

**Renato Lustosa Sobrinho
Bruno Rodrigues de Oliveira
Organizadores**



Fundamentos da Ciência de Solos Tropicais



Pantanal Editora

2026

Renato Lustosa Sobrinho
Bruno Rodrigues de Oliveira
Organizadores

Fundamentos da Ciência de Solos Tropicais



Pantanal Editora

2026

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

F981

Fundamentos da ciência de solos tropicais / Organização de Renato Lustosa Sobrinho, Bruno Rodrigues de Oliveira. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2026.
94p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-90-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756907>

1. Ciência do solo. 2. Solos tropicais. I. Sobrinho, Renato Lustosa (Organização). II. Oliveira, Bruno Rodrigues de (Organização). III. Título.

CDD 631.4

Índice para catálogo sistemático

I. Ciência do solo



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

Este e-book foi concebido para nivelamento de estudantes de Pós-Graduação em Agronomia que não possuem formação em Agronomia, incluindo biólogos, engenheiros ambientais, químicos, zootecnistas, entre outros; e para auxiliar a comunidade atendida pelo Projeto de Extensão “Território Vivo” do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGAC) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) da Unidade Universitária de Cassilândia.

Objetiva-se oferecer, por meio deste material, em linguagem acessível ao público amplo, os conceitos de Ciência do Solo que são indispensáveis para acompanhar as disciplinas do mestrado, compreender artigos científicos da área, dialogar com produtores e pesquisadores, entender relatórios e aplicar técnicas de manejo.

O texto parte dos fundamentos de Ciência do Solo e avança até temas aplicados, enfatizando aqueles primordiais para a agricultura tropical brasileira, como por exemplo: a Lei do Mínimo de Liebig, a calagem, a gessagem, a compactação do solo, o manejo diferenciado conforme o tipo e a textura do solo e a conservação do solo contra a erosão, com a comparação entre preparo convencional e plantio direto.

Ao final de cada capítulo há exercícios de fixação, cujo gabarito comentado se encontra no final deste e-book.

Dicas de utilização deste material

- Leia os capítulos na ordem: os conceitos dos capítulos 1 a 4 (fundamentos) são pré-requisitos para entender os capítulos 5 a 11 (aplicações). Os termos técnicos destacados em negrito estão reunidos no Glossário.
- Resolva os exercícios antes de consultar o gabarito.

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	8
O que é o solo: formação, perfil e composição	8
Conceito de solo	8
Como o solo se forma: os fatores de formação	8
O perfil do solo e seus horizontes	10
As quatro frações: composição volumétrica do solo	11
Exercícios de fixação	13
Capítulo 2	14
Textura e estrutura: a física do solo	14
Textura: areia, silte e argila	14
Estrutura do solo	17
Densidade e porosidade	17
Água no solo	17
Exercícios de fixação	19
Capítulo 3	20
Química do solo: pH, CTC e matéria orgânica	20
pH: a acidez do solo	20
CTC: a despesa de cátions do solo	21
Matéria orgânica do solo (MOS)	24
Os nutrientes das plantas	24
Exercícios de fixação	25
Capítulo 4	26
A Lei do Mínimo de Liebig	26
O enunciado e o barril de Liebig	26
A leitura moderna: dos nutrientes a todos os fatores	27
Por que essa lei organiza todo o manejo do solo	28
Exercícios de fixação	29
Capítulo 5	30
Calagem: por que e como corrigir a acidez	30
Por que fazemos calagem	30
A química, em termos simples	30
Quanto aplicar: o cálculo da necessidade de calagem (NC)	32
Qualidade do calcário: PRNT, PN e RE	32
Como aplicar	33

Exercícios de fixação	34
Capítulo 6	35
Gessagem: melhorando o ambiente radicular em profundidade	35
O que é o gesso agrícola e o que ele NÃO faz	35
O problema que a gessagem resolve	35
Quando a gessagem é indicada	36
Quanto aplicar	36
Calagem × gessagem: o quadro comparativo	37
Exercícios de fixação	39
Capítulo 7	40
Compactação do solo	40
O que é e por que acontece	40
Consequências	40
Como diagnosticar	41
Prevenção e correção	42
Exercícios de fixação	44
Capítulo 8	45
Principais solos do Brasil e suas aptidões	45
O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)	45
As ordens mais importantes	45
Exercícios de fixação	49
Capítulo 9	50
Manejo conforme o tipo de solo: arenoso × argiloso	50
A lógica geral	50
Solo arenoso: “prepara assim”	50
Solo argiloso: “prepara assado”	52
Quadro-síntese	53
Exercícios de fixação	55
Capítulo 10	56
Erosão, proteção do solo e sistemas de preparo	56
Erosão: a perda “invisível” de fertilidade	56
Como a erosão começa: a gota de chuva	56
Práticas conservacionistas: as três frentes	58
Preparo convencional × plantio direto	60
Exercícios de fixação	64
Capítulo 11	65
Guia prático: interpretando a análise de solo e decidindo a correção	65
Antes do laudo: a amostragem é 90% do resultado	65

Lendo o laudo: o que é cada número	67
O roteiro de interpretação em 7 passos	68
Exemplo completo resolvido, passo a passo	70
Erros comuns de principiante (e como evitá-los)	71
Exercícios de fixação	72
Capítulo 12	73
Modelagem matemática	73
Lei de Mitscherlich e a dose econômica ótima	73
Exemplo de aplicação prática	74
Interpretação	74
Balanço de massas e taxas de exportação no sistema solo-planta	75
Exemplo de aplicação prática	76
Exercícios de fixação	78
Gabarito comentado	79
Capítulo 1	79
Capítulo 2	79
Capítulo 3	79
Capítulo 4	80
Capítulo 5	80
Capítulo 6	80
Capítulo 7	81
Capítulo 8	81
Capítulo 9	81
Capítulo 10	82
Capítulo 11	82
Capítulo 12	83
Glossário	85
Referências e leituras recomendadas	88
Índice Remissivo	89
Sobre os autores	90

Capítulo 11

Guia prático: interpretando a análise de solo e decidindo a correção

 10.46420/9786585756907cap11

Bruno Ascoli 

Renato Lustosa Sobrinho 

Eduardo Paulino da Costa Silva 

Jorge González Aguilera 

Este capítulo é o fechamento prático da apostila: um roteiro para você pegar um **laudo de análise de solo** (o documento que o laboratório devolve) e transformá-lo em decisões de manejo, usando tudo o que foi visto nos capítulos anteriores. A análise de solo é o exame de sangue da lavoura: barata (custa uma fração mínima do valor dos corretivos), rápida e a única forma objetiva de descobrir qual é a “tábua curta” química do barril de Liebig.

ANTES DO LAUDO: A AMOSTRAGEM É 90% DO RESULTADO

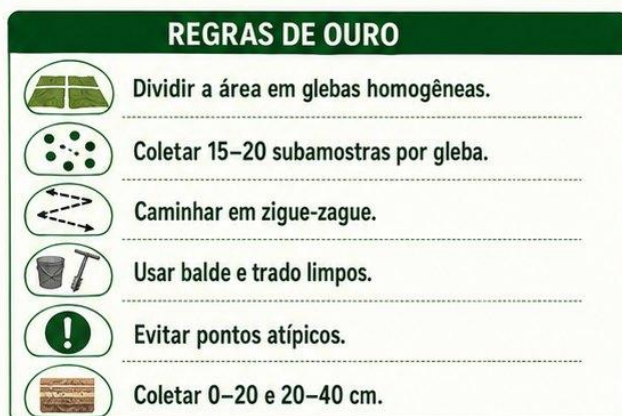
Nenhum laboratório conserta uma amostra mal coletada. O laudo representa milhões de quilos de solo (um hectare de 0–20 cm pesa ~2 milhões de kg) a partir de ~300 gramas analisados — o erro de amostragem é, de longe, a maior fonte de erro do processo. Regras de ouro:

- **Divida a área em glebas homogêneas** (mesmo solo, mesma cor, mesma posição no relevo, mesmo histórico de uso). Cada gleba = uma amostra composta. Nunca misture “mancha de areião” com baixada argilosa.
- **Colete 15 a 20 subamostras por gleba**, caminhando em zigue-zague, e misture-as bem em um balde limpo; dessa mistura, retire ~300–500 g para o laboratório (a **amostra composta**).
- **Profundidades:** 0–20 cm (fertilidade e calagem) e **20–40 cm** (decisão de gessagem — Capítulo 6).
- **Evite pontos atípicos:** formigueiros, cupinzeiros, linhas de adubação antigas, próximo a estradas, currais e depósitos de calcário.
- **Época:** idealmente após a colheita e **antes** do período de correção, todos os anos (ou a cada 2 anos em sistemas estáveis), sempre na mesma época para permitir comparação.
- **Balde e trado limpos** (sem resíduo de adubo ou calcário) — contaminações mínimas distorcem P e K.



Como fazer uma amostragem de solo

Do campo ao laboratório: a coleta correta é a base de uma boa recomendação



Amostre certo hoje para colher melhores resultados amanhã!

Figura 20. Como fazer uma amostragem de solo: do campo ao laboratório (infográfico didático da disciplina).

LENDO O LAUDO: O QUE É CADA NÚMERO

Os laudos variam de laboratório para laboratório, mas quase todos trazem os itens abaixo. A tabela resume o que cada um significa e faixas orientativas de interpretação para culturas anuais (valores gerais, no espírito das tabelas do Cerrado — consulte sempre a tabela oficial da sua região e o extrator usado pelo laboratório):

Parâmetro (unidade)	O que mede	Interpretação orientativa
pH em CaCl ₂	Acidez ativa (o pH em CaCl ₂ é ~0,5 a 0,7 unidade menor que em água)	Muito ácido: < 4,5 Ácido: 4,5–5,0 Adequado: 5,0–5,8 Alto: > 6,0
M.O. (g/dm ³)	Matéria orgânica	Baixa: < 15 Média: 15–30 Boa: > 30 (interpretar junto com a textura: em arenoso, 20 já é bom)
P (mg/dm ³)	Fósforo “disponível” (extrator Mehlich-1 ou resina)	Depende fortemente da argila (Mehlich-1): em solo argiloso, < 5 é baixo e > 12 é adequado; em arenoso, < 10 é baixo e > 18 é adequado
K (cmolc/dm ³)	Potássio trocável (0,1 cmolc ≈ 39 mg/dm ³)	Baixo: < 0,15 Médio: 0,15–0,30 Adequado: > 0,30
Ca (cmolc/dm ³)	Cálcio trocável	Baixo: < 1,5 Adequado: 1,5–7,0
Mg (cmolc/dm ³)	Magnésio trocável	Baixo: < 0,5 Adequado: 0,5–2,0
Al (cmolc/dm ³)	Alumínio trocável (tóxico)	Ideal: 0 Problema: > 0,5 (avaliar junto com m%)
H+Al (cmolc/dm ³)	Acidez potencial	Quanto maior, mais calcário será preciso para mover o V%
SB (cmolc/dm ³)	Soma de bases = Ca + Mg + K	Calculada; alimenta V%
T (cmolc/dm ³)	CTC a pH 7 = SB + (H+Al)	Baixa: < 5 (típica de arenosos) Média: 5–10 Alta: > 10
V (%)	Saturação por bases = $SB/T \times 100$	O número-resumo da fertilidade: < 50% distrófico; alvo típico de 50–60% para grãos

Parâmetro (unidade)	O que mede	Interpretação orientativa
m (%)	Saturação por alumínio	Sem problema: < 20% Limitante: > 20% Grave: > 50%
S (mg/dm ³)	Enxofre (fase 0–20 cm subestima; ver 20–40)	Baixo: < 10 (na camada 20–40 cm)
B, Zn, Cu, Mn, Fe (mg/dm ³)	Micronutrientes	Referências próprias por extrator; atenção a B e Zn no Cerrado (frequentemente baixos)

Atenção às unidades — armadilha clássica

Laboratórios podem expressar K e P em **mg/dm³** e os demais cátions em **cmolc/dm³**. Para somar o K na SB, converta: **K (cmolc/dm³) = K (mg/dm³) ÷ 390**. Ex.: K = 78 mg/dm³ → 0,20 cmolc/dm³. Verifique também se a M.O. está em g/dm³ ou em % (1% = 10 g/dm³) e qual foi o extrator de P (Mehlich-1 ou resina) — as tabelas de interpretação são diferentes para cada um.

O ROTEIRO DE INTERPRETAÇÃO EM 7 PASSOS

Diante de qualquer laudo, siga sempre a mesma sequência, ela reproduz a ordem de prioridade das correções:

- **Passo 1: Confira a acidez e o alumínio (0–20 cm):** olhe pH, Al e m%. pH baixo + Al presente + m% > 20% = primeira tábua curta identificada.
- **Passo 2: Calcule/verifique SB, T e V%:** se o laudo não trouxer, calcule você mesmo (Capítulo 3). Compare o V% atual com o V% exigido pela cultura (soja/milho: 50–60%).
- **Passo 3: Decida a calagem:** se V% atual < V% desejado, calcule NC pela fórmula do Capítulo 5, ajuste pelo PRNT e defina época e modo de aplicação.
- **Passo 4: Olhe a camada 20–40 cm:** Ca < 0,5 cmolc/dm³ ou m% > 20%? Se sim, calcule a gessagem (NG = 50 × argila%, Capítulo 6).
- **Passo 5: Avalie P e K:** compare com as faixas para a textura do solo. Se baixos, planeje adubação corretiva (construção) além da adubação de manutenção da cultura.
- **Passo 6: Cheque M.O., S e micronutrientes:** M.O. baixa é um alerta de sistema (mais palhada, rotação, ILP); S e B/Zn baixos entram no plano de adubação.
- **Passo 7: Lembre-se do que o laudo NÃO mostra:** compactação, erosão, água. Análise química boa não descarta trincheira (Capítulo 7). O diagnóstico completo é químico e físico.

Da química à decisão: um roteiro para transformar números em produtividade



Figura 21. O roteiro de interpretação da análise de solo em 7 passos, em versão visual (infográfico didático da disciplina).

EXEMPLO COMPLETO RESOLVIDO, PASSO A PASSO

Laudo (fictício) de uma gleba de 50 ha em Latossolo de Cerrado, textura argilosa (**argila = 38%**), para plantio de **soja** ($V_2 = 60\%$). Calcário disponível: dolomítico, **PRNT 85%**.

Parâmetro	Camada 0–20 cm	Camada 20–40 cm
pH (CaCl ₂)	4,6	4,4
M.O. (g/dm ³)	18	—
P Mehlich (mg/dm ³)	4	—
K (cmolc/dm ³)	0,12	—
Ca (cmolc/dm ³)	1,0	0,3
Mg (cmolc/dm ³)	0,4	0,1
Al (cmolc/dm ³)	0,6	0,8
H+Al (cmolc/dm ³)	5,2	—

- **Passo 1: Acidez e Al (0–20 cm):** pH 4,6 em CaCl₂ = solo muito ácido; Al = 0,6 cmolc/dm³ presente. CTC efetiva = SB + Al. Vamos calcular a SB primeiro.
- **Passo 2: SB, T e V%:** SB = 1,0 + 0,4 + 0,12 = **1,52 cmolc/dm³**. T = 1,52 + 5,2 = **6,72 cmolc/dm³**. V% = $1,52 \div 6,72 \times 100 = 22,6\%$ — bem abaixo dos 60% que a soja pede: solo distrófico, calagem obrigatória. Confirmando o Al: CTC efetiva = 1,52 + 0,6 = 2,12; m% = $0,6 \div 2,12 \times 100 = 28\%$ — acima de 20%, alumínio limitante.
- **Passo 3: Cálculo da calagem:** NC = $(60 - 22,6) \times 6,72 \div 100 = 2,5 \text{ t/ha}$ (PRNT 100%). Ajustando: $2,5 \div 0,85 = 2,96 \approx 3,0 \text{ t/ha de calcário dolomítico}$ (dolomítico porque o Mg = 0,4 está baixo), aplicado 2–3 meses antes da semeadura. Para os 50 ha: 150 t.
- **Passo 4: Subsuperfície (20–40 cm):** Ca = 0,3 < 0,5 cmolc/dm³ e m% alto (0,8 de Al com pouquíssimas bases). Os dois critérios indicam **gessagem**: NG = $50 \times 38 = 1.900 \text{ kg/ha} \approx 1,9 \text{ t/ha de gesso}$, junto com a calagem.
- **Passo 5: P e K:** P = 4 mg/dm³ em solo argiloso = **baixo** → adubação fosfatada corretiva na implantação + manutenção no sulco. K = 0,12 cmolc/dm³ = **baixo** → adubação potássica corretiva, parcelada se houver risco de lixiviação.
- **Passo 6: M.O.:** 18 g/dm³ em solo argiloso = baixa para o potencial do solo → reforçar palhada, considerar braquiária na entressafra.
- **Passo 7: O que o laudo não mostrou:** antes de investir, abrir trincheiras para checar compactação — a área vinha de pastagem degradada com pisoteio.

Resumo da prescrição do exemplo

- 1) Calcário dolomítico PRNT 85: **3,0 t/ha**, incorporado (área em implantação), 2–3 meses antes do plantio.
- 2) Gesso agrícola: **1,9 t/ha**, a lanço, junto à calagem.
- 3) Adubação corretiva de P e K conforme tabela regional + manutenção no sulco.
- 4) Braquiária/milheto para palhada e M.O.
- 5) Trincheiras para diagnóstico físico.
- 6) Reamostrar em 12–18 meses para conferir a evolução (V%, Mg, K).

ERROS COMUNS DE PRINCIPIANTE (E COMO EVITÁ-LOS)

- **Interpretar P sem olhar a argila e o extrator:** o mesmo “P = 8” é adequado num arenoso e baixo num argiloso; Mehlich e resina têm tabelas diferentes.
- **Somar K em mg/dm³ direto na SB:** sempre converta para cmolc/dm³ ($\div 390$).
- **Calcular calagem sem ajustar pelo PRNT:** subdosagem garantida (10 a 30% a menos).
- **Ignorar a camada 20–40 cm:** perde-se o diagnóstico da gessagem e a explicação de raízes rasas.
- **Corrigir o que não está limitando:** V% já em 60% não pede calagem “de segurança”; excesso causa supercalagem (Capítulo 5) e desperdiça dinheiro (Lei do Mínimo!).
- **Confiar num laudo de amostragem ruim:** resultado estranho ou muito diferente do histórico? Desconfie da coleta antes de mudar o manejo.
- **Esquecer que o laudo é químico:** produtividade baixa com laudo bom = procure a resposta na física (compactação), na água ou na sanidade, não em mais adubo.

Síntese final da apostila

Manejar solo é aplicar a Lei do Mínimo em ciclos: **amostrar e analisar** (0–20 e 20–40 cm; trincheira), **identificar a tábuas mais curta** (acidez? Ca no subsolo? P? compactação? erosão? água?), **corrigir com a prática certa** (calagem, gessagem, adubação, descompactação, cobertura, terraceamento) **na dose certa**, e **monitorar** para achar a próxima tábua. Química, física e conservação caminham juntas: não há fertilidade que compense um solo sem estrutura, nem estrutura que compense um solo intoxicado por alumínio — e nada disso sobrevive se a camada fértil for embora com a enxurrada.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. Por que se diz que “a amostragem é 90% do resultado” da análise de solo? Cite três regras para uma boa coleta.
2. Um laudo traz $K = 117 \text{ mg/dm}^3$. Converta para cmolc/dm^3 e classifique (baixo, médio ou adequado).
3. Interprete o laudo a seguir (0–20 cm, solo com 50% de argila, cultura: milho, $V_2 = 60\%$): pH $\text{CaCl}_2 = 5,6$; M.O. = 32 g/dm^3 ; $P = 15 \text{ mg/dm}^3$; $K = 0,35$; $\text{Ca} = 3,2$; $\text{Mg} = 1,1$; $\text{Al} = 0,0$; $\text{H} + \text{Al} = 3,0$ (cmolc/dm^3). Calcule SB, T, V% e diga se é necessária calagem.
4. Para o laudo do exercício 3, a camada 20–40 cm mostrou $\text{Ca} = 1,2 \text{ cmolc/dm}^3$ e $m = 5\%$. A gessagem é indicada? Justifique.
5. Calcule a dose de calcário (PRNT 90%) para elevar o V% de 35 para 55 em um solo com $T = 11 \text{ cmolc/dm}^3$.
6. Um produtor recebeu laudo com todos os índices químicos adequados, mas a produtividade segue caindo. Usando o “Passo 7” do roteiro, explique onde ele deve procurar o problema e com quais ferramentas.

Índice Remissivo

A

amostragem, 10, 65, 66, 71, 72

C

camada compactada, 27, 28, 40, 41, 80, 81

Cerrado, 8, 13, 22, 32, 35, 36, 45, 48, 49, 67, 68,
70, 80, 81, 88

correção mecânica, 42, 44, 81

E

equação, 73, 74, 75, 76, 83, 84

F

fórmula, 32, 68, 74, 83

L

laboratório, 14, 65, 66, 67, 82, 85, 86

laudo, 19, 21, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 82

M

modelo, 77, 78

P

palhada, 10, 24, 42, 43, 50, 57, 58, 59, 60, 68,
70, 71, 81, 82, 86

R

recarga do perfil, 40

roteiro, 65, 68, 69, 72

S

sedimento, 8, 56, 64

Sistema radicular, 40

solo ácido, 30

solo úmido, 17, 33, 40, 42, 44, 55

T

tóxico, 20, 21, 24, 28, 30, 35, 36, 48, 67, 79, 80,
86

V

veranico, 19, 35, 51, 53, 62, 79

Sobre os organizadores e autores



  **Renato Lustosa Sobrinho**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), é pesquisador associado à University of Antwerp (Bélgica) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Sustentabilidade na Agricultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atua nas áreas de fisiologia vegetal, microbiologia agrícola, bioinsumos, mudanças climáticas, agricultura sustentável e inteligência artificial aplicada à agricultura. Desenvolve pesquisas sobre interação planta-microrganismo,

estresses ambientais, eficiência do uso de nutrientes, resiliência vegetal e aplicação de inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise multivariada a dados agronômicos. Desde 2019, integra o grupo IMPRES (Integrated Molecular Plant Physiology Research) da University of Antwerp e mantém colaborações científicas nacionais e internacionais. É líder do Grupo de Pesquisa "Inteligência Artificial no Cerrado", certificado no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, coordenando pesquisas voltadas à integração entre inteligência artificial, ciência de dados, agricultura digital, bioinsumos e sustentabilidade. Sua atuação busca desenvolver soluções tecnológicas e ferramentas de apoio à tomada de decisão, contribuindo para a formação de recursos humanos, inovação, transferência de conhecimento e aumento da resiliência dos sistemas agrícolas frente às mudanças climáticas.



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorado pela UFMS/Chapadão do Sul na área de Inteligência Artificial aplicada na Engenharia Florestar/Agrônoma. É editor da Pantanal Editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences e Analista no Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de

Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, Lógica Fuzzy, com ênfase em aplicações nas áreas de Engenharia Biomédica, Ciências Agrárias e Ambientais e Organizações Públicas. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



 **Bruno Ascoli**

Eng. Agrônomo com conhecimento holístico, experiências nos setores de pesquisa, comercial e ambiental. Dedico minha trajetória à interseção entre a pesquisa científica e o empreendedorismo no agronegócio de base tecnológica. Minha atuação concentra-se em um segmento ainda imaturo e de altíssimo potencial no Brasil: o cultivo legal de *Cannabis sativa* L. para fins medicinais e industriais. Como pesquisador, participo do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PGAC) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS),

unidade de Cassilândia, com linha de pesquisa voltada ao incremento de metabólitos secundários e à densidade de tricomas em espécies da família Cannabaceae. Meu interesse acadêmico percorre a fisiologia vegetal, a fitoquímica, o metabolismo secundário e o emprego de elicitores e precursores como ferramentas para potencializar a produção de compostos de interesse. Sócio-fundador da Connabis

AgTech, especializada em implementação de projetos, laudos e consultoria técnica para o cultivo legal de Cannabis medicinal e industrial. Estruturo soluções que integram o rigor agrônomo à conformidade regulatória, apoiando projetos em sua concepção e durante a operação, oferecendo suporte técnico-científico de excelência a um setor que demanda, simultaneamente, precisão agrônoma e domínio normativo.



Carlos Eduardo da Silva Oliveira

Professor Doutor junto ao curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia. Professor orientador do Programa de Pós-Graduação - stricto sensu - em Agronomia, área de concentração: Sustentabilidade na Agricultura, em Cassilândia, MS. Coordenador do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Bolsão Sul-Mato-Grossense (CEDESU) da Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS). Editor Sênior do periódico Journal of Cotton Research (BMC-

Springer nature). Engenheiro Agrônomo - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS/UUC- 2018. Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS/UUC-2020, Área de concentração Sustentabilidade na Agricultura. Doutor em Agronomia - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP/FEIS-2023, Pós-Doutorado em Agronomia - UNESP/FEIS-2025 - Área de concentração Sistemas de Produção. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, Nutrição de plantas, Horticultura, Fisiologia vegetal, Fisiologia do estresse, Culturas de Oleaginosas e Leguminosa, Culturas de Cereais, Algodão e Melhoramento Vegetal. Atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição de plantas; cultivos hidropônicos; estratégias de amenizar estresses abióticos em plantas; bactérias promotoras de crescimento e nutrientes para amenizar efeito de estresses abióticos e/ou melhorar a eficiência no uso de fertilizantes; variabilidade genética de plantas; condicionamento osmótico de sementes; germinação de sementes. Experiência no cultivo de Algodão, soja, feijão, milho, arroz, trigo, sorgo, amendoim, mamona, citros, tomate, pimentão, pepino, melão, melancia, abóboras, alface, rúcula, couve, cebolinha e mandioca em condições normais e de estresse salino e/ou hídrico; como em sistema de cultivo irrigado e sequeiro.



Edilson Costa

Possui Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (1998), Mestrado em Engenharia Agrícola na área de Construções Rurais e Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas (2001) e Doutorado em Engenharia Agrícola na área de Construções Rurais e Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas (2004). É professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) desde fevereiro de 2005. Atualmente é Professor Titular (Nível VI) da UEMS, na Unidade Universitária de Cassilândia (Curso de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia).

Tem experiência na área de cultivo protegido, com ênfase em Ambiente Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: casas de vegetação, controle climático, hidroponia, substratos e produção de mudas de hortaliças, florestais e frutíferas. Líder do Grupo de Pesquisa do CNPq intitulado de Ambientes Protegidos para a Produção Vegetal, criado no ano de 2010. É bolsista produtividade em Pesquisa do CNPq desde 2013. Foi Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Sustentabilidade na Agricultura (PGAC) em 2013 e 2014 e atual Coordenador do PGAC de 2023 a até presente data. É consultor ad-hoc da FINEP, CAPES, CNPq, FUNDECT. É revisor de vários periódicos nacionais e internacionais.



  **Edson de Lima Bobadilha**

Possui graduação em Produção Multimídia pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (2010), especialização em Gestão Pública pela Ideal Grupo (2025), especialização em Gestão Ambiental pelo Instituto Facuminas EAD Ltda. (2025) e especialização em Direito Público pela Faculdade Legale (2025). Atualmente é Secretário de Desenvolvimento Econômico da Prefeitura Municipal de Cassilândia. É mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na área de concentração em Sustentabilidade no Agronegócio, desenvolvendo pesquisa relacionada à modelagem espaço-temporal, aprendizado de máquina, geotecnologias e suporte à formulação de políticas públicas para recuperação de pastagens tropicais. Tem experiência na área de Planejamento Urbano e Regional, com ênfase em Serviços Urbanos e Regionais, gestão pública, desenvolvimento econômico e gestão ambiental.



  **Eduardo Paulino da Costa Silva**

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade de Cassilândia/MS, com vivência prática adquirida durante estágio na empresa Desafios Agro na área de fitopatologia, onde atuei no diagnóstico e manejo de doenças em grandes culturas, como soja, milho e algodão. Experiência em conduzir ensaios à campo. Atualmente é mestrando na área de Sustentabilidade na Agricultura pelo programa de pós-graduação (PGAC-UEMS), direcionando suas pesquisas na aplicação de bioinsumos no controle de míldio e oídio em espécies da família Cannabaceae.



  **Elen Cristina Fernandes Rosa**

Administradora, mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na área de concentração Sustentabilidade na Agricultura (PGAC), pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia. Atua como Diretora de Gestão e Orçamento na Prefeitura Municipal de Cassilândia-MS, com experiência em gestão pública, planejamento governamental e orçamento público, especialmente na elaboração, acompanhamento e execução dos instrumentos de planejamento e orçamento. Possui formação técnica em Segurança do Trabalho e interesse nas áreas de sustentabilidade, gestão pública, planejamento estratégico e desenvolvimento sustentável.



  **Gustavo Haralampidou da Costa Vieira**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1995), mestrado em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1999) e doutorado em Entomologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq/USP (2005). Atualmente é Professor Titular da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e orientador do Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Agronomia, área de concentração: Sustentabilidade na Agricultura, em Cassilândia, MS. Possui experiência em Ecologia de Apidae, análise físico-química de mel, manejo de abelhas Apidae e Meliponinae. Na área de licenciatura ministrou curso sobre formação de professores (parceria

UEMS/Prefeitura Municipal de Cassilândia), desenvolveu por quatro anos um projeto nas escolas públicas relacionado a metodologia das aulas práticas de ciências, atuou na formação docente dos alunos do curso de ciências habilitação matemática, sendo responsável pela disciplina de prática de ensino. Desde 2008 ocupa o cargo de diretor do campus de Cassilândia.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil.

Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 182 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 69 organizações de e-books, 53 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho**

Possui atuação internacional consolidada, com experiência acadêmica, participação em redes de pesquisa e colaborações científicas com instituições de diferentes países. Em 2017, realizou estágio de curta duração como Professor Visitante no Plant Nutrition Group da ETH Zürich, na Suíça, fortalecendo sua inserção internacional na área de nutrição de plantas. Integra o projeto internacional SMARTHARVEST, uma rede de pesquisa financiada pelo governo da Dinamarca e formada por parceiros da Índia, Dinamarca, Estados Unidos, Japão e Brasil.

Também participa, como representante da UNESP, da Global Bioeconomy Alliance – Sustainable Food Production, contribuindo para discussões e ações relacionadas à produção sustentável de alimentos e bioeconomia. Mantém colaborações científicas que resultaram em publicações conjuntas com pesquisadores da University of Minnesota e The University of Texas Rio Grande Valley, nos Estados Unidos; University of Copenhagen, na Dinamarca; University of Agriculture Peshawar, no Paquistão; Urmia University, no Irã; Università degli Studi di Sassari, na Itália; University of Antwerp, na Bélgica; e California State University, nos Estados Unidos.



  **Tiago Zoz**

Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia - Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP) / Texas Tech University (TTU), 2015. Atua na área de tecnologia e inovação na agricultura e tem experiência na área de melhoramento vegetal relacionado à estresses abióticos e nutrição mineral de plantas, atuando principalmente nas culturas de soja, milho e amendoim.



  **Vitor Augusto Neves**

Engenheiro Agrônomo, especialista em Pecuária Leiteira e em Georreferenciamento de Imóveis Rurais, mestrando em Agronomia, na área de concentração Sustentabilidade na Agricultura (PGAC), pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), com início em 2026. Possui experiência em Assistência Técnica e Gerencial (ATeG), desenvolvimento rural, pecuária leiteira, planejamento produtivo, manejo de pastagens, fertilidade do solo, geoprocessamento e tecnologias aplicadas ao agronegócio. Atua no desenvolvimento de soluções técnicas e gerenciais voltadas à eficiência produtiva, gestão e sustentabilidade das atividades agropecuárias.

Este e-book foi concebido para nivelamento de estudantes de Pós-Graduação e para auxiliar a comunidade atendida pelo Projeto de Extensão “Território Vivo” do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGAC) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) da Unidade Universitária de Cassilândia.



9786585756907

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br