< 0,12	40	-
0,12 – 0,23	20	-
> 0,23	10	-

- Obs. 1. A fertilização de cobertura deve ser aplicada aos 20 ou 25 dias após a germinação, caso não tenha sido feita a inoculação das sementes com o rizóbio específico.
2. Se for usado inoculante ou esterco de curral, não há necessidade de aplicar a dose recomendada para o nitrogênio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE.
Antônio Félix da Costa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia – IPA

FEIJÃO DE CORDA IRRIGADO

Vigna unguiculata (L.) Walp.

Cultivares	: IPA 206, IPA 207, Maratanã, Punjante, Rouxinol, Paraguaçu, Guariba e Canapuzinho.
Espaçamento	: 1,0 m x 0,5 m
Densidade	: 40.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 900 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 1.800 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	20	30
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 6	60	-
6 - 10	40	-
> 10	20	-
	Potássio (K₂O)	
cmol dm ⁻³ de K		
< 0,08	60	-
0,08 - 0,15	40	-
> 0,15	20	-

- Obs. 1. A fertilização de cobertura deve ser aplicada aos 20 ou 25 dias após a germinação, caso não tenha sido feita a inoculação das sementes com o rizóbio específico.
2. Se for usado inoculante ou esterco de curral, não há necessidade de aplicar a dose recomendada para o nitrogênio.

Luiz Henrique de Oliveira Lopes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – Consultor
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 Antonio Félix da Costa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia – IPA (2008)

GERGELIM
Sesamum indicum L.

Cultivares	: CNPA G 3, CNPA G 4
Espaçamento	: 1,0 x 0,1 m
Densidade	: 100.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 800 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 1.300 a 1.600 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Caso haja disponibilidade, aplicar 30 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	C o b e r t u r a	
		1ª	2ª
----- kg ha ⁻¹ -----			
Nitrogênio (N)			
(não considerado)	-	25	25
Fósforo (P ₂ O ₅)			
mg dm ⁻³ de P			
< 11	80	-	-
11 – 20	60	-	-
> 20	40	-	-
Potássio (K ₂ O)			
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	-	-	60
0,12 – 0,23	-	-	40
> 0,23	-	-	20

Fonte: Prata, 1977.

- Obs. 1. A primeira fertilização de cobertura deverá ser feita após o desbaste.
 2. A segunda fertilização de cobertura deverá ser feita 20 dias após a primeira.
 3. Na fertilização nitrogenada em cobertura, usar, preferencialmente, o sulfato de amônio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 João Luiz Barbosa Coutinho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitossanidade – IPA

GLADIÓLO*Gladiolus grandiflorus* Andrews

Espaçamento	: 0,8 m entre sulcos
Densidade	: 13 bulbos por metro linear de sulco
Produtividade média	: 8.200 dúzias ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 11.500 dúzias ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C.= f x Al e N.C.= f x [2 – (Ca+Mg)]. Considerar f= 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Usar 30 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 15 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, aplicados no sulco de plantio com uma antecedência mínima de 30 dias.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	C o b e r t u r a		
		1ª	2ª	3ª
----- kg ha ⁻¹ -----				
Nitrogênio (N)				
(não considerado)	50	30	50	50
Fósforo (P ₂ O ₅)				
mg dm ⁻³ de P				
< 11	350	-	-	-
11 – 20	250	-	-	-
> 20	200	-	-	-
Potássio (K ₂ O)				
cmol _c dm ⁻³ de K				
< 0,12	150	120	-	-
0,12 – 0,23	100	100	-	-
> 0,23	80	80	-	-

Fonte: Haag et al., 1970; De-Polli et al., 1988; Fernandes et al., 1974.

Obs. A primeira cobertura nitrogenada deverá ser realizada quando da emissão da segunda ou terceira folha; a segunda por ocasião da emergência da inflorescência e a terceira, duas a três semanas após a floração.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

GOIABA*Psidium guajava* L.

Cultivares	: Pentecostes.3 e White Selection of Florida 1 (polpas amarela e branca) Seleção IPA B-22.1 e Red Selection of Florida 1 (polpa vermelha)
Espaçamentos	: 6 x 6 m e 6 x 5 m
Densidades	: 277 e 333 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 10 a 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 30 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x Al e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, 20 dias antes do plantio. Repetir anualmente, na projeção da copa, mesma quantidade de matéria orgânica aplicada no plantio, fazendo-se uma incorporação na mesma ocasião.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teores no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)		
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º em diante
	----- g planta ⁻¹ -----				
	Nitrogênio (N)				
(não considerado)	-	40	80	120	180
	Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P					
< 9	80	-	80	120	120
9 - 15	60	-	60	80	80
> 15	40	-	50	60	40
	Potássio (K₂O)				
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,08	-	60	80	120	180
0,08 - 0,15	-	40	60	80	120
> 0,15	-	30	40	60	60

Fonte: Gonzaga Neto et al., 1982; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989; Universidade Federal do Ceará, 1993.

- Obs. 1. No 1º ano, em fundação, aplicar todo o fósforo, juntamente com o fertilizante orgânico. Parcelar o nitrogênio e o potássio em três aplicações, no início, meados e final das chuvas.
2. A partir do 2º ano, a adição de fósforo deve ser feita de uma só vez, juntamente com as primeiras aplicações de nitrogênio e potássio.
3. As fertilizações nitrogenadas e potássicas, a partir do 2º ano, devem ser parceladas em três aplicações, no início, meados e final das chuvas.
4. Os fertilizantes minerais também devem ser aplicados na projeção das copas, fazendo-se a incorporação.
5. Recomenda-se usar sempre uma fonte de enxofre, ou seja, ao utilizar superfosfato triplo, de preferência, combiná-lo com sulfato de amônio; caso opte pela uréia utilizar superfosfato simples. O cloreto de potássio também pode ser substituído pelo sulfato de potássio.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

GOIABA IRRIGADA

Psidium guajava L.

Cultivares	: Rica e Paluma
Espaçamentos	: 6 x 6 m, 6 x 5 m, 5 x 4 m e 4 x 4 m
Densidades	: 277 a 625 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 30 t ha ⁻¹
Produtividade esperada (ano)	: 50 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Aplicar 20 a 30 L planta ⁻¹ de esterco de curral bem curtido no plantio e antes das podas de frutificação.
Micronutrientes	: Aplicar por cova 4,5 g de Zn e 1,0 g de B no plantio e, depois, uma vez por ano, antes da primeira poda de frutificação.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		C i c l o d e p r o d u ç ã o		
	Plantio	Crescimento	1º	2º	3º em diante
	g planta ⁻¹				
	Nitrogênio (N)				
(não considerado)	-	100	150	200	250
	Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P					
< 11	100	-	90	100	100
11 - 20	80	-	70	90	90
21 - 40	60	-	50	70	80
> 0,40	40	-	30	50	70
	Potássio (K₂O)				
cmol dm ⁻³ de K					
< 0,12	60	90	120	180	210
0,12 - 0,23	40	60	90	135	150
0,24 - 0,40	20	30	60	90	120
> 0,40	-	-	30	60	90

- Obs. 1. Na fase de crescimento, as doses de nitrogênio devem ser parceladas em cinco aplicações ao ano em solos argilosos e em 10 aplicações ao ano em solos arenosos, iniciando 30 dias após o plantio. Na fase de produção, 30 % do nitrogênio devem ser aplicados após a poda de frutificação e os 70 % restantes devem ser aplicados de forma decrescente até 150 dias após a poda.
2. As doses de fósforo, na fase de produção, devem ser aplicadas de uma única vez, após o plantio e antes de cada poda de frutificação, de acordo com os resultados da análise de solo.
3. Na fase de crescimento, a dose de potássio deve ser parcelada da mesma forma que o nitrogênio. Na fase de produção, 30 % do potássio devem ser aplicados após a poda, 15 % após o pegamento dos frutos, 25 % na fase intermediária de crescimento do fruto e 30 % na fase final de crescimento do fruto (antes da maturação).
4. Essas doses poderão ser alteradas conforme a análise foliar e a produtividade esperada.

Luiz Gonzaga Neto, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura – Embrapa Semi-Árido
 Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

GRAMADOS*Cynodon dactylon* (L.) Pers.

- Cultivares : Grama de Burro, Coastal Bermuda, Swannee
- Calagem ($t\ ha^{-1}$) : Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$.
Considerar $f = 1,5$; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
- Matéria orgânica : Aplicar $7,0\ L\ m^{-2}$ de esterco de curral ou $3,5\ L\ m^{-2}$ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P_2O_5 e K_2O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		Manutenção
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	60	80
	Fósforo (P_2O_5)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	180	-	100
11 - 20	160	-	70
> 20	120	-	40
	Potássio (K_2O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	80	-	60
0,12 - 0,23	60	-	40
> 0,23	40	-	20

Fonte: Raij et al., 1985.

- Obs. 1. Na fase de crescimento, fracionar as doses de nitrogênio em três aplicações: a primeira aos 30 ou 40 dias do plantio e as demais a cada 60 dias.
2. Durante a manutenção, fracionar a dose anual de nitrogênio em três aplicações, usando preferencialmente o sulfato de amônio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo - SEAPRU de Ipojuca – PE

GRAVIOLA*Annona muricata* L.

Cultivares	: Morada e Moxotó 16.1
Espaçamentos	: 6 x 6 m e 6 x 5 m
Densidades	: 277 plantas ha ⁻¹ e 333 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 3 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 8 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido. Repetir a aplicação do fertilizante orgânico, anualmente, na projeção da copa, fazendo-se uma incorporação na mesma ocasião.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)		
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º em diante
----- g planta ⁻¹ -----					
Nitrogênio (N)					
(não considerado)	-	50	100	120	180
Fósforo (P₂O₅)					
mg dm ⁻³ de P					
< 9	80	-	80	120	160
9 – 15	60	-	60	80	120
> 15	40	-	40	60	80
Potássio (K₂O)					
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,08	60	70	60	120	200
0,08 – 0,15	40	40	40	80	140
> 0,15	20	20	20	60	80

Fonte: Universidade Federal do Ceará, 1993.

- Obs. 1. No 1º ano, em cobertura, parcelar em duas vezes as doses de nitrogênio e de potássio, aplicando-as aos 30 e 60 dias após o pegamento das mudas.
2. As doses de nitrogênio e de potássio recomendadas para o 2º ano em diante, devem ser parceladas em três aplicações, durante o período chuvoso.
3. A partir do 2º ano, aplicar todo o fósforo no início da estação chuvosa, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e potássio.
4. Aplicar os fertilizantes, na projeção da copa, fazendo-se a incorporação.
5. Para suprir a planta com enxofre, utilizar, preferencialmente, as combinações superfosfato triplo e sulfato de amônio, ou superfosfato simples e uréia.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

HORTELÃ-MIÚDA*Mentha x villosa* Huds.

Espaçamento	: 0,6 x 0,3 m
Densidade	: 5,5 plantas m ⁻² (canteiro)
Produtividade média	: 1,5 kg m ⁻² de matéria seca
Produtividade esperada	: 2,5 kg m ⁻² de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Incorporar nos canteiros, 2 L m ⁻² de esterco de curral, bem curtido, com antecedência mínima de 10 dias do plantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O*

Teor no solo	Plantio
	----- g m ⁻² (canteiro) -----
	Nitrogênio (N)
(não considerado)	10
	Fósforo (P₂O₅)
(não considerado)	5
	Potássio (K₂O)
(não considerado)	10

*Fonte: Experimento realizado com financiamento da FACEPE.

Obs. Incorporar também ao solo os fertilizantes minerais aplicados por ocasião do plantio.

Arminda Saconi Messias, Bacharel em Química, D. Sc. em Engenharia Ambiental – IPA / UNICAP

Valdelice Correia Lima, Bacharel em História Natural, M. Sc. em Botânica – IPA

Silvana Flávia Silva de Araújo, Bacharel em Ciências Biológicas, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – UFRPE

INHAME (CARÁ-DA-COSTA)*Dioscorea cayenensis* Lam.

Espaçamento	: 1,2 x 0,6 m
Densidade	: 13.888 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 7 t ha ⁻¹
Produtividades esperadas	: 14 t ha ⁻¹ e 20 t ha ⁻¹ (irrigado)
Calagem (t ha ⁻¹)	Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 1 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.
Micronutrientes	: Se necessário, fazer três pulverizações, a partir de 45 dias após o plantio, com ácido bórico a 0,1 %.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	C o b e r t u r a	
	1 ^a	2 ^a
	kg ha ⁻¹	
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	40	40
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 11	100	-
11 – 20	70	-
> 20	20	-
	Potássio (K₂O)	
cmol dm ⁻³ de K		
< 0,12	60	30
0,12 – 0,23	40	20
> 0,23	20	10

Fonte: De-Polli et al., 1988; Santos, 1996.

- Obs. 1. Primeira adubação: 30 a 45 dias após o plantio, em semi-círculo a 15 cm da planta e a 5 cm de profundidade.
 2. Segunda adubação: 70 a 80 dias após a primeira.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE.

LEUCENA*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

Cultivar	: Peru-Gigante
Espaçamento	: 2,0 x 0,5 m
Densidade	: 10.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 4 t ha ⁻¹ de matéria seca
Produtividade esperada	: 10 t ha ⁻¹ de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar, respectivamente no plantio ou após cada corte, 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.
Micronutrientes	: Aos fertilizantes destinados ao plantio adicionar para cada hectare: 1 kg de molibdato de amônio, 1 kg de bórax (comercial) e 2 kg de sulfato de zinco.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	2º ano em diante
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	-	-
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	60
11 – 20	40	40
> 20	20	20
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	50	50
0,12 – 0,23	30	30
> 0,23	20	20

Fonte: Alcântara & Bufarah, 1979; Bushby, 1982; Mattos et al., 1986.

Obs. Inocular as sementes com o rizóbio específico.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

MACAXEIRA*Manihot esculenta* Crantz

Cultivares	: Estrangeira, Manteiga, Boa Mesa e Rosa
Espaçamento	: 1,0 x 0,6 m
Densidade	: 16.666 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 7 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 13 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Adução orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 1,0 L planta ⁻¹ de esterco de curral ou 0,5 L planta ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, principalmente em solos arenosos.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	15	15
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 20	30	-
> 20	15	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	40	-
0,12 - 0,23	20	-
> 0,23	10	-

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989.

- Obs. 1. A fertilização de cobertura deverá ser realizada aos 60 dias da brotação, ao redor das plantas, na projeção das copas.
2. Quando da realização da calagem (se for o caso), deve-se, de preferência, usar o calcário dolomítico e realizar esta prática com pelo menos 60 dias de antecedência do plantio.

Almir Dias Alves da Silva, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Fitotécnia – IPA

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

MAMÃO

Carica papaya L.

Cultivares	: Sunrise Solo e Formosa (Tainung nº 1 e Tainung nº 2)
Espaçamento	: 3 x 2 m
Densidade	: 1.666 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 16 t ha ⁻¹ (Sunrise Solo) e 27 t ha ⁻¹ (Formosa)
Produtividade esperada	: 30 t ha ⁻¹ (Sunrise Solo) e 50 t ha ⁻¹ (Formosa)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, 20 dias antes do plantio.
Micronutrientes	: As deficiências mais comuns no mamoeiro são as de boro e zinco. Caso necessário aplicar 6,50 g de ácido bórico no solo, acompanhada de pulverizações foliares com solução de ácido bórico a 0,25 % a cada dois meses. Já o zinco, deve ser aplicado como solução de sulfato de zinco a 0,50 %.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		Produção
	Plantio	Crescimento	
	g planta ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	30	100
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	60	-	80
11 – 20	60	-	50
> 20	60	-	20
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	-	30	120
0,12 – 0,23	-	30	80
> 0,23	-	30	50

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989; Prezotti, 1992; Oliveira et al., 1994; Raij et al., 1996.

- Obs.
1. Na implantação, aplicar na cova todo o fósforo, juntamente com o fertilizante orgânico. As doses de nitrogênio e de potássio devem ser parceladas em duas vezes: metade aos 30 dias do plantio e o restante, 90 dias após o plantio.
 2. Na fase de produção, recomenda-se parcelar em três vezes as doses de nitrogênio e de potássio. O fósforo deve ser aplicado de uma só vez, no início das chuvas, juntamente com as primeiras aplicações de nitrogênio e de potássio.
 3. No terceiro ano, a fertilização será feita se a cultura for viável economicamente.
 4. Os fertilizantes minerais também devem ser distribuídos na projeção da copa, fazendo-se a incorporação.
 5. Recomenda-se usar sempre uma fonte de enxofre, ou seja, ao utilizar superfosfato triplo deve-se, de preferência combiná-lo com sulfato de amônio; caso opte pela uréia, utilizar superfosfato simples. O cloreto de potássio também pode ser substituído pelo sulfato de potássio.

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

UFEG - BIBLIOTECA

MAMONA*Ricinus communis* L.

Cultivares	: BRS 149 Nordestina ou BRS 188 Paraguaçu
Espaçamentos	: 3 x 1 m (porte médio) ou 2 x 1 m (porte baixo)
Densidades	: 3.333 plantas ha ⁻¹ (porte médio) ou 5.000 plantas ha ⁻¹ (porte baixo)
Produtividade média	: 590 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 1.500 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar, por ocasião do plantio, 15 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	15	20
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	50	-
11 – 20	40	-
> 20	30	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	40	-
0,12 – 0,23	30	-
> 0,23	20	-

Fonte: Prata, 1977; Raij et al., 1985.

Obs. A fertilização de cobertura deverá ser realizada 50 a 80 dias após a germinação utilizando, preferencialmente, o sulfato de amônio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
João Luiz Barbosa Coutinho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitossanidade – IPA

MANDIOCA

Manihot esculenta Crantz

Cultivares	: Isabel de Souza, Verdinha, Branquinha, Moreninha, Cambadinha, Milagrosa e Itapissuma
Espaçamento	: 1,0 x 0,6 m
Densidade	: 16.666 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 10 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 18 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Adubação orgânica	: Havendo disponibilidade aplicar 1,0 L planta ⁻¹ de esterco de curral ou 0,5 L planta ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, principalmente em solos arenosos.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	15	20
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 – 20	30	-
> 20	15	-
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	40	-
0,12 – 0,23	20	-
> 0,23	10	-

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989.

Obs. A fertilização de cobertura deverá ser efetuada aos 60 dias da brotação, ao redor das plantas, na projeção das copas.

Almir Dias Alves da Silva, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Fitotécnica – IPA

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

MANGA*Mangifera indica* L.

Cultivares	: Espada, Rosa, Rosari e Itamaracá
Espaçamento	: 10 x 10 m
Densidade	: 100 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 10 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 15 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido. Repetir a aplicação deste material anualmente, na projeção da copa, fazendo-se a incorporação na mesma ocasião.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Implantação		Idade (ano)				
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º	5º	6º em diante
----- g planta ⁻¹ -----							
(não considerado)	Nitrogênio (N)						
	-	100	100	150	200	250	300
	Fósforo (P₂O₅)						
mg dm ⁻³ de P							
< 9	100	-	150	150	180	180	200
9 – 15	70	-	100	100	120	120	150
> 15	50	-	50	50	80	80	80
	Potássio (K₂O)						
cmol _c dm ⁻³ de K							
< 0,08	-	100	150	180	200	250	300
0,08 – 0,15	-	50	100	120	150	200	250
> 0,15	-	30	50	80	100	150	150

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989; Universidade Federal do Ceará, 1993.

- Obs. 1. No 1º ano, aplicar todo o fósforo por ocasião do plantio. Parcelar em três aplicações as doses recomendadas de nitrogênio e de potássio, durante a estação chuvosa, devendo a primeira ser efetuada 30 dias após o plantio.
2. As fertilizações nitrogenadas e potássicas a partir do 2º ano devem ser parceladas em três aplicações e distribuídas durante o período das chuvas.
3. A partir do 2º ano, o fósforo deve ser aplicado de uma só vez, juntamente com a primeira parcela de nitrogênio e de potássio.
4. Aplicar os fertilizantes na projeção da copa, incorporando-os.
5. Sugere-se fazer análise foliar com a finalidade de orientar a correção de possíveis deficiências.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

MANGA IRRIGADA

Mangifera indica L.

Cultivares	: Tommy Atkins, Haden, Kent, Keitt e Palmer
Espaçamentos	: 10 x 5 m, 8 x 8 m, 8 x 6 m, 8 x 5 m e 6 x 4 m
Densidades	: 200 a 416 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 18 a 20 t ha ⁻¹
Produtividade esperada (ano)	: 25 a 30 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]

Considerando a elevada exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem com a aplicação de gesso. A quantidade de gesso a ser aplicada deve ser definida em função da análise química e da textura do solo, estando em torno de 0,5 t ha⁻¹ em solos de textura arenosa e 2,5 t ha⁻¹ em solos de textura argilosa).

Matéria orgânica	: Usar 20 a 30 L planta ⁻¹ de esterco de curral bem curtido, no plantio. Repetir essa dose a cada ano.
Micronutrientes	: No plantio, aplicar por planta 4,5 g de Zn e 1,0 g de B e, uma vez por ano, na fase de produção.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor de nutriente		Plantio	Crescimento (meses)			Produtividade esperada (t ha ⁻¹)							
solo	folha		00 – 12	13 – 24	25 – 30	< 10	10 -15	15 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 50	> 50	
			----- g covar ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----							
Nitrogênio (N)													
(não analisado)	-	150	210	150									
g kg ⁻¹ de N													
	< 12					30	45	60	75	90	105	120	
	12 – 14					20	30	40	50	60	70	80	
	15 – 16					10	15	20	25	30	35	40	
	> 16					-	-	-	-	-	-	-	
Fósforo (P ₂ O ₅)													
mg dm ⁻³ de P													
	< 10	250	-	160	-	20	30	45	65	85	110	150	
	10 – 20	150	-	120	-	15	20	30	45	60	75	100	
	21 – 40	120	-	80	-	8	10	15	20	30	40	50	
	> 40	80	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potássio (K ₂ O)													
cmol _c dm ⁻³ de K													
	< 0,16	-	80	120	80	30	50	80	120	160	200	250	
	0,16 – 0,30	-	60	100	60	20	30	40	60	80	120	150	
	0,31 – 0,45	-	40	80	40	10	15	20	30	45	60	75	
	> 0,45	-	20	60	20	-	-	-	-	-	-	-	

- Obs. 1. Nitrogênio – Na fase de formação as doses de N devem ser parceladas em cinco aplicações ao ano em solos argilosos e em 10 aplicações ao ano em solos arenosos, iniciando com 10 g planta⁻¹ de N aos 60 dias após o plantio e depois, ir aumentando até completar as 510 g planta⁻¹ de N, no final da fase de crescimento (30 meses). Na fase de produção, o N deve ser parcelado a partir do pegamento dos frutos até atingirem 5 cm de diâmetro (50 %) e, após a colheita (50 %).
2. Fósforo – Na fase de crescimento o P deve ser parcelado em duas aplicações ao ano. Na fase de produção, o P deve ser aplicado no período de florescimento (40 %) e logo após a colheita (60 %). Usar preferencialmente, como fonte de fósforo, fertilizantes que contenham cálcio, como os superfosfatos e termofosfatos, considerando a elevada exigência da mangueira em cálcio.
3. Potássio – Na fase de crescimento, a dose de K deve ser parcelada em quatro aplicações ao ano, com intervalo de 90 dias. Na de produção, 15 % do K devem ser aplicado antes da floração, 50 % no pegamento dos frutos e 35 % após a colheita.
4. Aos 24 meses de formação, realizar análise foliar para avaliar a necessidade de aplicação de nitrogênio e micronutrientes, principalmente se for fazer a indução floral entre 30 e 36 meses.
5. Na fase de produção, as doses recomendadas poderão ser alteradas conforme a análise foliar e a produtividade esperada.

Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido

Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor

João Antônio Silva Albuquerque, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura - Embrapa Semi-Árido

Maria Aparecida do Carmo Mouco, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Fisiologia de Produção – Embrapa Semi-Árido (2008)

MARACUJÁ AMARELO

Passiflora edulis Sims f. *flavicarpa* O. Deg.

Espaçamento	: 3 x 2 m
Densidade	: 1.666 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 8 t ha ⁻¹
Produtividades esperadas	: 8 t ha ⁻¹ (1º ano); 16 t ha ⁻¹ (2º ano); 12 t ha ⁻¹ (3º ano)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar, 30 dias antes do plantio, 10 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano	3º ano
	Plantio	Crescimento		
	----- kg ha ⁻¹ -----			
	Nitrogênio (N)			
(não considerado)	-	100	160	120
	Fósforo (P ₂ O ₅)			
mg dm ⁻³ de P				
< 9	40	-	90	-
9 – 15	30	-	60	-
> 15	20	-	30	-
	Potássio (K ₂ O)			
cmol _c dm ⁻³ de K				
< 0,08	-	100	120	100
0,08 – 0,15	-	80	100	80
> 0,15	-	50	80	60

Fonte: Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador, BA, 1989.

- Obs. 1. No 1º ano, aplicar todo o fósforo antes do plantio, juntamente com o fertilizante orgânico. O nitrogênio e o potássio devem ser fracionados em três aplicações, aos 60 dias após o plantio, na floração e aos 90 dias após a floração.
2. No 2º ano, aplicar todo o fósforo de uma só vez, no período da floração.
3. As doses de nitrogênio e de potássio, nos 2º e 3º anos, devem ser parceladas em três aplicações, sendo a primeira na floração e as demais, aos 90 e 180 dias após.
4. Em plantas jovens, os fertilizantes devem ser aplicados ao redor da planta, numa distância de 10 cm do tronco. Em plantas adultas, aplicá-los a 30 cm do tronco.
5. Recomenda-se usar sempre uma fonte de enxofre, ou seja, ao utilizar superfosfato triplo, de preferência, combiná-lo com sulfato de amônio; caso opte pela uréia, utilizar superfosfato simples.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Junior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

MELANCIA IRRIGADA*Citrullus lanatus* (Trunb.) Mansf.

Cultivar	: Crimson Sweet
Espaçamento	: 3,0 x 0,8 m
Densidade	: 4.166 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 25 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade de esterco de curral, usar 20 m ³ ha ⁻¹ antes do plantio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	30	90
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 6	120	-
6 - 12	90	-
13 - 25	60	-
> 25	30	-
	Potássio (K₂O)	
cmol dm ⁻³ de K		
< 0,08	30	90
0,08 - 0,15	30	60
0,16 - 0,30	30	30
> 0,30	-	30

Obs. A aplicação de nitrogênio e potássio, em cobertura, deverá ser realizada aos 25 dias após o plantio. Se o solo for arenoso, parcelar esta aplicação em duas vezes, aos 20 e 40 dias após o plantio.

Nivaldo Duarte Costa, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Olericultura – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade do Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

MELÃO IRRIGADO*Cucumis melo* L.

Cultivares	: Gold Mine, AF 682, Tropical 10/00, Pele de sapo
Espaçamentos	: 2,0 x 0,5 m, 2,0 x 0,4 m e 2,0 x 0,3 m
Densidades	: 10.000 e 16.666 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 25 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Aplicar, em fundação, 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral bem curtido.
Micronutrientes	: Nos solos de difícil drenagem e/ou que tenham recebido quantidades elevadas de sulfato de amônio ou sulfato de potássio, é comum ocorrer deficiência de molibdênio. Duas a três aplicações foliares de molibdato de sódio a 0,05 %, com intervalos de sete dias, corrigem essa deficiência. Além disso, usar, quando necessário, fórmulas NPK que contenham micronutrientes.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	80
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 6	160	-
6 - 12	120	-
13 - 25	80	-
> 25	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,08	40	120
0,08 - 0,15	40	80
0,16 - 0,30	40	40
> 0,30	-	40

Obs. A aplicação do nitrogênio e potássio em cobertura deverá ser realizada aos 25 dias após o plantio. Se o solo for arenoso, parcelar esta aplicação em duas vezes aos 20 e 40 dias após o plantio.

Nivaldo Duarte Costa, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Olericultura – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade do Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido (2008)

MILHETO FORRAGEIRO

Pennisetum glaucum (L.) R. Br.

Cultivar	: IPA BULK 1 – BF
Espaçamento	: 0,5 m entre linhas, com 15 plantas por metro linear.
Densidade	: 300.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 5 t ha ⁻¹ de matéria seca
Produtividade esperada	: 10 t ha ⁻¹ de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C. = f x Al e N.C. = f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	30
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 30	40	-
> 30	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	30	-
0,12 - 0,38	20	-
> 0,38	-	-

Fonte: IPA, 2002.

Obs. A adubação nitrogenada em cobertura deverá ser aplicada aos 20 dias do plantio.

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA
 José Jorge Tavares Filho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA
 Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA
 Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)
 José Alves Tavares, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)
 Marta Maria Amâncio do Nascimento, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA (2008)
 Ana Rita de Moraes Brandão Brito, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)
 Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)
 Giseldo Viegas Colinho, Engenheiro Agrônomo - IPA (2008)

MILHO*Zea mays* L.

Cultivares	: Híbridos comerciais e variedades recomendados para a região de acordo com o zoneamento da cultura para Pernambuco
Espaçamento	: 0,8 m a 1,0 m, com 5 plantas por metro linear.
Densidades	: 50.000 a 62.500 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 0,56 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 3,50 t ha ⁻¹ ou mais (dependendo no nível de tecnologia empregado)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	30	-
11 - 30	20	-
> 30	10	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	30	-
0,12 - 0,38	20	-
> 0,38	-	-

Fonte: Barros et al., 2005.

Obs. A adubação nitrogenada em cobertura deverá ser aplicada aos 40 dias do plantio.

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

Ana Rita de Moraes Brandão Brito, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Fitotecnia – IPA

Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

José Joge Tavares Filho, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

Marta Maria Amâncio do Nascimento, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA (2008)

Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

André Dias de Azevedo Neto, Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Bioquímica Vegetal – UFRPE (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

MILHO IRRIGADO

Zea mays L.

Cultivares	: BR 106, São Francisco e híbridos em geral
Espaçamento	: 1,0 x 0,2 m
Densidade	: 50.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 2.500 kg ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 4.500 kg ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	30	60
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 6	80	-
6 - 10	60	-
11 - 20	40	-
> 20	20	-
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,08	80	-
0,08 - 0,15	60	-
0,16 - 0,25	40	-
> 0,25	20	-

- Obs. 1. Se o solo for arenoso, parcelar a fertilização nitrogenada de cobertura em duas aplicações, a primeira quando a planta apresentar quatro folhas desenroladas (mais ou menos 15 dias após a germinação) e a outra, quando a planta apresentar oito folhas. Caso contrário, o nitrogênio em cobertura pode ser aplicado de uma só vez quando a planta apresentar seis folhas desenroladas.
2. Oscilações de preços em função da demanda.

Luiz Henrique de Oliveira Lopes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – Consultor
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

MILHO VERDE OU PARA FORRAGEM

Zea mays L.

Cultivares	: Variedades e híbridos comerciais (Verde); BR-5026 (São José) e híbridos comerciais (Forragem).
Espaçamentos	: 1,0 m entre linhas, com 5 plantas por metro linear (Verde); 0,8 m entre linhas com 5 plantas por metro linear (Forragem).
Densidades	: 50.000 plantas ha ⁻¹ (Verde); 62.500 plantas ha ⁻¹ (Forragem).
Produtividades médias	: 10 t ha ⁻¹ de espigas verde empalhadas (Verde); 6 t ha ⁻¹ de matéria seca (Forragem).
Produtividades esperadas	: 18 t ha ⁻¹ de espigas verde empalhadas (Verde); 12 t ha ⁻¹ de matéria seca (Forragem).
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 30	40	-
> 30	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	30	-
0,12 - 0,38	20	-
> 0,38	-	-

Fonte: IPA, 2002.

Obs. A adubação nitrogenada em cobertura deverá ser realizada aos 40 dias do plantio.

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

José Joge Tavares Filho, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia – IPA

Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

Marta Maria Amâncio do Nascimento, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA (2008)

Ana Rita de Moraes Brandão Brito, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

MORANGO*Fragaria spp.*

Cultivares	: Lassen, Campinas
Espaçamento	: 0,3 x 0,3 m
Densidade	: 111.111 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 25 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: 40 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	240
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	160	-
11 - 30	120	-
> 30	80	-
Potássio (K₂O)		
cmol dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	120
0,12 - 0,38	60	120
> 0,38	30	120

Fonte: Raij et al., 1985.

Obs. Parcelar as doses de nitrogênio e potássio em cobertura em seis aplicações mensais, com início aos 30 dias do plantio.

Humberto Pontes Lyra Filho, Engenheiro Agrônomo Ex-Pesquisador – IPA
 Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

PALMA FORRAGEIRA

Opuntia ficus-indica (L.) Miller; *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm – Dick

Cultivares	: Gigante, Redonda, Miúda, IPA-20
Espaçamentos	: 2,00 x 1,00 m ou 3,00 x 1,00 x 0,50 m; 1,00 x 0,50 m e 1,00 x 0,25 m
Densidades	: (A) 5.000 ou 10.000 plantas ha ⁻¹ ; (B) 20.000 plantas ha ⁻¹ e (C) 40.000 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias (2 anos)	: (A) 5 t ha ⁻¹ ; (B) 10 t ha ⁻¹ e (C) 15 t ha ⁻¹ (matéria seca)
Produtividades esperadas (2 anos)	: (A) 10 t ha ⁻¹ ; (B) 20 t ha ⁻¹ e (C) 30 t ha ⁻¹ (matéria seca)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35\%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 25 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, após cada colheita.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o						2º ciclo em diante		
	Plantio			Crescimento					
	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
----- kg ha ⁻¹ -----									
Nitrogênio (N)									
(não considerado)	-	-	-	40	100	200	40	100	200
Fósforo (P₂O₅)									
mg dm ⁻³ de P									
< 11	50	80	100	-	-	-	40	60	80
11 - 30	-	25	50	-	-	-	40	60	80
> 30	-	-	-	-	-	-	40	60	80
Potássio (K₂O)									
cmol dm ⁻³ de K									
< 0,12	60	100	130	-	-	-	60	100	130
0,12 - 0,38	30	50	65	-	-	-	60	100	130
> 0,38	-	-	-	-	-	-	60	100	130

Obs. 1. Fazer a fertilização de crescimento no início do período de chuvas.

2. Caso não haja disponibilidade de matéria orgânica, dobrar as doses sugeridas para N e K.

Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA
 Mário de Andrade Lira, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Melhoramento de Plantas – IPA
 José Carlos Batista Dubeux Júnior, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Forragicultura – UFRPE (2008)
 Mércia Virgínia Ferreira dos Santos, Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Forragicultura – UFRPE (2008)
 Alexandre Carneiro Leão de Mello, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Forragicultura – UFRPE (2008)

PASTAGEM

Brachiaria spp.; *Digitaria decumbens* Stent.; *Pennisetum purpureum* Schum.; *Panicum maximum* Jacq.; *Cenchrus ciliaries* L.; *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy

Cultivares	: Braquiária, Pangola, Elefante, Colonião, Buffel, Corrente, Urocroa
Produtividades médias (corte)	: 4 a 7 t ha ⁻¹ de matéria seca (em função da quantidade de chuva)
Produtividades esperadas (corte)	: 15 a 20 t ha ⁻¹ de matéria seca (em função da quantidade de chuva)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca + Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35\%$, respectivamente. Alternativamente pode-se utilizar o método de saturação de bases ($V\%$), elevando-a para 70% ou, caso não seja feita adubação, para 50% .

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		Manutenção
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	80 ⁽¹⁾	40 ⁽¹⁾
	-	120 ⁽²⁾	60 ⁽²⁾
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	100	-	60
11 - 20	60	-	40
> 20	30	-	20
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	120	-	70
0,12 - 0,23	80	-	50
> 0,23	40	-	20

⁽¹⁾ 800 a 1200 mm ano⁻¹ de chuvas; ⁽²⁾ mais de 1200 mm ano⁻¹ de chuvas.

- Obs. 1. A fertilização de plantio poderá ser feita em sulcos, quando efetuado o plantio com mudas, ou a lanço quando efetuado com sementes.
2. A cobertura nitrogenada deverá ser parcelada e aplicada no início das chuvas e 90 dias após a primeira. Não utilizar mais de 100 kg N ha⁻¹ por aplicação, devido às perdas.

Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA
 Mário de Andrade Lira, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Melhoramento de Plantas – IPA
 José Carlos Batista Dubeux Júnior, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Forragicultura – UFRPE (2008)
 Mércia Virgínia Ferreira dos Santos, Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Forragicultura – UFRPE (2008)
 Alexandre Carneiro Leão de Mello, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Forragicultura – UFRPE (2008)

PEPINO*Cucumis sativus* L.

Cultivares	: Primepak, Rio Verde e Haner
Espaçamento	: 1,0 x 0,5 m
Densidade	: 20.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 20 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 40 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 1 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	60
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	160	-
11 - 30	100	-
> 30	60	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	80	50
0,12 - 0,38	60	50
> 0,38	40	50

Obs. A fertilização em cobertura deverá ser fracionada em duas aplicações: por ocasião do desbaste e no início da floração.

Humberto Pontes Lyra Filho, Engenheiro Agrônomo Ex-Pesquisador – IPA

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

PIMENTÃO IRRIGADO

Capsicum annuum L.

Cultivares	: Agrônômico 10G, Yolo Wonder, All Big
Espaçamento	: 1,0 x 0,4 m
Densidade	: 25.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 30 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Recomenda-se aplicar 20 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral, se houver disponibilidade desse material. A aplicação do fertilizante deverá ser feita no sulco ou na cova, antes do transplântio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	120
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻¹ de P		
< 6	160	-
6 - 12	120	-
13 - 25	80	-
> 25	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,08	40	120
0,08 - 0,15	40	80
0,16 - 0,30	40	40
> 0,30	-	40

Obs. A aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura deverá ser realizada em três parcelas iguais: aos 25, aos 45 e aos 60 dias após o plantio.

Nivaldo Duarte Costa, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Olericultura – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor
 Humberto Pontes Lyra Filho, Engenheiro Agrônomo Ex-Pesquisador – IPA

PINHA*Annona squamosa* L.

Espaçamento	: 5 x 5 m
Densidade	: 400 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 8 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 12 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 20 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido. Repetir a aplicação do fertilizante orgânico, anualmente, na projeção da copa, fazendo-se uma incorporação.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)		
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º em diante
----- g planta ⁻¹ -----					
Nitrogênio (N)					
(não considerado)	-	40	80	120	180
Fósforo (P₂O₅)					
mg dm ⁻³ de P					
< 9	80	-	80	120	120
9 - 15	60	-	60	80	80
> 15	40	-	40	60	40
Potássio (K₂O)					
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,08	-	60	80	120	180
0,08 - 0,15	-	40	60	80	120
> 0,15	-	30	40	60	60

Fonte: Universidade Federal do Ceará, 1993.

- Obs. 1. No 1º ano, parcelar em duas vezes as doses de nitrogênio e de potássio em cobertura, aplicando-as aos 30 e 60 dias após o pegamento das mudas.
2. As doses de nitrogênio e de potássio, recomendadas para o 2º ano em diante, devem ser parceladas em três aplicações, durante o período chuvoso.
3. A partir do 2º ano, aplicar todo o fósforo no início da estação chuvosa, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e de potássio.
4. Aplicar os fertilizantes na projeção da copa, fazendo-se a incorporação.
5. Para suprir a planta com enxofre, utilizar, preferencialmente, as combinações superfosfato triplo e sulfato de amônio, ou superfosfato simples e uréia.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Júnior, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Roberto José Mello de Moura, Engenheiro Agrônomo – IPA

PINHA IRRIGADA (2008)*Annona squamosa* L.

Espaçamento	: 4 x 3 m
Densidade	: 833 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias (safra)	: 6 a 10 t ha ⁻¹ (sequeiro; safra no período das chuvas)
Produtividades esperadas (safra)	: 15 a 18 t ha ⁻¹ (cultivo irrigado; duas safras por ano)
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Recomenda-se aplicar 20 a 30 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, 30 dias antes do plantio e uma vez por ano na fase de produção.
Macronutrientes secundários	: Em solos arenosos aplicar 200 g de sulfato de magnésio, sendo 50 % na fase de desenvolvimento vegetativo e 50 % durante a produção.
Micronutrientes	: Aplicar, via solo, 10 g de sulfato de zinco e 10 g de bórax, no plantio e uma vez por ano na fase de produção.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		P r o d u ç ã o (ano)		
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º em diante
	----- g planta ⁻¹ -----				
	Nitrogênio (N)				
(não considerado)	-	30	60	90	120
	Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P					
< 10	90	-	100	120	120
10 - 20	70	-	80	90	90
21 - 40	50	-	60	60	60
> 40	30	-	40	30	30
	Potássio (K₂O)				
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,12	-	90	90	120	180
0,12 - 0,23	-	60	70	90	150
0,24 - 0,40	-	30	50	60	120
> 0,40	-	-	30	30	60

- Obs. 1. Na fase de crescimento, parcelar as doses de nitrogênio e de potássio em três vezes ao ano em solos argilosos e em seis vezes ao ano em solos arenosos, iniciando 30 dias após o pegamento da muda. Na fase de produção, 40 % do nitrogênio e 30 % do potássio devem ser aplicados após o início da irrigação, 40 % do nitrogênio e 30 % do potássio por ocasião da emissão dos botões florais (30 dias depois) e 20 % do nitrogênio e 40 % do potássio no pegamento dos frutos.
2. A partir do 2º ano, aplicar todo o fósforo no início da estação chuvosa, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e de potássio.
3. Para suprir a planta com enxofre, utilizar, preferencialmente, as combinações superfosfato triplo e sulfato de amônio, ou superfosfato simples e uréia.

Jairton Fraga Araújo, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Horticultura – UNEB/DTCS (2008)

Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido (2008)

PITANGA

Eugenia uniflora L.

Cultivar	: Tropicana, IPA-22 e IPA-32
Espaçamento	: 4 x 4 m
Densidade	: 625 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 4 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 9 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 10 L cova ⁻¹ de esterco de curral, bem curtido, 60 dias antes do plantio. Repetir, anualmente, a fertilização orgânica, na projeção da copa, fazendo a incorporação.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)		
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º em diante
	g planta ⁻¹				
	Nitrogênio (N)				
(não considerado)	-	20	60	150	240
	Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P					
< 9	60	-	40	110	150
9 - 15	40	-	30	80	120
> 15	30	-	20	60	100
	Potássio (K₂O)				
cmol _c dm ⁻³ de K					
< 0,08	-	30	80	200	310
0,08 - 0,15	-	20	60	150	240
> 0,15	-	20	50	120	200

Fonte: Lederman et al., 1992.

- Obs. 1. No 1º ano, aplicar todo o fósforo, 60 dias antes do plantio, juntamente com o fertilizante orgânico. O nitrogênio e o potássio devem ser fracionados em duas aplicações, durante a estação chuvosa: 30 e 90 dias após o plantio.
2. As fertilizações de nitrogênio e potássio, a partir do segundo ano, devem ser fracionadas em três aplicações, durante o período das chuvas.
3. A partir do 2º ano, o fertilizante fosfatado deve ser aplicado de uma só vez, juntamente com as primeiras doses de nitrogênio e de potássio.
4. Os fertilizantes minerais também devem ser aplicados na projeção das copas, fazendo-se a incorporação.
5. Recomenda-se usar sempre uma fonte de enxofre, ou seja, ao utilizar superfosfato triplo, de preferência, combiná-lo com sulfato de amônio; caso opte pela uréia, utilizar superfosfato simples.

João Emmanoel Fernandes Bezerra, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia – IPA

Josué Francisco Silva Júnior, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fruticultura Tropical – Embrapa Tabuleiros Costeiros

Ildo Eliezer Lederman, Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fisiologia Vegetal – Embrapa / IPA

PLANTAS FLORIDAS EM VASOS

Chrysanthemum spp. Kalanchoe spp. Poinsettia spp.

- Tipos : Crisântemos, Kalanchoe, Poinsettia
 Substrato : Misturas variadas de vermiculita, areia e matéria orgânica (composto, casca de pinus, pó-de-coco, casca de arroz queimada).
 Micronutrientes : Aplicar no substrato 16,8 g m⁻³ de Fe (na forma de quelato) e 100 g m⁻³ de FTE.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Substrato
	kg m ⁻³
	Nitrogênio (N)
(não considerado)	0,18
	Fósforo (P₂O₅)
(não considerado)	0,30
	Potássio (K₂O)
(não considerado)	1,50

- Obs. 1. Adicionar ao substrato, como fonte Ca e Mg, 7,2 kg m³ de calcário dolomítico. Como fonte de S, usar o sulfato de cálcio (gesso agrícola) na dose de 3 kg m³.
 2. Usar, preferencialmente, nitrato de cálcio, como fonte de nitrogênio; superfosfato simples, como fonte de fósforo e sulfato de potássio como fonte de potássio.

José Júlio Vilar Rodrigues, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Física do Solo – UFRPE
 Damares Beatriz de Luna Rodrigues, Engenheira Agrônoma, Professora de Floricultura – UFRPE

PUPUNHA*Bactris gasipaes* Kunth.

Espaçamento	: 2 x 1 m
Densidade	: 5.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média (ano)	: 800 kg ha ⁻¹ de palmito
Produtividade esperada (ano)	: 1.500 kg ha ⁻¹ de palmito
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 5,0 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 2,5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)	
	Plantio	Crescimento	2º	3º em diante
----- kg ha ⁻¹ -----				
Nitrogênio (N)				
(não considerado)	25	25	30	80
Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P				
< 11	60	-	100	120
11 - 20	40	-	80	80
> 20	20	-	60	60
Potássio (K₂O)				
cmol dm ⁻³ de K				
< 0,12	30	30	80	120
0,12 - 0,23	20	20	60	80
> 0,23	10	10	40	40

Fonte: Araújo, 1991; Bovi, 1995.

- Obs. 1. Adicionar, aos fertilizantes destinados ao plantio, 140 g cova⁻¹ de sulfato de magnésio.
2. A fertilização de crescimento deverá ser realizada 90 dias após o plantio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

REPOLHO

Brassica oleracea L. var. *capitata* L.

Cultivar	: Midore, Tokita
Espaçamento	: 0,6 x 0,6 m
Densidade	: 27.777 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 10 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 20 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Antes do transplântio, aplicar 1,0 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 0,5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido, juntamente com os fertilizantes minerais em fundação.
Micronutrientes	: Caso necessário, usar ácido bórico e molibdato de sódio, ambos a 0,2 %, em duas aplicações: na sementeira e 15 dias após o transplântio.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	70
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	135	-
11 - 30	80	-
> 30	40	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	100	-
0,12 - 0,38	70	-
> 0,38	40	-

- Obs. 1. Os fertilizantes minerais, em fundação, deverão ser aplicados juntamente com a matéria orgânica.
 2. O fertilizante nitrogenado, em cobertura, deverá ser parcelado em duas vezes, metade aos 20 e o restante aos 40 dias após transplântio.

Antonio Raimundo de Sousa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Luiz Jorge da Gama Wanderley, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia – (*In memoriam*)
 Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA
 Luiz Jorge da Gama Wanderley Junior, Engenheiro Agrônomo - Sementes do Vale Ltda – Hortivale (2008)

ROSEIRAS*Rosa spp.*

Espaçamentos	: 0,3 m entre fileiras simples e 0,4 m entre fileiras duplas
Densidade	: 83.333 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 35.000 dúzias ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 50.000 dúzias ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 50 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 25 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		2º ano n diante
	Plantio	Crescimento	
	kg ha ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	80	30	45
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	220	35	105
11 – 20	180	30	90
> 20	140	25	75
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	200	30	90
0,12 – 0,23	150	20	75
> 0,23	100	15	45

Fonte: Raij et al., 1985; De-Polli et al., 1988.

Obs. 1. Recomenda-se parcelar em três vezes as adubações a partir do 2º ano, aplicando a primeira dose logo após a poda anual e, as demais, a intervalos de dois a três meses.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

SERINGUEIRA

Hevea brasiliensis (Willd. Ex A. Juss.) Müell. Arg.

Cultivares	: IAN 873, FX 2261, FX 3846 e FX 3864
Espaçamento	: 7 x 3 m
Densidade	: 476 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 700 kg ha ⁻¹ de borracha
Produtividade esperada	: 1.200 kg ha ⁻¹ de borracha
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.
Matéria orgânica	: Aplicar 5 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.
Micronutrientes	: Para cada 100 kg dos fertilizantes aplicados no plantio, adicionar 2 kg de sulfato de cobre e 2 kg de sulfato de zinco.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		Formação ou Produção
	Plantio	Crescimento	
	g planta ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	30	150
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	100	-	120
11 - 20	60	-	80
> 20	40	-	40
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	50	-	150
0,12 - 0,23	30	-	90
> 0,23	20	-	30

Fonte: Embrater, 1980; Pereira & Pereira, 1986.

- Obs.
1. A fertilização na fase de crescimento deverá ser efetuada aos dois meses do plantio.
 2. Na fase de formação ou produção parcelar, durante o período de chuvas, a dose de nitrogênio em duas aplicações.
 3. Em solos com menos de 2,2 cmol_c dm⁻³ de Ca+Mg, independentemente da calagem, adicionar 4 kg de sulfato de magnésio para cada 100 kg dos fertilizantes aplicados no plantio.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. Em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

SOJA*Glycine max* (L.) Merr.

Cultivares	: Savana, Cariri RC, Tropical
Espaçamento	: 0,5 x 0,6 m
Densidade	: 25 sementes por metro
Produtividade média	: 1,5 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 3,0 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 , 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Adubação verde (incorporar).

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio
	kg ha ⁻¹
	Nitrogênio (N)
(não considerado)	-
	Fósforo (P₂O₅)
mg dm ⁻³ de P	
< 11	80
11 - 20	60
> 20	40
	Potássio (K₂O)
cmol _c dm ⁻³ de K	
< 0,12	60
0,12 - 0,23	40
> 0,23	20

Obs. Inocular as sementes por ocasião do plantio com *Rhizobium japonicum*.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 João Luiz Barbosa Coutinho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitossanidade – IPA

SORGO FORRAGEIRO

Sorghum bicolor (L.) Moench

Cultivares	: Variedades e híbridos comerciais recomendados para a região.
Espaçamento	: 0,8 m entre linhas, com 12 plantas por metro.
Densidade	: 150.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 8 t ha ⁻¹ de matéria seca
Produtividade esperada	: 15 t ha ⁻¹ de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar até 30 m ³ ha ⁻¹ de esterco de curral ou 15 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	30	60
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 30	40	-
> 30	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	30	-
0,12 - 0,38	20	-
> 0,38	-	-

Fonte: Tabosa et al., 1990.

- Obs. 1. Quando forem utilizadas doses mais elevadas de esterco, as doses de fósforo e potássio poderão ser reduzidas ou eliminadas.
2. O nitrogênio em cobertura deverá ser aplicado aos 40 dias após o plantio.

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

José Joge Tavares Filho, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

Marta Maria Amâncio do Nascimento, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA (2008)

Ana Rita de Moraes Brandão Brito, Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

André Dias de Azevedo Neto, Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Bioquímica Vegetal – UFRPE (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

SORGO GRANÍFERO*Sorghum bicolor* (L.) Moench

Cultivares	: Híbridos comerciais e variedades locais recomendadas para a região, de acordo com o zoneamento da cultura para o estado de Pernambuco.
Espaçamentos	: 0,6 m entre fileiras, com 8 plantas por metro (híbridos comerciais de porte abaixo de 1,4 m); 0,8 m entre fileiras, com 12 plantas por metro (cultivares de porte superior a 1,6 m).
Densidades	: 133.600 plantas ha ⁻¹ (híbridos comerciais de porte abaixo de 1,4 m); 150.000 plantas ha ⁻¹ (cultivares de porte superior a 1,6 m).
Produtividade média	: 0,56 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 3,5 t ha ⁻¹ ou mais (dependendo do nível de tecnologia empregado)
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C.= f x Al e N.C.= f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	40	-
11 – 30	25	-
> 30	15	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	20	-
0,12 – 0,38	15	-
> 0,38	-	-

Fonte: Tabosa et al., 2006a; Tabosa et al., 2006b.

Obs. A fertilização nitrogenada em cobertura deverá ser realizada aos 40 dias após o plantio.

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

José Alves Tavares, Engenheiro Agrônomo – IPA

Ana Rita de Moraes Brandão Brito, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Fitotecnia – IPA

Marta Maria Amâncio do Nascimento, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA (2008)

Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

José Jorge Tavares Filho, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

André Dias de Azevedo Neto, Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Bioquímica Vegetal – UFRPE (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

SORGO SUDÃO FORRAGEIRO

Sorghum bicolor (L.) Moench subsp. *Drummondii* (Nees ex Steud.) de Wet ex Davidse

Cultivares	: Híbridos comerciais e variedades recomendadas para a região.
Espaçamento	: 0,5 m entre linhas, com 15 plantas por metro.
Densidade	: 300.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 5 t ha ⁻¹ de matéria seca
Produtividade esperada	: 10 t ha ⁻¹ de matéria seca
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar $f = 1,5; 2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila $< 15, 15$ a 35 e $> 35 \%$, respectivamente.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
kg ha ⁻¹		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	20	40
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 – 30	40	-
> 30	20	-
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	30	-
0,12 – 0,38	20	-
> 0,38	-	-

Fonte: Tabosa et al., 1990.

Obs. A adubação nitrogenada de cobertura deverá ser realizada aos 30 dias após o plantio.

José Nildo Tabosa, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

José Jorge Tavares Filho, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia – IPA

Djalma Cordeiro dos Santos, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA

Marta Maria Amâncio do Nascimento, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Melhoramento de Plantas – IPA (2008)

Josimar Bento Simplicio, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Agronomia / Produção Vegetal – IPA (2008)

Ana Rita de Moraes Brandão Brito, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Fitotecnia – IPA (2008)

Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

André Dias de Azevedo Neto, Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Bioquímica Vegetal – UFRPE (2008)

Ademar Barros da Silva, Engenheiro Agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Solos - UEP Recife (2008)

Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

TOMATE DE MESA

Lycopersicum esculentum Mill.

Cultivar	: Santa Clara
Espaçamento	: 1,0 x 0,5 m
Densidade	: 18.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 60 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 80 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times A1$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Usar 20 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário (frangos de corte) ou 10 m ³ ha ⁻¹ de cama de aviário (poedeiras) ou, ainda, 30 m ³ ha ⁻¹ de esterco de bode, ambos bem curtido.
Micronutriente	: Se necessário, aplicar bórax na dose de 250 g por 100 L de água.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
Nitrogênio (N)		
(não considerado)	40	120
Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P		
< 11	200	100
11 – 30	120	80
> 30	60	60
Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	90	90
0,12 – 0,38	60	60
> 0,38	30	30

- Obs. 1. A fertilização fosfatada em cobertura deverá ser parcelada e aplicada aos 25 e 50 dias após o transplantio. Os fertilizantes deverão ser distribuídos ao longo das fileiras, distando após 10 cm das mesmas, cobrindo-os à medida que se faz o abacelamento ou chegamento de terra ao pé das plantas.
2. As fertilizações nitrogenadas e potássicas em cobertura deverão ser parceladas, aplicando-se um terço da dose aos 25, um terço aos 50 e o restante aos 75 dias após o transplantio.
3. Em área onde ocorre podridão estilar, aplicar, antes da floração, cloreto de cálcio a 0,06 % ou quelato de cálcio na concentração recomendada pelo fabricante.

Zaldo Ataíde de Lima, Engenheiro Agrônomo – IPA

Maria Cristina Lemos da Silva, Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – IPA

TOMATE RASTEIRO IRRIGADO

Lycopersicum esculentum Mill.

Cultivares	: IPA-5, IPA-6, IPA-7 e híbridos em geral
Espaçamentos	: 1,2 x 0,3 m e 1,2 x 0,5 m
Densidades	: 27.777 e 16.666 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 40 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 60 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	Plantio	Cobertura
----- kg ha ⁻¹ -----		
	Nitrogênio (N)	
(não considerado)	45	120
	Fósforo (P₂O₅)	
mg dm ⁻³ de P		
< 6	180	-
6 - 12	135	-
13 - 25	90	-
> 25	45	-
	Potássio (K₂O)	
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,08	45	135
0,08 - 0,15	45	90
0,16 - 0,30	45	45
> 0,30	-	45

Obs. A aplicação do nitrogênio em cobertura deve ser realizada 30 dias após o plantio. Em solo arenoso, a cobertura nitrogenada deve ser parcelada em duas aplicações iguais, aos 25 e 50 dias após o plantio. Neste caso, o potássio também deve ser parcelado em duas aplicações iguais, uma no plantio e a outra 50 dias depois.

Nivaldo Duarte Costa, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Olericultura – Embrapa Semi-Árido
 Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M. Sc. em Fertilidade de Solo – Consultor
 José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Consultor

URUCUM*Bixa orellana* L.

Tipos	: Verde, Vermelho, Roxo e Amarelo
Espaçamento	: 4 x 4 m
Densidade	: 625 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 1.500 kg ha ⁻¹ de grãos
Produtividade esperada	: 2.000 kg ha ⁻¹ de grãos
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas N.C.= f x Al e N.C.= f x [2 - (Ca+Mg)]. Considerar f= 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: Havendo disponibilidade, aplicar 5 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 2,5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		I d a d e (ano)	
	Plantio	Crescimento	2º ou 3º	4º em diante
----- g planta ⁻¹ -----				
Nitrogênio (N)				
(não considerado)	30	30	20	20
Fósforo (P₂O₅)				
mg dm ⁻³ de P				
< 11	60	-	20	30
11 - 20	30	-	-	15
> 20	20	-	-	10
Potássio (K₂O)				
cmol _c dm ⁻³ de K				
< 0,12	40	50	60	50
0,12 - 0,23	20	30	30	20
> 0,23	10	15	15	10

Fonte: De-Polli et al., 1988; Universidade Federal do Ceará, 1993.

Obs. Parcelar as doses de nitrogênio e de potássio em duas aplicações, durante o período de chuvas.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE
 Giseldo Viegas Coutinho, Engenheiro Agrônomo – IPA (2008)

UVAS
Vitis vinifera L.

Cultivar	: Isabel
Espaçamento	: 2 x 1 m
Densidade	: 5.000 plantas ha ⁻¹
Produtividade média	: 15 t ha ⁻¹
Produtividade esperada	: 25 t ha ⁻¹
Calagem (t ha ⁻¹)	: Usar o maior valor calculado pelas fórmulas $N.C. = f \times Al$ e $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$. Considerar f = 1,5; 2,0 e 2,5 para solos com teores de argila < 15, 15 a 35 e > 35 %, respectivamente.
Matéria orgânica	: No plantio, utilizar 10 L cova ⁻¹ de esterco de curral ou 5 L cova ⁻¹ de cama de aviário, bem curtido. Por ocasião das fertilizações de manutenção, repetir o emprego da mesma quantidade de matéria orgânica recomendada para o plantio, uma vez ao ano.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo	I m p l a n t a ç ã o		Manutenção
	Plantio	Crescimento	
	g planta ⁻¹		
	Nitrogênio (N)		
(não considerado)	-	20	15
	Fósforo (P₂O₅)		
mg dm ⁻³ de P			
< 11	80	-	40
11 - 20	60	-	30
> 20	40	-	20
	Potássio (K₂O)		
cmol _c dm ⁻³ de K			
< 0,12	80	-	30
0,12 - 0,23	60	-	20
> 0,23	40	-	15

Fonte: Raij et al., 1985.

- Obs. 1. Aplicar a dose de nitrogênio aos 60 dias do plantio.
 2. Aplicar as doses indicadas para N, P e K em três ocasiões: 30 dias antes e 30 dias após a poda e quando os frutos atingirem a fase de “chumbinho”. Os fertilizantes minerais deverão ser misturados com a matéria orgânica e dispostos no fundo de um sulco aberto ao longo das fileiras, a uma distância de 50 a 70 cm das plantas.

Roberto Vicente Gomes, Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Agronomia / Ciência do Solo – SEAPRU de Ipojuca – PE

UVAS DE MESA IRRIGADA

Vitis vinifera L.

Cultivares	: Itália, Red Globe, Benitaka (com semente); Festival, Thompson Seedless, Crimson Seedless (sem semente).
Espaçamentos	: 2,5 x 3,5 m, 2,0 x 4,0 m e 2,0 x 3,5 m
Densidades	: 1.142 a 1.428 plantas ha ⁻¹
Produtividades médias(ano)	: 40 t ha ⁻¹ (com semente) e 25 t ha ⁻¹ (sem semente)
Produtividades esperadas (ano)	: 50 t ha ⁻¹ (com semente) e 35 t ha ⁻¹ (sem semente)
Calagem (t ha ⁻¹)	: N.C. = 2 x Al + [3 - (Ca+Mg)]
Matéria orgânica	: Recomenda-se aplicar 20 a 40 L de esterco de curral, bem curtido. Repetir esta aplicação a cada ciclo de produção na linha de plantas.
Micronutrientes	: Aplicar, via solo, 4,5 g de zinco 1,0 g de boro no plantio e uma vez por ano na fase de produção quando a concentração foliar desses nutrientes estiver abaixo do nível crítico. Estes nutrientes poderão ser aplicados por via foliar, fazendo-se pulverizações nas concentrações de 0,2 % de sulfato de zinco, 0,1 % de ácido bórico e 0,5 % de uréia, com intervalos de quinze dias, a partir da floração.

Doses de N, P₂O₅ e K₂O

Teor no solo		Percentagem de saturação (solo)	Plantio	Crescimento	Produtividade esperada (t ha ⁻¹)			
					< 15	15 - 25	26 - 35	> 35
----- kg ha ⁻¹ -----								
Nitrogênio (N)								
(não considerado)		-	260	60 a 150*	60 a 150*	60 a 150*	60 a 150*	60 a 150*
Fósforo (P ₂ O ₅)								
Solo Arenoso	Solo Argiloso							
----- mg dm ⁻³ de P -----								
< 11	< 6	160	-	120	160	200	240	
11 - 20	6 - 10	120	-	80	120	160	200	
21 - 40	11 - 20	80	-	40	80	120	160	
41 - 80	21 - 40	40	-	20	40	60	80	
> 80	> 40	40	-	-	-	-	-	
Potássio (K ₂ O ₅)								
cmol _c dm ⁻³ de K	K x 100/CTC							
< 0,16	< 5	30	160	100	200	300	400	
0,16 - 0,30	5 - 10	-	120	75	150	225	300	
0,31 - 0,45	11 - 15	-	80	50	75	100	150	
> 0,45	> 15	-	40	-	50	75	100	

* Doses indicadas apenas para videiras com sementes

Doses de N específicas para a adubação de produção de videiras sem sementes.

Vigor da copa	Porta-enxerto		
	Pouco vigoroso	Médio	Muito vigoroso
	----- kg ha ⁻¹ -----		
Médio	90	75	50
Alto	60	50	25
Muito alto	30	25	-

continua...

- Obs
1. Nitrogênio - Na fase de crescimento, a dose de N deve ser parcelada em aplicações quinzenais, iniciando com 5 g de N até 90 dias, 8 g até 180 dias, 12 g até a poda de formação e a partir daí, 15 g até antes da 1ª poda de produção. Na fase de produção, 40 % de N devem ser parcelados em aplicações no período da poda a pré-floração, 40 % no período de pós-floração (tamanho chumbinho até o início de maturação da baga) e 20 % no período de repouso.
 2. Fósforo - Uma aplicação no plantio. Na fase de produção aplicar 70 % da dose recomendada no período de repouso e 30 % no período de florescimento ou após a floração
 3. Potássio - Na fase de crescimento, a dose deve ser parcelada em aplicações quinzenais. Na fase de produção, 20 % da dose devem ser aplicados no período de repouso, 20 % devem ser parcelados no período de florescimento até o crescimento da baga (tamanho azeitona) e 60 % a partir do crescimento até a maturação da baga.
 4. Magnésio - Quando os teores de magnésio estiverem abaixo do nível crítico no solo ou em desequilíbrio com teores de cálcio e potássio, recomenda-se aplicar 10 g planta⁻¹ de magnésio na forma de sulfato de magnésio, óxido de magnésio, ou de calcário dolomítico, logo após a colheita, ou fazer aplicações foliares com sulfato de magnésio a 2,0 %, com intervalos de quinze dias, a partir da floração.
 5. As aplicações dos fertilizantes no solo devem ser feitas na linha de plantas.
 6. As doses de nutrientes recomendadas para uva de mesa sem sementes para o transplantio e desenvolvimento da planta são as mesmas recomendadas para as variedades de uvas com sementes, contudo, com intervalos menores, pois estas videiras possuem ciclo fenológico mais curto.
 7. Na adubação de produção, os fertilizantes fosfatados devem ser usados da mesma maneira com que foram recomendados para as videiras de uvas com sementes, enquanto as adubações nitrogenadas e potássicas devem ser diferentes.
 8. As variedades de uvas sem semente são menos exigentes em N e mais exigentes em K, que as variedades de uvas com sementes. As doses de nitrogênio estão relacionadas com o vigor da planta no ciclo anterior, que por sua vez, também, está relacionada com o vigor do porta-enxerto utilizado.
 9. As doses de potássio recomendadas para estas variedades devem ser aumentadas em 30 % em relação às uvas com sementes.
 10. As doses de fertilizantes recomendadas poderão ser alteradas conforme a análise foliar e a produtividade esperada.

Clementino Marcos Batista de Faria, Engenheiro Agrônomo, M Sc. em Fertilidade de Solo – Embrapa Semi-Árido (2008)

Davi José Silva, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido

José Ribamar Pereira, Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido

Terezinha Costa Silveira de Albuquerque, Engenheira Agrônoma, D. Sc. em Nutrição de Plantas – Embrapa Semi-Árido (2008)

Referências

- AGRICULTURA: crisântemo. Disponível em: <<http://www.ruralnet.com.br/ornamentais/crisântemo.asp>>. Acesso em: 27 nov. 2007.
- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. São Paulo: Nobel, 1979. 136p.
- ALVES, E.J.; DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W. dos S.; SILVA, S. de O.; OLIVEIRA, M. de A.L. da S.; CINTRA, F.L.D.; BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; OLIVEIRA, S.L.; FRANCELLO, M.; CORDEIRO, Z.J.M.; SOUZA, J. da S. **Banana para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 106p. (EMBRAPA-SPI. Série Publicações Científicas FRUPEX, 18).
- ARAÚJO, I.C. de. **Aspectos técnicos da implantação da cultura da pupunheira para produção de palmito**. Manaus: SEPROR, 1991. 37p.
- BARCELOS. **A cultura da alfafa**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1990. 12p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 56).
- BARROS, A.H.C.; TABOSA, J.N.; AMARAL J.A.B. do; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; SILVA, A. da; SANTOS, J.C.P. dos; LACERDA, F.F.; SIMÕES, R.S. Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Sertão do Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2005. 1 CD-ROM.
- BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; ABRAMOF, L.; CAVALCANTE, U.M.T. Sulfato e cloreto de potássio na produtividade e qualidade do abacaxi cv. *Smooth Cayenne*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.5, n. único, p.15-20, 1983.
- BOVI, M.L.A. **Palmito pupunha**: informações básicas para o cultivo. Campinas: IAC, 1995. 10p.
- BUSHBY, H.V.A. Rhizosphere populations of Rhizobium strains and nodulation of *Leucena leucocephala*. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.22, p.293-298, 1982.
- CAMPOS, J.S. de. **Abacaticultura paulista**. Campinas: CATI, 1984. 92p. (CATI. Boletim Técnico, 181).
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Recife, PE). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 1ª aproximação. Recife, 1982. 81p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. 2.ed. Salvador, 1989. 176p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Lavras, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 4ª aproximação. Lavras, 1989. 176p.

COSTA, N. de L. **Recomendações técnicas para o cultivo da leucena**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE de Porto Velho, 1987. 8p. (EMBRAPA-UEPAE de Porto Velho. Comunicado Técnico, 50).

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L. de; SANTOS, G. de A.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A. da; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 1988. 179p. (UFRRJ. Ciências Agrárias, 2).

EMBRATER - Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Brasília, DF). **Sistema de produção para a cultura da seringueira**: microrregiões; Alto Purus e Vale do Juruá. Rio Branco, 1980. 104p. (EMBRATER. Sistema de Produção. Boletim, 227).

FERNANDES, P.D.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Nutrição mineral de plantas ornamentais V. estudos de adubação nitrogenada de gladiolos *grandiflorus* L. cv. "Perusi". **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.31, p.621-634, 1974.

GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J.E.F.; ABRAMOF, L.; PEDROSA, A.C. **Cultivo da goiabeira (*Psidium guajava* L.) nas condições do Vale do Rio Moxotó**. Recife: IPA, 1982. 3p. (IPA. Instruções Técnicas, 5).

HAAG, H.P. **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucária* e *Gmelina* no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 202p.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; MATTOS, J.R. Nutrição mineral de plantas ornamentais. I. Absorção de nutrientes pela cultura de gladiolos. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.27, p.125-141, 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (São Paulo, SP). **Acerola**. São Paulo, 1995. 62p. (IBRAF. Soluções Fruta a Fruta, 2).

IPA - Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (Recife, PE). **Cultivares recomendadas pelo IPA**. Recife, 2002. 122p. (IPA. Documentos, 27).

LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; CALADO, G. **A pitangueira em Pernambuco**. Recife: IPA, 1992. 20p. (IPA. Documentos, 19).

LIMA, R.C. **Cultura da alfafa**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1985. 38p. (SAI, 821).

LUZ, P.B. da; ALMEIDA, E.F.A.; PAIVA, P.D. de O.; RIBEIRO, T.R. **Cultivo de flores tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, s.d. Disponível em: <http://www.artigocientifico.com.br/uploads/arte_1166065542_47.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2007.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; FIORAVANCO, J.C.; PAIVA, J.R. de P.; PAIVA, M.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Acerola**: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 394p.

MATTOS, H.B.; WERNER, J.K.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 476p.

NEURNBERG, N.J.; MILAN, P.A.; SILVEIRA, C.A.M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: EMPASC, 1990. 102p.

OLIVEIRA, A.M.G.; FARIAS, A.R.N.; SANTOS FILHO, H.P.; OLIVEIRA, J.R.P.; DANTAS, U.L.L.; SANTOS, L.B. dos; OLIVEIRA, M. de A.; SOUZA JUNIOR, M.T.; SILVA, M.J.; ALMEIDA, O.A. de; NICKEL, O.; MEDINA, V.M.; CORDEIRO, Z.U.M. **Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 52p. (EMBRAPA-SPI. Série Publicações Técnicas FRUPEX, 9).

PEREIRA, A.V.; PEREIRA, E.B.C. **Adubação de seringais de cultivo na Amazônia: 1ª aproximação**. Manaus: EMBRAPA-CNPDS, 1986. 31p. (EMBRAPA-CNPDS. Circular Técnica, 8).

PRATA, F. da C. **Principais culturas do Nordeste**. 2.ed. Fortaleza: UFCE, 1977. 220p.

PREZOTTI, L.C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 3ª aproximação**. Vitória: EMCAPA, 1992. 73p. (EMCAPA. Circular Técnica, 12).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

SANCHES, P.A.; TERGAS, L.E.; SERRÃO, E.A.S. **Produção de pastagem em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: Editena Editorial, 1982. 528p.

SANTOS, E.S. dos. **Inhame (*Dioscorea* spp.): aspectos básicos da cultura**. João Pessoa: EMEPA, 1996. 158p.

SILVA, J.B.C.da; GIORDANO, L. de B.; BOITEUX, L.S.; LOPES, C.A.; FRANÇA, F.H.; SANTOS, J.R.M. dos; FURUMOTO, O.; FONTES, R.R.; MAROUELLI, W.A.; NASCIMENTO, W.M.; SILVA, W.L.C.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização**. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1994. 36p. (EMBRAPA-CNPB. Instruções Técnicas, 12).

TABOSA, J.N.; REIS, O.V. dos; NASCIMENTO, M.M. do; SANTOS, F.G. dos; RODRIGUES, J.A. dos; CARVALHO, H.W.L. de; TAVARES, J.A. Potencial de produção de híbridos comerciais de sorgo granífero na Chapada do Araripe, PE. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Embrapa Milho e Sorgo, 2006a. 1 CD-ROM.

TABOSA, J.N.; SANTOS, D.C. dos; TAVARES FILHO, J.J.; NASCIMENTO, M.M.A. do; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; GOMES, R.V.; MELHO, P.C.S. de; SANTOS, M. do C.S. dos. Eficiência da adubação orgânica anual sobre a produção de matéria seca e o uso água em sorgo forrageiro no Agreste Semi-Árido de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.7, n. especial, p.7-20, jul./dez. 1990.

TABOSA, J.N.; TAVARES, J.A.; REIS, O.V. dos; SIMPLÍCIO, J.B.; CARVALHO, H.W.L. de; NASCIMENTO, M.M. do; MERGULHÃO, A.C. do E.S. Variedade de sorgo para o Sertão do Araripe – produção de grãos e palhada. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Embrapa Milho e Sorgo, 2006b. 1 CD-ROM.

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

ANEXOS

ANEXO 1. Estimativa de variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas, em função do pH do solo

Elementos	pH					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Nitrogênio	20	50	75	100	100	100
Fósforo	30	32	40	50	100	100
Potássio	30	35	70	90	100	100
Enxofre	40	80	100	100	100	100
Cálcio	20	40	50	67	83	100
Magnésio	20	40	50	70	80	100
Médias	26,7	46,2	64,2	79,5	93,8	100

Fonte: Embrapa, 1980.

ANEXO 2. Fatores de conversão

Para converter A em B, multiplicar por:	A	B	Para converter B em A, multiplicar por:
1,22	N	NH ₄	0,78
4,43	N	NO ₃	0,23
2,29	P	P ₂ O ₅	0,44
1,20	K	K ₂ O	0,83
1,40	Ca	CaO	0,71
2,50	Ca	CaCO ₃	0,40
1,66	Mg	MgO	0,60
3,47	Mg	MgCO ₃	0,29
2,99	S	SO ₄	0,32
5,72	B	H ₃ BO ₃	0,17
1,25	Cu	CuO	0,80
1,43	Fe	Fe ₂ O ₃	0,70
1,29	Mn	MnO	0,77
1,50	Mo	MoO ₃	0,67
1,24	Zn	ZnO	0,80

Fonte: adaptado de Verdade, 1956.

ANEXO 3. Unidades SI preferidas e aceitas para uso nas publicações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Quantidade/Taxa	Uso	Unidade/Símbolo	
		Preferida	Aceita
Produtividade	- Grãos, matéria seca	kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹ ; Mg ha ⁻¹ ; g m ⁻²
	- Parte da planta	kg por planta; kg por espiga	g por planta; g por espiga
Concentração	a) Massa molar conhecida		
	- Meio líquido	mol L ⁻¹ ; mol kg ⁻¹	mol m ⁻³ ; mol dm ⁻³ ; g L ⁻¹ ; g kg ⁻¹
	- Solo/planta (macroelementos)	mol kg ⁻¹ ; mol dm ⁻³ (ou mmol...)	mol m ⁻³ ; g kg ⁻¹ ; g dm ⁻³ ; cmol kg ⁻¹ ; cmol dm ⁻³
	- Solo/planta (microelementos)	mmol kg ⁻¹ ; mmol dm ⁻³ ; μmol dm ⁻³ ; μmol dm ⁻³	mol m ⁻³ ; mmol m ⁻³ ; g kg ⁻¹ ; g dm ⁻³
	b) Massa molar desconhecida		
	- Meio líquido	g L ⁻¹ ; g dm ⁻³	kg m ⁻³ ; g kg ⁻¹
	- Solo/planta (macroelementos)	g kg ⁻¹ ; mg kg ⁻¹ ; g dm ⁻³	kg m ⁻³
	- Solo/planta (microelementos)	mg kg ⁻¹ ; mg dm ⁻³ ; μg kg ⁻¹ ; μg dm ⁻³	g m ⁻³
	- Matéria orgânica, argila (textura)	g kg ⁻¹ ; g dm ⁻³	kg kg ⁻¹ ; Mg m ⁻³
	c) Nutrientes em fertilizantes e calcário	g kg ⁻¹	kg kg ⁻¹
	d) Planta		
	- Umidade ou matéria seca	g kg ⁻¹	kg kg ⁻¹
Taxa de aplicação	- Fertilizantes e calcário		
	campo	kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹ ; g m ⁻²
	vasos, canteiros	g kg ⁻¹ ; mg kg ⁻¹ ; g dm ⁻³ ; mg dm ⁻³ ; g m ⁻²	
Capacidade de troca	- Solo	mol (ion) kg ⁻¹ ; mol (ion) dm ⁻³ ; mol _c kg ⁻¹ ; mol _c dm ⁻³ ; (ou mmol...)	cmol (ion) kg ⁻¹ ; cmol _c dm ⁻³
	- Solo (volumétrica)	m ³ m ⁻³	dm ³ dm ⁻³
	- 1/3 e 15 Atm	kg kg ⁻¹ ; m ³ m ⁻³	
	- Armazenamento de água	m ³ m ⁻³	m
Porosidade	- Solo	m ³ m ⁻³	dm ³ dm ⁻³
Declividade	- Terreno	m m ⁻¹	
Densidade	- Solo; Partícula	kg dm ⁻³	Mg m ⁻³
Pluviosidade	- Quantidade de chuva	mm	
Intensidade de chuva	- Chuva	mm h ⁻¹	
Erosividade	- Chuva	MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ ; MJ ha ⁻¹	
Velocidade da enxurrada	- Chuva	m s ⁻¹ ; m ³ s ⁻¹	
Taxa de desagregação	- Solo	kg m ⁻² s ⁻¹	

Fonte: adaptado de Moniz & Cantarella, 1995.

ANEXO 4 Poder acidificante dos adubos

100 kg de	Quilos de CaCO_3 necessários para neutralização
Sulfato de amônio	110
Cloreto de amônio	140
Fosfato monoamônico	60
Fosfato de diamônio	88
Uréia	84
Nitrato de amônio	60
Sulfonitrato de amônio	84

Fonte: Anda, 1971.

ANEXO 5. Principais características dos fertilizantes minerais

Produto	Garantia Mínima	Características	Observação
Amônia anidra	82% de N	O nitrogênio deverá estar totalmente na forma amoniacal.	
Nitrato de sódio	15% de N	O nitrogênio deverá estar na forma nítrica.	O teor de perclorato não poderá ser maior de 1%, expresso em perclorato de sódio.
Uréia	44% de N	O nitrogênio deverá estar totalmente na forma amídica.	O teor de biureto não pode ser maior que 1,5% para aplicação direta no solo e 0,3% para aplicação foliar.
Uréia Formaldeído	35% de N	Nitrogênio na forma amídica.	Pelo menos 60% do N total deve ser insolúvel em água.
Nitrato de amônio	32% de N	O nitrogênio deverá estar 50% na forma amoniacal e 50 % na forma nítrica.	
Sulfato de amônio	20% de N	O nitrogênio deverá estar na forma amoniacal.	O teor de tiocianato não poderá exceder a 1%, expresso em tiocianato de amônio. 22 a 24% de enxofre (S).
Nitrato de cálcio	14% de N	Nitrogênio na forma nítrica, podendo ter até 1,5% na forma amoniacal.	18 a 19% de cálcio (Ca) e 0,5 a 1,5% de magnésio (Mg).
Fosfato diamônico (DAP)	16% de N 45% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 38% solúvel em água. Nitrogênio na forma amoniacal.	
Fosfato monoamônico (MAP)	9% de N 48% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 44% solúvel em água. Nitrogênio na forma amoniacal.	

continua...

ANEXO 5. Principais características dos fertilizantes minerais. Continuação

Produto	Garantia Mínima	Características	Observação
Fosfato natural	24% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 total e mínimo de 4% solúvel em ácido cítrico a 2%, na relação 1:100.	23 a 27% de cálcio (Ca).
Superfosfato simples	18% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 16% solúvel em água.	18 a 20% de cálcio (Ca) e 10 a 12% de enxofre (S).
Superfosfato triplo	41% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 37% solúvel em água.	12 a 14% de cálcio (Ca).
Fosfato natural parcialmente acidulado	25% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 total; mínimo de 18% solúvel em citrato neutro de amônio mais água.	Contém cálcio (Ca) e cloro (Cl).
Fosfato bicálcico	38% de P_2O_5	Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água.	12 a 14% de cálcio (Ca).
Cloreto de potássio	58% de K_2O	Potássio na forma de cloreto, determinado como K_2O solúvel em água.	45 a 48% de cloro (Cl).
Sulfato de potássio	48% de K_2O	Potássio na forma de sulfato, determinado como K_2O solúvel em água.	15 a 17% de enxofre (S) e 0 a 1,2% de magnésio (Mg).
Sulfato de cálcio	16% de Ca 13% de S	Cálcio e enxofre determinados na forma elementar.	Apresenta também, características de corretivo de alcalinidade e de neutralização do alumínio.
Sulfato de magnésio	9% de Mg	Magnésio solúvel em água ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$).	12 a 14% de enxofre (S).
Óxido de magnésio (magnésia)	55% de Mg	Magnésio total como óxido (MgO).	
Carbonato de magnésio (magnesita)	27% de Mg	Magnésio total como carbonato ($MgCO_3$).	
Enxofre	95% de S	Determinado como enxofre total.	
Bórax	11% de B	Boro na forma de borato de sódio ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) ou ($Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$).	
Ácido bórico	17% de B	Boro na forma de ácido (H_3BO_3).	
Pentaborato de sódio	18% de B	Boro na forma de borato de sódio ($Na_2B_{10}O_{16} \cdot 10H_2O$) ou ($Na_2B_{10}O_{16}$).	
Sulfato de cobre	13% de Cu	Cobre solúvel em água na forma sulfato.	16 a 18% enxofre (S).
Produto	Garantia Mínima	Características	Observação

continua...

ANEXO 5. Principais características dos fertilizantes minerais. Continuação

Produto	Garantia Mínima	Características	Observação
Fosfato cúprico amoniacal	32% de Cu	Cobre na forma de amônio fosfato de cobre ($\text{CuNH}_4\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).	34 a 36% de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e 5 a 7% de nitrogênio total.
Cloreto cúprico	16% de Cu	Cobre solúvel em água na forma de cloreto (CuCl_2).	50 a 52% de cloro (Cl).
Óxido cúprico	75% de Cu	Cobre total na forma de óxido (CuO).	
Óxido cuproso	89% de Cu	Cobre na forma de óxido (Cu_2O).	
Fosfato ferroso amoniacal	29% de Fe	Ferro solúvel em água na forma de $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.	36 a 38% de P_2O_5 total e 5 a 7% de nitrogênio total.
Polifosfato de ferro e amônio	22% de Fe	Ferro total na forma de $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{HP}_2\text{O}_7$.	55 a 59% de P_2O_5 total e 4 a 5% de nitrogênio total.
Sulfato férrico	23% de Fe	ferro total na forma de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.	18 a 20% de enxofre (S).
Sulfato ferroso	19% de Fe	Ferro total na forma de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.	10 a 11% de enxofre (S).
Sulfato manganoso	26% de Mn	Manganês solúvel em água na forma de $\text{MnSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.	14 a 15% de enxofre (S).
Óxido manganoso	41% de Mn	Manganês total na forma de óxido (MnO).	
Molibdato de amônio	54% de Mo	Molibdênio solúvel em água na forma de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.	5 a 6% de nitrogênio (N) total.
Molibdato de sódio	39% de Mo	Molibdênio solúvel em água na forma de $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.	
Óxido de zinco	50% de Zn	Zinco total na forma de óxido (ZnO).	
Sulfato de zinco	20% de Zn	Zinco solúvel em água na forma de sulfato ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).	16 a 18% enxofre (S).
Cloreto de cobalto	34% de Co	Cobalto solúvel em água na forma de $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.	
Óxido cobalto	75% de Co	Cobalto na forma de óxido (CoO).	
Silicatos de cobre	1% de Cu	Cobre total.	Deve conter no mínimo 2 micronutrientes. São conhecidos também como fritas.
Manganês	2% de Mn	Manganês total.	
Ferro	2% de Fe	Ferro total.	
Zinco	3% de Zn	Zinco total.	
Molibdênio	0,1% de Mo	Molibdênio total.	
Cobalto	0,1% de Co	Cobalto total.	
Boro	1% de B	Boro total.	
Quelatos de cobre	5% de Cu	Cu, Fe, Zn, Mn, ligados ao EDTA, HEDTA.	Cada quelato deverá conter apenas um micronutriente.
Ferro	5% de Fe		
Manganês	5% de Mn	Poliflavonóides, lignos sulfonados.	
Zinco	7% de Zn		

Fonte: adaptado de Alcarde et al., 1991.

ANEXO 6. Quantidade de fertilizantes em sulco em função do espaçamento

Fertilizante (kg ha ⁻¹)	Espaçamento entre sucros (em metro)										
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
----- g / 10m -----											
100	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
150	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225
200	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
250	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
300	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
350	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525
400	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600
450	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675
500	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
550	275	330	385	440	495	550	605	660	715	770	825
600	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900
650	325	390	455	520	585	650	715	780	845	910	975
700	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980	1.050
750	375	450	525	600	675	750	825	900	975	1.050	1.125
800	400	480	560	640	720	800	880	960	1.040	1.120	1.200
850	425	510	595	680	765	850	935	1.020	1.105	1.190	1.275
900	450	540	630	720	810	900	990	1.080	1.170	1.260	1.350
950	475	570	665	760	855	950	1.045	1.140	1.235	1.330	1.425
1.000	500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500
1.100	550	660	770	880	990	1.100	1.210	1.320	1.430	1.540	1.650
1.200	600	720	840	960	1.000	1.200	1.320	1.440	1.560	1.680	1.800
1.300	650	780	910	1.040	1.170	1.300	1.430	1.560	1.690	1.820	1.950
1.400	700	840	980	1.120	1.260	1.400	1.550	1.680	1.820	1.960	2.100
1.500	750	900	1.050	1.200	1.350	1.500	1.660	1.800	1.950	2.100	2.250

Fonte: Anda, 1971.

ANEXO 7. Índice salino de diversos adubos, determinado em relação ao nitrato de sódio, tomado como índice 100

100 kg de	Quilos de CaCO_3 que teoricamente seriam aplicados com 100 kg de
Nitrato de sódio	100
Nitrato de amônio	105
Sulfato de amônio	69
Fosfato monoamônico	30
Fosfato diamônico	34
Nitrocálcio	61
Uréia	75
Amônia anidra	47
Superfosfato simples	8
Superfosfato triplo	10
Cloreto de potássio	116
Sulfato de potássio	46
Sulfato de potássio e magnésio	43

Fonte: Alcarde et al., 1991.

Referências

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. Os adubos e a eficiência das adubações. São Paulo: ANDA, 1991. 35p. (ANDA. Boletim Técnico, 3).

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos (São Paulo, SP). Manual de adubação. São Paulo, 1971. 265 p.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Recife, PE). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 1ª aproximação. Recife, 1980. 81p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - (Brasília, DF). Projeto racionalização do uso de insumos: Subprojeto Pesquisa em racionalização de fertilizantes e corretivos na agricultura. Brasília, 1980. 78p.

MONIZ, A. C.; CANTARELLA, H. Unidades do Sistema Internacional em publicações da SBCS. Boletim Informativo da SBCS, Campinas, v.20, n.2, p. 82-84, maio/ago. 1995.

VERDADE, F. C. Representação e conversão dos constituintes do solo, dos adubos e das cinzas das plantas. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, 1956. (IAC. Boletim, 71).