

NOÇÕES DE SOLO COMO ALICERCE DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA



GEPES
GRUPO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO
EM SOLOS - UFRSA



NOÇÕES DE SOLO COMO ALICERCE DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Eulene Francisco da Silva
Antônio Mateus Pinheiro
Carolina Malala Martins Souza
Eula Paula da Silva Santos
Francimar Maik da Silva Moraes
Jéssica Alves da Silva
Josinaide Cláudia Araújo de Santana
Luma Lorena Loureiro da Silva Rodrigues
Milene de Lima Farias
Renner Bento de Lima
Samuel Constantino de Oliveira Júnior
Willianny Karem Sousa

NOÇÕES DE SOLO COMO ALICERCE DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA



2018

©2018. Direitos Morais reservados aos autores: Antônio Mateus Pinheiro, Carolina Malala Martins Souza, Eula Paula da Silva Santos, Eulene Francisco da Silva, Francimar Maik da Silva Moraes, Jéssica Alves da Silva, Josinaide Cláudia Araújo de Santana, Luma Lorena Loureiro da Silva Rodrigues, Milene de Lima Farias, Renner Bento de Lima, Samuel Constantino de Oliveira Júnior, Willianny Karem Sousa. Direitos Patrimoniais cedidos à Editora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (EdUFERSA). Não é permitida a reprodução desta obra podendo incorrer em crime contra a propriedade intelectual previsto no Art. 184 do Código Penal Brasileiro. Fica facultada a utilização da obra para fins educacionais, podendo a mesma ser lida, citada e referenciada. Editora signatária da Lei n. 10.994, de 14 de dezembro de 2004 que disciplina o Depósito Legal.

Reitor

José de Arimatea de Matos

Vice-Reitor

José Domingues Fontenele Neto

Coordenador Editorial

Pacelli Costa

Conselho Editorial

Pacelli Costa, Walter Martins Rodrigues, Francisco Franciné Maia Júnior, Rafael Castelo Guedes Martins, Keina Cristina S. Sousa, Antonio Ronaldo Gomes Garcia, Auristela Crisanto da Cunha, Janilson Pinheiro de Assis, Luís Cesar de Aquino Lemos Filho, Rodrigo Silva da Costa e Valquíria Melo Souza Correia.

Equipe Técnica

Francisca Nataligeuza Maia de Fontes (Secretária), José Arimateia da Silva (Designer Gráfico).

Editores

Eulene Francisco da Silva, Carolina Malala Martins Souza, Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel, Marcelo Tavares Gurgel, Fábio Henrique Tavares de Oliveira, Diana Ferreira de Freitas.

Capa

Ricardo Andrade Ranal (MUNDO Studio).

Projeto Gráfico e Diagramação/Layout

Jéssica Alves da Silva, Vitor Peixoto Lucas Rio, Ricardo Andrade Ranal (MUNDO Studio).

Dados Internacionais Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)
Editora Universitária (EdUFERSA)

S861n Silva, Eulene Francisco da.

Noções de solo como alicerce da produção agrícola / Eulene Francisco da Silva et al. — Mossoró: EdUFERSA, 2018.
62p.: il. color

ISBN:

1. Ciência do solo. 2. Produção agrícola. 3. Fertilidade do solo. 4. Classificação do solo. 5. Agricultura. I. Pinheiro, Antônio Mateus. II. Souza, Carolina Malala Martins. III. Santos, Eula Paula da Silva. IV. Silva, Eulene Francisco da. V. Moraes, Francimar Maik da Silva. VI. Silva, Jéssica Alves da. VII. Santana, Josinaide Cláudia Araújo de. VIII. Rodrigues, Luma Lorena Loureiro da Silva. IV. Farias, Milene de Lima. X. Lima, Renner Bento de. XI. Oliveira Júnior, Samuel Constantino de. XII. Sousa, Willianny Karem. XIII. Título.

EdUFERSA

CDD – 631.4

Bibliotecário-Documentalista
Pacelli Costa (CRB15-658)
Editora filiada:



Editora Universitária da UFERSA (EdUFERSA)
Av. Francisco Mota, 572 (Campus Leste, Centro de Convivência)
Costa e Silva | Mossoró-RN | 59.625-900 | +55 (84) 3317-8267
<https://edufersa.ufersa.edu.br> | edufersa@ufersa.edu.br

AUTORES EM ORDEM ALFABÉTICA

Antônio Mateus Pinheiro

Graduando em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Carolina Malala Martins Souza

Docente/UFERSA/CCA/DCAF

Eula Paula da Silva Santos

Graduanda em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Eulene Francisco da Silva

Docente/UFERSA/CCA/DCAF

Francimar Maik da Silva Moraes

Graduando em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Jéssica Alves da Silva

Bacharel em Ciência e Tecnologia/UFERSA/Mossoró-RN

Josinaide Cláudia Araújo de Santana

Graduanda em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Luma Lorena Loureiro da Silva Rodrigues

Graduanda em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Milene de Lima Farias

Graduanda em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Renner Bento de Lima

Graduando em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Samuel Constantino de Oliveira Júnior

Graduando em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

Willianny Karem Sousa

Graduanda em Agronomia/UFERSA/Mossoró-RN

COORDENADORAS

Eulene Francisco da Silva

Engenheira Agrônoma, Pós Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – UFV
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: eulenesilva@ufersa.edu.br

Carolina Malala Martins Souza

Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – UFV
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: carolmalala@ufersa.edu.br

EDITORES TÉCNICOS

Eulene Francisco da Silva

Engenheira Agrônoma, Pós Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – UFV
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: eulenesilva@ufersa.edu.br

Carolina Malala Martins Souza

Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – UFV
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: carolmalala@ufersa.edu.br

Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências (Agronomia – Ciência do Solo) – UFRRJ
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: gabriela_cemirames@hotmail.com

Marcelo Tavares Gurgel

Engenheiro Agrônomo, Pós Doutor em Recursos Naturais – UFCG
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: marcelo.tavares@ufersa.edu.br

Fábio Henrique Tavares de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas – UFV
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Agrárias
E-mail: fabio@ufersa.edu.br

Diana Ferreira de Freitas

Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – UFV
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST)
E-mail: diana.freitas@ufrpe.br

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	3
PREFÁCIO	5
APRESENTAÇÃO	6
1. TIPO DE AGRICULTURA	7
2. FATORES QUE INTERFEREM NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA	7
3. SOLO COMO ALICERCE DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA	8
3.1. NOÇÕES DE FORMAÇÃO DO SOLO	9
3.2. NOÇÕES DE CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	9
3.3. NOÇÕES DE FÍSICA DO SOLO	13
3.4. NOÇÕES DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO	17
3.5. NOÇÕES DE QUÍMICA DO SOLO	20
3.6. NOÇÕES DE SOLOS AFETADOS POR SAIS	21
3.7. NOÇÕES DE FERTILIDADE DE SOLO	22
4. NOÇÕES DE AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO	25
5. DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES (DIAGNOSE VISUAL DAS PLANTAS)	30
6. INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO	32
7. PRINCIPAIS ADUBOS MINERAIS E ORGÂNICOS	36
8. RECOMENDAÇÃO PARA AS CULTURAS	40
8.1. EXEMPLO DE RECOMENDAÇÃO PARA ALGUMAS CULTURAS	41
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS	50
ANEXO 1 - EXEMPLOS DE CÁLCULOS PARA ADUBAÇÃO	50
ANEXO 2 - EXEMPLOS DE QUANTIDADE DE NUTRIENTE NO SOLO A PARTIR DA ANÁLISE DE ROTINA	52
ANEXO 3 - REGULAGEM DE ADUBAÇÃO	54
ANEXO 4 - REGULAGEM DE SEMEADORA	56

DEDICATÓRIA

Antes de iniciar a dedicatória, começo citando um texto bíblico no livro de Lucas 17.11-19, que relata a cura de dez leprosos por Jesus, e no qual algumas palavras me tocaram profundamente:

“Um dos dez, vendo que fora curado, voltou, dando glória a Deus em alta voz, e prostrou-se com o rosto em terra aos pés de Jesus, agradecendo-Lhe”. Lucas 17:15-16.

A gratidão é algo transformador. É o reconhecimento de que sou dependente de um Deus poderoso, e de que tudo o que tenho, tudo o que sou e o que eu vier a ter vem de Ti, Senhor. Deus, meu pai, amigo, conselheiro, restaurador e amado da minha alma, agradeço-Lhe. Sei que não mereço tudo o que fazes por mim. Reconheço minha pequenez e que sou pó e cinza diante da Sua Presença. Mas Te dedico essa singela obra das minhas mãos, junto com os colaboradores. Esta é a primeira obra, fruto desse lugar, que foi um presente do Senhor para minha vida. Que este material seja útil para muitas pessoas que o lerem.

Certa vez me perguntaram:

- Eulene, quem é você?
- **Eu sou um projeto de Deus que nasci para dar certo.**

Ao Deus Pai Todo Poderoso
Dedico

Eulene Francisco da Silva
Coordenadora

PREFÁCIO

A intenção de escrever este livro surgiu do projeto de extensão denominado “Organização popular para o trabalho em solos como alicerce da produção agrícola na comunidade Maisa em Mossoró-RN”, aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEC), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Após diversas reuniões entre professores, técnicos e alunos, e inúmeras discussões sobre o assunto, surgiu, no nosso grupo de pesquisa – Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Solos (GEPES) – a necessidade de um material didático que pudesse ser dirigido aos produtores e alunos das áreas das ciências agrárias, que fosse de fácil acesso e numa linguagem simplificada, contendo noções básicas de solos como alicerce da produção agrícola.

Esse material funcionaria como um “livro de bolso” que, por meio de uma linguagem simples, precisa e acessível, atendesse à necessidade, tanto iniciante do estudo de ciências agrárias em institutos técnicos, quanto estudantes de graduação e recém-formados com interesse em solos.

Os assuntos são apresentados num texto contínuo para ser mais direto e objetivo. Muitas considerações feitas no material, como recomendações e interpretações de análise de solo, foram baseadas em literatura de Minas Gerais e Pernambuco, pois o Rio Grande do Norte não possui literatura específica sobre o assunto. As doses de adubação, tanto químicas quanto orgânicas, sugeridas neste material, não são fixas, servindo apenas de “norte” para produtores utilizarem em algumas culturas. As culturas foram sugeridas pelos próprios produtores da comunidade Maisa, por isso restringiu-se o banco de dados.

A intenção era, também, trazer em anexo alguns cálculos simples, necessários ao produtor e agrônomo no dia a dia no campo. Assim, para construção desse material foram consultados diversos autores e alguns materiais on-line, todos referenciados, bem como experiências práticas.

Não posso deixar de mencionar o trabalho de confecção e leitura feito por estudantes de graduação do curso de agronomia da UFERSA, cuja contribuição significativa resultou numa linguagem bem mais clara e adequada às necessidades de aprendizagem. Importante destacar também os editores, cuja leitura técnica e acurada fizeram a diferença na qualidade do material didático. Não posso esquecer-me de Jéssica Alves da Silva, nossa responsável pelo projeto gráfico, que criou o Renegade e a Claudinaide, nossos mascotes, inspirados nos próprios alunos, que sempre trouxeram informações essenciais em nossos textos.

Por fim, queremos expressar nossa profunda gratidão àqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização desse trabalho, em especial às nossas famílias sanguíneas, família LASAP/Solos e aos nossos amigos orientados, por serem um presente de Deus em nossas vidas.

Eulene Francisco da Silva

Docente UFERSA/CCA/Mossoró - Coordenadora

APRESENTAÇÃO

O livro “Noções de solo como alicerce da produção agrícola” surge como uma importante ferramenta para diferentes vertentes da agricultura potiguar. Compreendendo que o Rio Grande do Norte (RN) é um estado genuinamente agrícola, observa-se a necessidade crescente de informações sobre conceitos, técnicas e aplicações que envolvam a atividade agrônômica, pois o compartilhamento de tais informações, por vezes, é limitado às instituições de ensino em ciências agrárias e aos órgãos responsáveis por pesquisas agropecuárias, o que pode gerar uma barreira entre o mundo científico e a realidade dos agricultores. Com isto, este livro abrange, com uma linguagem simples, diversas informações agrônômicas, com enfoque em solos, direcionada aos agricultores, assim como aos alunos de graduação do curso de agronomia e áreas afins.

O livro está dividido da seguinte maneira: primeiro, um trecho conceitual, no qual são abordadas definições clássicas da ciência do solo, envolvendo desde o conceito de agricultura e fatores que interferem na produção até relações entre os diferentes solos do RN e os principais termos regionais a eles associados, passando por importantes conceitos de física, química e fertilidade do solo, com enfoque sobre a matéria orgânica como fonte de nutrientes, além de noções de solos afetados por sais, uma realidade do nosso estado. Na sequência, o material possui uma abordagem mais técnica, com noções de avaliação da fertilidade do solo e orientações de como realizar a diagnose de possíveis deficiências nutricionais nas plantas, fazendo com que o leitor compreenda as limitações do solo e as ajuste de acordo com a necessidade da cultura a ser implantada. Cada item está ricamente ilustrado e complementado com exemplificações que somam ao entendimento das técnicas apresentadas. Ao final (anexo), há informações mais detalhadas de como interpretar análises de rotina, calcular doses de adubos, regular sementeiras e outros pormenores que, por vezes, ficam implícitos em muitos materiais didáticos sobre ciência do solo.

Aos leitores, indicamos uma atenta e prazerosa leitura sobre este mundo encantador que é a ciência do solo. Este é um material feito por um grupo de apaixonados pelo ambiente edáfico, que deseja conquistá-los com uma linguagem o mais suave possível, tornando assuntos complexos em informações práticas e úteis.

Carolina Malala Martins Souza

Docente UFERSA/CCA/Mossoró – Coordenadora

1. TIPO DE AGRICULTURA

Agricultura é a união de técnicas aplicadas no solo para o cultivo de vegetais destinados à alimentação humana e animal, produção de matérias-primas e ornamentação. Possui duas características principais: a agricultura de subsistência e a agricultura comercial. Independentemente da forma agrícola, ambas dependem dos fatores de produção.

AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA	AGRICULTURA COMERCIAL
● Objetivo: produção de alimentos para garantir a sobrevivência. ● Realizada em pequenas propriedades rurais. ● Métodos tradicionais de cultivos. ● Pouca tecnologia. ● Culturas principais: arroz, feijão, mandioca, milho, hortaliças, frutas e batata. ● Mão de obra familiar.	● Objetivo: destinada ao mercado interno ou exportação. ● Produção em grandes áreas. ● Métodos de cultivo avançados. ● Uso de alta tecnologia. ● Visa alto índice de produtividade. ● Principais culturas: soja, milho, algodão, etc. ● Lucro. ● Mão de obra especializada.

2. FATORES QUE INTERFEREM NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA



Agronomicamente, os fatores de produção agrícola são: clima, solo, cultura a ser implantada, tratamentos culturais, colheita e comercialização.

Os fatores de produção são conjuntos de elementos indispensáveis a um processo produtivo, seja ele de um bem ou de serviço e, geralmente, tem como base os estudos econômicos, a terra (recurso natural), o trabalho (recurso humano) e o capital (bens de produção).

- **CLIMA:** atua no fornecimento de água e na condição da temperatura em que a planta será cultivada.
- **SOLO:** atua como substrato para o desenvolvimento da planta e fornece os nutrientes, armazena e disponibiliza água, dando condições para sobrevivência das plantas.
- **CULTURA:** é a espécie de planta cultivada e é com base nela que se desenvolverá o projeto de adubação, tratos culturais, irrigação e manejo durante todo o ciclo. Exemplo: milho, feijão, melão, etc.
- **TRATOS CULTURAIS:** são as atividades desenvolvidas para que se tenha boa produtividade, como controle de pragas e doenças, de plantas daninhas e da irrigação.
- **COLHEITA:** é o processo que envolve um conjunto de atividades de retirada do produto do campo para ser levado até o consumidor, sem perda de qualidade. O padrão de qualidade do agricultor é influenciado pela boa regulação da máquina que vai colher o produto, pela época da colheita, pelos cuidados com o produto colhido, pelo transporte e pelo armazenamento. O pequeno produtor, por exemplo, geralmente usa da sua experiência para saber a época certa da colheita.
- **COMERCIALIZAÇÃO:** depende da escala de produção (pequena, média ou grande), tipo de mercado (interno ou externo), beneficiamento do produto, embalagens, volume comercializado, qualidade do produto, diversidade e regularidade de oferta, se é cooperativa ou individual, estratégia de competição e comercialização.

Como são vários fatores que interferem na produção agrícola, descreveremos somente sobre a importância dos solos como alicerce da produção.

3. SOLO COMO ALICERCE DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA



A importância de estudar o solo é para a manutenção de uma agricultura produtiva para a geração presente e para as futuras, de modo que a agricultura seja valorizada e preservada.

O termo solo origina-se do latim *solum* e significa suporte, superfície, base, e é popularmente chamado de terra. O conceito depende do conhecimento que se tem. Para o agricultor, o solo é o meio para o desenvolvimento das plantas, cujo objetivo final é a nutrição, para que se tenha o máximo de produtividade.

3.1. NOÇÕES DE FORMAÇÃO DO SOLO

O solo resulta da ação conjunta do clima e organismos que agem sobre um material de origem (geralmente rocha), que ocupa determinada paisagem ou relevo, durante certo período de tempo. Esses elementos (rocha, clima, organismo, relevo e tempo) são os fatores de formação do solo. Uma rocha exposta à ação da água, às mudanças de temperatura e à atuação de seres vivos (animais e vegetais) irá, com o tempo, desintegrar-se e decompor-se. Os minerais que a compõem irão se fragmentar (quebrar) e se separar em partes cada vez menores, até dar origem ao solo (GEO-CONCEIÇÃO, 2017) (Figura 1).

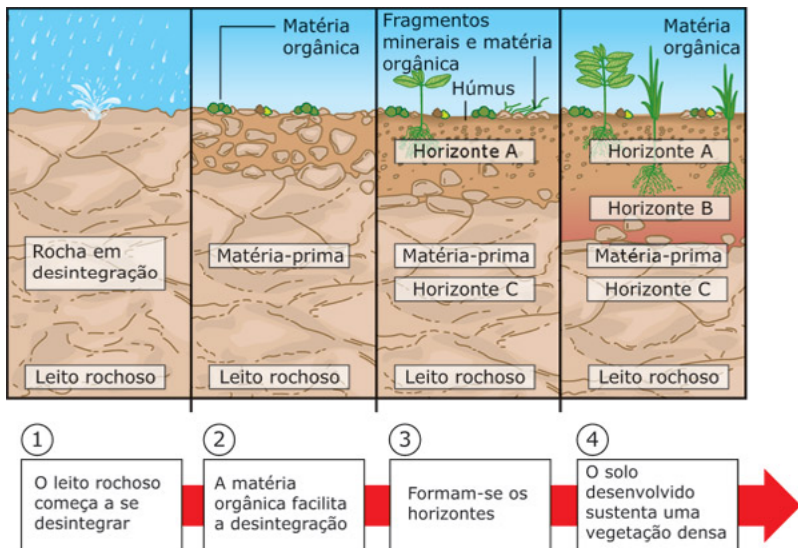


Figura 1. Noções de formação do solo. Fonte: Geo-Conceição (2017).

3.2. NOÇÕES DE CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

Na classificação do solo, são abordados termos técnicos como os relacionados a fatores e processos gerais e específicos que levaram à formação de um determinado solo. Neste caso, será abordado de forma simplificada, pois a maneira como algumas técnicas são propostas dificulta o entendimento mútuo entre pesquisadores e agricultores.

Os solos são corpos naturais que fazem parte de vários tipos de paisagens. Ao serem observadas as inúmeras paisagens do planeta, encontram-se diversos tipos de solos, com pequenas ou grandes diferenças entre si, que podem estar relacionadas aos fatores que os condicionaram, tais como: clima, relevo, vegetação e geologia (rochas). Da mesma forma, para organizar os conhecimentos e entender melhor as relações entre os diferentes solos, é necessário classificá-los (LEPSCH, 2011).

O Estado do Rio Grande do Norte (RN) tem grande diversidade de solos, desde Neossolos (solos jovens) aos Latossolos (solos desenvolvidos e profundos), devido à diversidade litológica (rochas), à variação no relevo (altitude) e ao regime de umidade do solo (chuva).

Das 13 ordens de solos definidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS), a maioria é facilmente encontrada em curto espaço no RN, neste que é o terceiro menor estado do Nordeste. Todavia, as ordens dos solos mais comuns encontradas nesta região são oito: Argissolo, Cambissolo, Chernossolo Rêndzico, Latossolo, Luvisso, Neossolo, Planossolo e Vertissolo (CPRM, 2010). O mapa dos principais solos do RN encontra-se na Figura 2. As principais classes de solos do RN e suas principais características pedológicas e etnopedológicas (popular) são abordadas na Tabela 1.

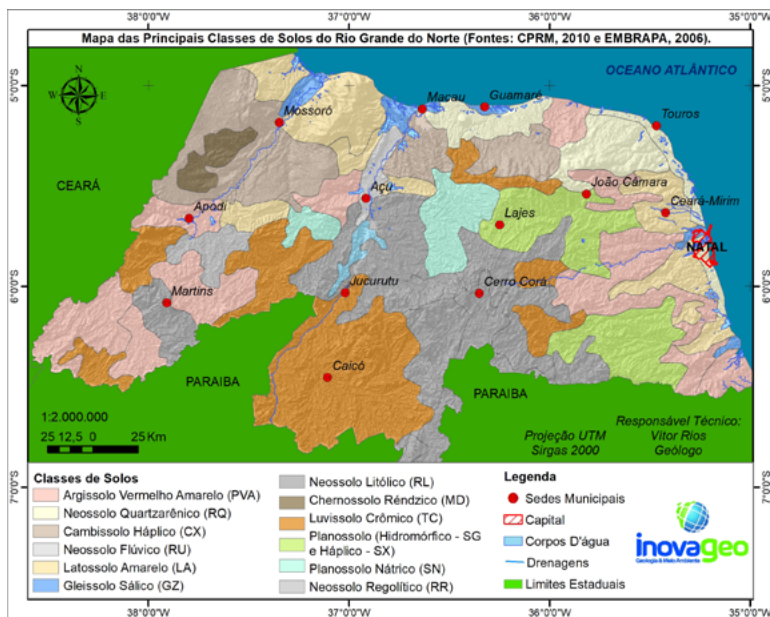


Figura 2. Mapa das principais classes de solo do RN. Fonte: INOVAGEO (2017).

Tabela 1. Principais classes de solos do RN e suas principais características pedológicas e etnopedológicas (popular) dos solos.

Ordem de Classificação	Características Pedológicas	Classificação Étnica (popular)
Argissolo	B textural (Bt), imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico.	Barro vermelho ou amarelo, cuja parte de cima é arenosa e embaixo argilosa.
Cambissolo	B incipiente (Bi) com pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo.	“Barro escuro” na camada de cima e “piçarra” embaixo.
Chernossolo Rêndzico	Horizonte A chernozêmico, com argila de atividade alta e alta saturação por base, com ou sem acumulação de carbonato de cálcio.	Terra “escura”, barro na camada de baixo e rico em nutrientes.
Latossolo	Horizonte B latossólico (Bw). Evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização), e acúmulo de óxidos de ferro e alumínio.	Terra vermelha ou amarela muito profunda.
Luvissolo	Horizonte B textural (Bt), com atividade alta da fração argila e saturação por bases alta.	Terra vermelha ou terra de arisco vermelho.
Neossolo Flúvico	Solos pouco evoluídos, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico.	Barro arenoso ou argiloso próximo ao rio. Terra de “croá”. Terra de vazante.

Ordem de Classificação	Características Pedológicas	Classificação Étnica (popular)
Quartzarênico	Solos pouco evoluídos, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Apresentam textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm. Possuem 95% ou mais de minerais de quartzo.	Terra arenosa preta, branca ou amarela (areia de praia).
Neossolo Litólico	Solos pouco evoluídos, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Solos com horizonte A ou hístico, assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr. (Não possuem mais que 50 cm de profundidade).	Terra amarelada ou vermelha e aparecimento de rochas, “piçarra”.
Planossolo	Horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A. Possui desargilização vigorosa da parte mais superficial e acumulação ou concentração intensa de argila no horizonte subsuperficial.	“Piçarra”, barro de louça e pedra mole.
Vertissolo	Horizonte vértico com presença de montmorilonita, slinckensides e fendilhamentos gerados pela expansão e contração de argilas.	Terra com rachadura e argilosa – massapê. Terra de “coberto”.

Etnopedologia: Alves et al. (2005); Vale Junior et al. (2011); Araújo (2011); Santos et al. (2006)

3.3. NOÇÕES DE FÍSICA DO SOLO

a) COMPOSIÇÃO DO SOLO

O solo é composto por três fases: sólida (matéria orgânica e matéria inorgânica mineral); líquida (solução do solo ou água do solo) e gasosa (ar do solo) (Figura 3).

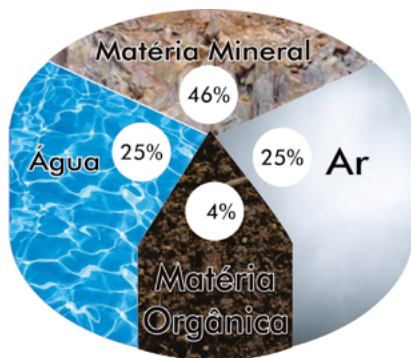


Figura 3. Composição do solo e suas porcentagens.

b) TEXTURA DO SOLO

A textura do solo é definida pela proporção (quantidade) relativa das classes de tamanho de partículas do solo. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) define quatro classes de tamanho de partículas menores do que 2 mm, usadas para a definição da classe textural:

- **Areia grossa** – 2 a 0,2 mm ou 2000 a 200 μm
- **Areia fina** – 0,2 a 0,05 mm ou 200 a 50 μm
- **Silte** – 0,05 a 0,002 mm ou 50 a 2 μm
- **Argila** – menor do que 2 μm

Com relação às proporções encontradas nas análises dos solos e sua interpretação prática, tem-se a seguinte classificação:

- **Textura muito argilosa:** maior que 60% de argila
- **Textura argilosa:** 35 a 60% de argila
- **Textura média:** menor que 35% de argila e maior 15% de areia
- **Textura siltosa:** maior que 50% de silte, menor que 15% de areia e menor que 15% de argila.
- **Textura arenosa:** menor que 15% de argila.

A seguir são listadas algumas propriedades dos solos influenciadas pelo tamanho das partículas dos solos e algumas de suas propriedades (Tabela 2).

Tabela 2. Relação da textura com algumas propriedades dos solos.

Solos Arenosos	Solos Argilosos
Menor micro e maior macroporosidade*	Maior micro e menor macroporosidade
Baixa retenção de água (baixo armazenamento)	Alta retenção de água (alto armazenamento)
Boa drenagem e aeração	Drenagem lenta e pouco arejado (se pouco agregados)
Menor densidade do solo	Maior densidade do solo
Aquece rápido	Aquece lentamente
Resiste à compactação	Maior facilidade à compactação
Baixa CTC** (prende menos nutrientes)	Maior CTC (prende mais nutrientes)
Mais lixiviável	Menos lixiviável
Maior erosão	Mais resistente à erosão
Coesão baixa, friável (esborroa com facilidade)	Coesão elevada, firme
Consistência friável quando úmido	Consistência plástica e pegajosa quando molhado
Fácil preparo mecânico	Mais resistente ao preparo (pesado)
Matéria orgânica baixa e rápida decomposição	Matéria orgânica média a alta e menor taxa de decomposição
Pobre em nutrientes	Possui mais nutrientes

Fonte: Reinert e Reichert (2006). *A porosidade do solo é o volume do solo não ocupado por partículas sólidas, incluindo todo o espaço poroso ocupado pelo ar e água, inclui a macroporosidade e microporosidade. **CTC = capacidade de troca de cargas – refere-se às cargas negativas do solo.

c) ESTRUTURA DO SOLO

Refere-se ao arranjo dos poros pequenos, médios e grandes, com consequência da organização das partículas e agregados do solo (Figura 4). Os principais tipos de estrutura são:

- **Granular e grumosa:** agregados arredondados. Tem poros visíveis. A sensação ao manusear o solo é de friabilidade, soltando-se facilmente dos agregados vizinhos;
- **Laminar:** os agregados são de formato laminar e formados por influência do material de origem ou em horizontes muito compactados;
- **Prismática e colunar:** os agregados formam-se em ambientes mal drenados e em horizontes subsuperficiais com pequena influência da matéria orgânica; agregados grandes e adensados. Quando o topo dos prismas é arredondado, teremos a estrutura colunar;
- **Blocos angulares e subangulares:** os agregados têm formato cuboide e formam-se em ambientes moderadamente a bem drenados nos subsolos.



Figura 4. Tipo de estrutura e sua relação com a passagem de água. Fonte: Salemi (2009).

d) DENSIDADE DO SOLO (D_s)

Expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume total do solo. O uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, alterações da estrutura e da porosidade do solo. D_s muito alta é mais compacta, mais dura, menos porosa, e assim a planta terá dificuldade para se desenvolver.

Valores normais para solos arenosos variam de 1,2 a 1,9 kg dm^{-3} ; Solos argilosos apresentam valores mais baixos, de 0,9 a 1,7 kg dm^{-3} . Valores de D_s associados ao estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular situam-se em torno de 1,65 kg dm^{-3} para solos arenosos e 1,45 kg dm^{-3} para solos argilosos.



e) DENSIDADE DE PARTÍCULAS (Dp)

Expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume sólido do solo e tem relação com os minerais e matéria orgânica do solo.

Solos minerais apresentam valores de Dp em torno de $2,65 \text{ kg dm}^{-3}$, exceto quando tem alto teor de matéria orgânica ou óxidos de Fe e Al. A matéria orgânica tem Dp de 0,9 a $1,3 \text{ kg dm}^{-3}$ e sua presença reduz a Dp, ao contrário da presença de óxidos, que aumenta a Dp.



f) COR DO SOLO E CARACTERÍSTICAS PRÁTICAS

Quanto mais material orgânico, mais escuro é o solo, o que pode indicar boas condições de fertilidade e grande atividade microbiana. Mas excessiva quantidade de matéria orgânica pode indicar condições desfavoráveis à decomposição, como temperatura muito baixa, falta de oxigênio e baixa disponibilidade de nutrientes. Por isso, deve-se evitar o senso comum de que todo solo escuro é fértil. Solos de coloração vermelha podem indicar grande quantidade de hematita e, os de cor amarela, a presença de goethita, que são óxidos de ferro (Figura 5). Solos com elevada quantidade de quartzo (arenosos) e caulinita são frequentemente claros. Solos mal drenados (com acúmulo de água) podem ficar com cor acinzentada.

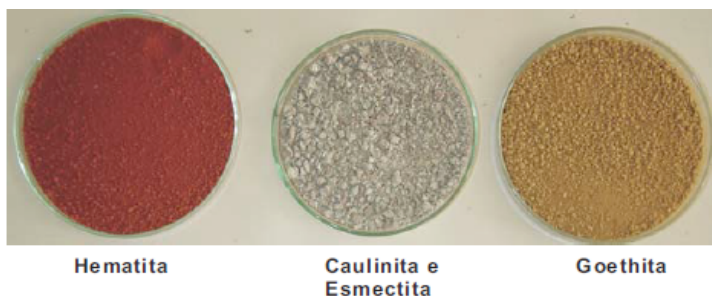


Figura 5. Relação entre cor e minerais secundários da fração argila dos solos. Fonte: Lima et al. (2007).

3.4. NOÇÕES DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

O estudo da matéria orgânica do solo (MOS) é um tema essencial para que se alcance a manutenção e preservação da agricultura. Ela é fonte primária de nutrientes para as plantas, aumenta a infiltração, auxilia na retenção de água e dificulta a erosão do solo (SILVA & MENDONÇA, 2007). Nos trópicos, a introdução de sistemas agrícolas em áreas com mata nativa resulta, geralmente, numa rápida perda da matéria orgânica do solo, implicando na degradação da qualidade do solo. Algumas atividades, como o revolvimento constante do solo, a retirada dos restos culturais (palha ou resíduo sobre o solo) e a utilização de uma ou poucas espécies vegetais na área de cultivo podem afetar tanto a composição quanto a quantidade da matéria orgânica depositada no solo (CANELLAS, 2005).

MAS O QUE É MATÉRIA ORGÂNICA?

De forma simplificada, a MOS é todo composto que contém carbono orgânico no solo, incluindo: os microrganismos vivos e mortos, resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos e produtos de sua decomposição, e substâncias orgânicas microbiológica e/ou quimicamente alteradas, que são as chamadas substâncias húmicas ou húmus. Quando se estuda matéria orgânica do solo, esta é dividida em compartimentos (Figura 6). Outras nomenclaturas também são usadas em matéria orgânica, como lábeis e recalcitrantes. Dentre os compartimentos, o carbono lábil (CL) apresenta alta taxa de decomposição e um curto período de permanência no solo, e sua principal função é o fornecimento de nutrientes às plantas pela mineralização, além de energia e carbono aos microrganismos do solo (SILVA & MENDONÇA, 2007). Já as frações recalcitrantes são representadas pelas substâncias húmicas, as quais constituem o produto intermediário de decomposição de resíduos orgânicos e representam o principal componente da matéria orgânica. Elas se dividem em humina, ácidos fúlvicos e húmicos.

As substâncias húmicas têm capacidade de interagir com argilas e alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo papel importante em sua fertilidade e estrutura, além de imobilizar metais pesados e pesticidas e atuar como fatores de crescimento de brotos e raízes.

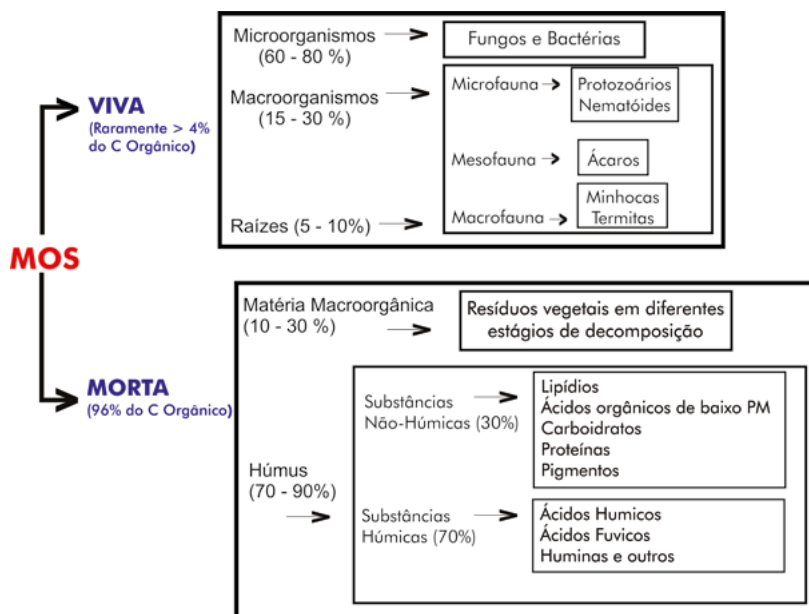


Figura 6. Compartimentos e distribuição percentual da matéria orgânica do solo.

Deve-se estar ciente de que, no solo, o processo de fornecimento de nutrientes através da adubação orgânica é diferente da adição de adubo mineral. Na adubação mineral, os compostos possuem alta solubilidade e concentração; portanto, com pequena quantidade de adubo mineral e água, a planta consegue rapidamente absorver o nutriente. No entanto, com adubo orgânico, busca-se o equilíbrio entre os constituintes do solo e, para liberar os nutrientes, é necessário que o adubo seja decomposto; portanto, o aumento da população de minhocas, insetos, fungos e bactérias é benéfico ao solo. Além do fornecimento do nutriente, ocorre a melhoria das propriedades físicas do solo, permitindo um melhor desenvolvimento radicular e, consequentemente, melhor desenvolvimento vegetal.

TODA MATÉRIA ORGÂNICA LIBERA NUTRIENTES RAPIDAMENTE PARA O SOLO? E QUANTO MAIS MATÉRIA ORGÂNICA MELHOR?

Cada material orgânico tem características diferentes; portanto, a matéria orgânica de origem vegetal ou animal é diferente. E ser boa ou ruim depende das relações entre a quantidade de carbono e nitrogênio (relação C:N), entre outros fatores. Por exemplo, quando os resíduos de palha de café, milho, aveia, sorgo ou trigo são incorporados ao solo, pode-se ter deficiência de nitrogênio para a cultura a ser plantada sobre a palha. Isso ocorre porque o nitrogênio pode ser imobilizado nos corpos dos organismos do solo, tornando-se indisponível para as plantas, devendo-se aplicar nitrogênio

adicional. Já esterco de animais, como de bovinos, ou húmus de minhoca, têm muito nitrogênio e se decompõem, liberando nutrientes. Mas o fato de imobilizar não quer dizer que seja ruim sempre, já que posteriormente esse nutriente será liberado para as plantas com a decomposição.

As dosagens do adubo orgânico dependem de cada cultura, caso contrário podem ser prejudicial para as plantas. Tudo que é demais faz mal. Com adubo orgânico não é diferente. Um excesso de adubação provoca crescimento acelerado, maior quantidade de nutrientes na seiva (o que vai atrair as pragas sugadoras), diminuição da resistência às doenças e crescimento desequilibrado da planta.

Com plantas ornamentais, em pequenas áreas ou em vasos, se dias depois de adubar sua planta apresentar novas manchas amarelas ou marrons, ou parecer fraca e tombada, exagerou-se na dose do adubo. Para se recuperar de uma superadubação, é indicado que se removam as folhas doentes/danificadas; enxágue a planta com mangueira, regulando para um jato suave, com cuidado para não machucar ainda mais; regue abundantemente, sem jatos fortes, até a água sair pelo fundo do vaso por cerca de cinco minutos. Se estiver no canteiro, regue por cinco minutos se a planta for pequena, ou dez se for de grande porte. Dessa forma, há “esperanças” de que o excesso de adubação seja levado pela água. É o mesmo princípio de quando chove muito forte no mesmo dia em que adubamos. Por isso, é necessário ver sempre, no rótulo, a recomendação do adubo orgânico para cada cultura.

Entre os principais adubos orgânicos, podem-se citar:

- **Húmus de minhoca:** possui macro e micronutrientes e, por isso, proporciona uma nutrição bem completa e equilibrada para as plantas.
- **Torta de algodão:** é um farelo de algodão que é rico em nitrogênio.
- **Farinha de osso:** rica em fósforo e cálcio, elementos essenciais ao crescimento, floração e frutificação das plantas.
- **Torta de mamona:** rica em nitrogênio, porém é tóxica para animais, o que exige cuidado.
- **Esterco de animais:** as concentrações de nutrientes dos esterco podem variar de acordo com a alimentação animal, e estes só devem ser utilizados quando curtidos, jamais frescos. Para curtir o esterco, deve-se, primeiro, formar uma pilha no chão e molhar bem até ficar úmido, não permitindo que fique líquido. Molhar diariamente, e revolver sempre que necessário (no mínimo de 5 em 5 dias). Ao revolvê-lo, observe a temperatura no interior da pilha: se estiver quente, ainda está fermentando, sendo necessários mais dias para curtir. O tempo para curtir varia desde condições climáticas até a qualidade do próprio esterco, não tendo um período pré-definido. Para estar pronto para ser usado, deve-se observar a cor escura e a ausência de cheiro forte. Para a fertirrigação com esterco, deve-se colocar o esterco já curtido na proporção de 1 kg de esterco bovino para cada 10 L de água e deixar curtir por mais 10 dias. Passado esse período, misturar na proporção de 1:10 (10 litros da mistura para 100 litros de água de irrigação). Normalmente o esterco é vendido já curtido, mas se informe. Caso tenha na propriedade, primeiro se deve curtir. Às vezes, o esterco consiste em mais de um resíduo orgânico, tal como excrementos de animais e restos das camas, como acontece com a palha.

- **Bokashi:** produto da agricultura natural japonesa, o bokashi é um fermentado com organismos vivos que acelera a decomposição da matéria orgânica, colocando à disposição das plantas os minerais importantes ao seu desenvolvimento.
- **Fino de carvão:** é um material poroso, o que permite aumentar a capacidade de retenção de água e de absorção de compostos orgânicos solúveis. Facilita a proliferação de organismos benéficos, além de possuir, em sua composição, elementos minerais como: magnésio, boro, silício, cloro, cobre, manganês, molibdênio e, principalmente, potássio.
- **Compostos de lixo doméstico:** composto é o produto final do processo de compostagem do lixo doméstico. A compostagem é um processo natural de transformação da matéria orgânica do lixo em compostos mais simples, que podem ser utilizados como nutrientes pelas plantas. Para isso, deve existir um maior número de informações sobre o processo de compostagem com leituras específicas sobre o assunto.

Geralmente, quando se usa adubo orgânico comercializado em lojas especializadas, este já vem com a recomendação de misturas para o solo e a dose a ser empregada em cada cultura.

3.5. NOÇÕES DE QUÍMICA DO SOLO

O solo tem cargas elétricas quando estão dissolvidas na água. As cargas elétricas do solo, que podem ser negativas ou positivas, são responsáveis por “prender” os nutrientes que serão fornecidos para as plantas (Figura 7). Estas cargas, em maior número as negativas, encontram-se na superfície dos minerais da argila e matéria orgânica. Ao conjunto das cargas negativas do solo dá-se o nome de capacidade de troca catiônica (CTC), e das cargas positivas, capacidade de troca aniônica (CTA) (LIMA et al., 2007). As cargas negativas e positivas destes constituintes do solo são responsáveis pela retenção dos nutrientes do adubo, essenciais ao crescimento das plantas, e dos poluentes dispostos na superfície do solo. Na prática, solo argiloso e com matéria orgânica tem mais carga elétrica, e por isso retém mais água e nutrientes.

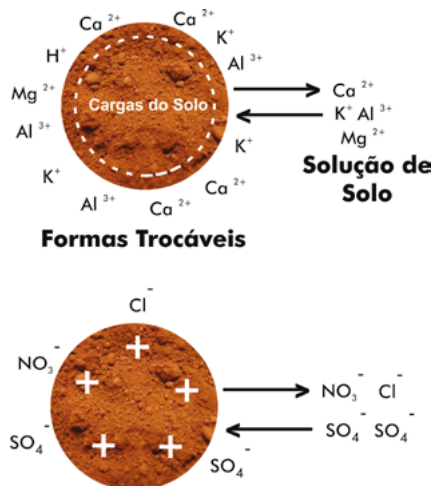


Figura 7. Representação esquemática mostrando o equilíbrio entre elementos químicos presos na matéria orgânica ou na argila, com a solução do solo. Fonte: LIMA et al. (2007)

3.6. NOÇÕES DE SOLOS AFETADOS POR SAIS

A salinização é um dos processos de degradação do solo, que resulta do aumento da concentração de sais solúveis, como sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), no solo, chegando a níveis prejudiciais às plantas. Quando existe elevada quantidade de sódio dominando a carga elétrica do solo, dá-se o nome de sodificação. O acúmulo de sais no solo deve-se à existência de uma fonte de sais e à insuficiência de precipitação e/ou de drenagem que permitam a sua lixiviação. Em outras palavras, a falta de chuva ou pouca água de qualidade (pouco sal) para irrigação, associada à baixa infiltração, prejudica a lavagem do solo para retirada dos sais.

As causas mais comuns de salinização primária são a presença de aquíferos de origem marinha, a ação direta das marés nas regiões costeiras, a deposição de sais marinhos transportados pelo vento, a transferência de água salina para zonas de menor cota e com drenagem limitada (repasses) e o fluxo capilar ascendente (subida) de águas do lençol freático e subterrâneas salinas, como consequência das altas taxas de evapotranspiração registradas nas zonas de clima árido e semiárido (MARTINS et al., 2017).

A salinização secundária pode ser causada pelo homem quando utiliza águas de má qualidade, com alta salinidade associada aos solos com baixa infiltração. Além disso, o uso intensivo de fertilizantes ou corretivos, em condições de baixa infiltração, a retirada de nutrientes e o uso de águas residuais ou produtos salinos de origem industrial podem também aumentar a salinidade.

Segundo Martins et al. (2017), os principais indicadores para avaliação dos riscos de salinização/sodificação do solo são: (a) condutividade elétrica (CE), que estima o teor de sais solúveis no solo ou na solução do solo; (b) razão de adsorção de sódio (RAS), que avalia a capacidade da solução do solo e da água de rega trocarem sódio com o solo; e (c) percentagem de sódio trocável (PST), que avalia a quantidade de sódio adsorvido ("preso") no solo relativamente aos outros cátions do complexo de troca, sendo este também o indicador mais relevante para diagnóstico de solos sódicos ou alcalinizados. Na Tabela 3, encontra-se a classificação dos solos afetados por sais baseado na condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes), e na porcentagem de sódio trocável (PST).

Tabela 3. 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 (25°C)	< 4	> 4	< 4	> 4
PST (%)	< 15	< 5	> 15	> 15
RAS	< 13	< 13	> 13	> 13
pH	< 8,5	< 8,5	> 8,5	> 8,5

Fonte: Cavalcante et al. (2008). CE = condutividade elétrica; PST = porcentagem de sódio trocável; RAS = Relação de Adsorção de Sódio $RAS = Na/(Ca+Mg)$

Uma das alternativas para recuperação de solos salinos/sódicos é realizada, em geral, por dois processos: a lixiviação (lavagem) dos sais solúveis (nos solos salinos) e a substituição do sódio trocável por cálcio trocável (nos solos sódicos) por meio da adição, por exemplo, de gesso. A monitorização da qualidade da água de irrigação é fundamental, e o uso de adubo orgânico pode melhorar o efeito da salinização por reter cátions e liberar ácidos orgânicos. Vários corretivos podem ser utilizados na recuperação de solos com excesso de sódio trocável, como gesso, enxofre, sulfato de alumínio, cloreto de cálcio e ácido sulfúrico; entretanto, o gesso é o produto mais comumente usado em razão do seu baixo custo e abundância com que é encontrado na maior parte do mundo (MELO et al., 2008).

3.7. NOÇÕES DE FERTILIDADE DE SOLO

A fertilidade do solo estuda a capacidade do solo em suprir os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. Assim, um solo fértil possui reserva de nutrientes de forma balanceada que garanta o suprimento para um crescimento adequado e não possui elementos tóxicos para as plantas em quantidades que as prejudiquem. Um exemplo de elemento tóxico é o alumínio que, quando existe no solo em altas quantidades, prejudica o desenvolvimento das raízes das plantas (LIMA et al., 2007). O solo fornece os nutrientes para as plantas que são utilizadas como alimento pelos animais e seres humanos.

Quando o solo é pobre em nutrientes, o produtor rural tem a opção de modificar os teores de nutrientes do solo para aumentar a produtividade das culturas. Para isso, eles utilizam calcários, adubos minerais e orgânicos.



a) ELEMENTOS ESSENCIAIS

Dos elementos químicos que a planta absorve, 17 são essenciais, isto é, a falta de um ou mais interfere no desenvolvimento da planta, que não cresce saudável e não se multiplica. São eles: carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn). O carbono, oxigênio e hidrogênio são fornecidos às plantas pelo ar e pela água. Na Tabela 4, encontram-se os macro e micronutrientes.

Os macronutrientes são os nutrientes absorvidos em maiores quantidades pelas plantas, apresentando deficiências mais frequentes, sendo normalmente fornecidos por meio de adubos e calcários. Já os micronutrientes são aqueles absorvidos em menores quantidades, com deficiências menos frequentes, fornecidos normalmente por meio de adubos.

Tanto os macro quanto os micronutrientes são essenciais para as plantas, pois sem eles as plantas reduzem a produtividade ou não completam seu ciclo vital.

Tabela 4. Macro e Micronutrientes

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrogênio (N)	Boro (B)
Fósforo (P)	Cloro (Cl)
Potássio (K)	Cobre (Cu)
Cálcio (Ca)	Ferro (Fe)
Magnésio (Mg)	Manganês (Mn)
Enxofre (S)	Molibdênio (Mo)
—	Níquel (Ni)
—	Zinco (Zn)

b) COMO AS PLANTAS ABSORVEM NUTRIENTES DOS ADUBOS?

Quando o adubo entra em contato com a solução do solo (água), ele se dissolve formando cátions (cargas positivas, como o Ca^{2+}) e ânions (cargas negativas, como o Cl^-) (Figura 8). Uma parte desses cátions e ânions do adubo fica na solução do solo, da mesma forma que o sal de cozinha fica dissolvido num copo com água. A argila e a matéria orgânica do solo apresentam cargas negativas e positivas, que retêm ("prendem"), em sua superfície, os nutrientes que foram adicionados ao solo com o adubo. Normalmente, as plantas absorvem os nutrientes que estão dissolvidos na solução do solo, de forma que, com o passar do tempo, os nutrientes da solução vão se esgotando. Então os nutrientes retidos na argila e na matéria orgânica vão sendo liberados aos poucos para a solução do solo, tornando-se disponíveis para as plantas.

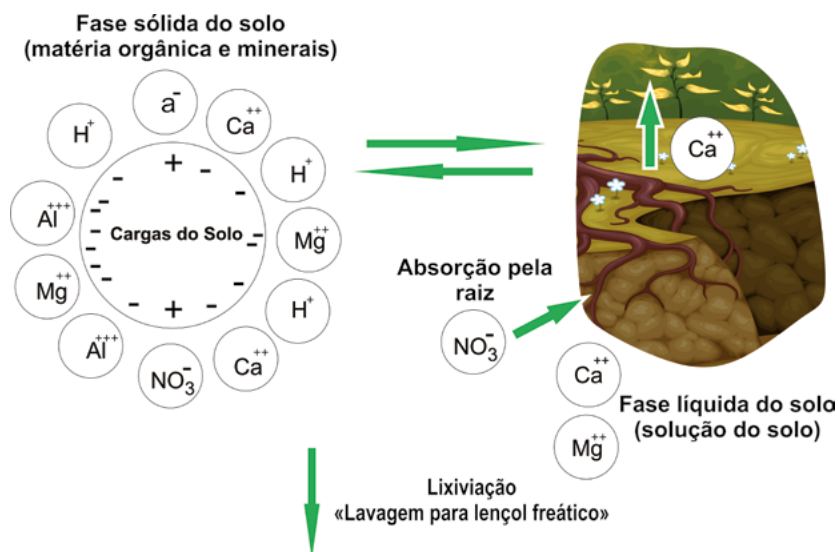


Figura 8. Nutrientes retidos ("presos") na argila, na matéria orgânica e na solução do solo e absorvidos pelas plantas (a- representa outros ânions no complexo de troca). Adaptado de Lima et al. (2007).

c) COMO O SOLO FICA ÁCIDO E POBRE EM NUTRIENTES?

Quando o solo tem pouca carga elétrica (arenoso ou pouca argila e pouca matéria orgânica) ou é cultivado várias vezes sem reposição dos nutrientes com adubo orgânico ou mineral, ele pode perder os nutrientes por meio da lixiviação, que é a lavagem dos nutrientes do solo através de movimento vertical (descida) da água até alcançar o lençol freático. Ou as plantas podem absorver a maioria dos nutrientes no solo. Nesse caso, ficam no solo o hidrogênio e alumínio, acidificando-o.

A acidez é representada pela concentração de íons de hidrogênio (H^+) existentes em uma solução, ou seja, seu pH. Quando um solo é ácido, significa que seu pH é menor que 7 e, quando é alcalino, seu pH é maior que 7. Solos muito ácidos podem conter poucos nutrientes e grande quantidade de elementos tóxicos às plantas, prejudicando seu crescimento. O alumínio (Al^{3+}) é o mais frequente.

A maioria das plantas cultivadas cresce melhor em solos levemente ácidos, com pH entre 5,5 e 6,5. Quando o solo é ácido, com pH inferior a 5,5, a produtividade das culturas diminui. Para corrigir a acidez excessiva, aplicamos corretivos como o calcário.



4. NOÇÕES DE AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Em termos agrícolas, fertilidade do solo é um pilar fundamental para quem busca boa produtividade, e pode ser definida como a capacidade que o solo possui em fornecer nutrientes para as plantas nele cultivadas para se obterem boas colheitas, sendo os fatores climáticos favoráveis (GROTH et al., 2013). A forma mais utilizada para determinar a quantidade necessária de fertilizantes para as culturas é a análise do solo.

a) AMOSTRAGEM DO SOLO

É a primeira e principal etapa de um programa de avaliação da fertilidade do solo, pois é com base na análise química da amostra do solo que se realiza a interpretação e são definidas as doses de corretivos e de adubos. No laboratório, não se consegue diminuir ou corrigir os erros cometidos na coleta do solo. Ou seja, uma amostragem errada resultará em análise imprecisa, e – assim – a quantidade de adubo e corretivo recomendada será equivocada, podendo causar graves prejuízos econômicos ao produtor e, danos ao meio ambiente.

b) POR QUE AMOSTRAR O SOLO?

Porque a amostragem do solo é o primeiro passo para que os produtores saibam sobre a qualidade química e física do solo onde irão plantar.

c) O QUE É AMOSTRA?

É uma pequena porção de solo (terra) coletada de forma que represente bem cada talhão da propriedade rural. Cada hectare de terra tem centenas de toneladas de solo, e a amostra só vai ter cerca de meio quilo, por isso são necessárias várias porções de lugares diversos da área, a fim de existir representatividade na amostra.

d) QUANDO AMOSTRAR?

Para a maioria das análises químicas, as amostragens de solo podem ser feitas em qualquer período do ano. De modo geral – e considerando o tempo gasto no transporte ao laboratório, envio dos resultados analíticos e a recomendação de calagem e adubação –, é aconselhável coletar as amostras de solo com 2 meses de antecedência, que é a época ideal para a calagem, ou no mínimo 90 dias antes do plantio para culturas anuais, próximo ao período chuvoso. Em culturas perenes em geral (como frutíferas e florestais), devemos amostrar o solo após a colheita. No caso das frutíferas, é permitido o cálculo da adubação antes do próximo florescimento. Já em pastagens perenes, a amostragem deve ser realizada 2 a 3 meses antes que a vegetação atinja seu crescimento máximo.

e) SELEÇÃO DA ÁREA A SER COLETADA

A área será dividida em partes semelhantes, levando em consideração:

- **Tipo de solo** – cor, quantidade de areia/argila, profundidade
- **Topografia** – declividade, sentido escoamento, acúmulo de água
- **Vegetação** – matas nativas ou cultivadas, culturas anuais ou perenes, plantas com diferentes idades
- **Histórico da área** – diferenças na quantidade e no manejo da adubação e/ou da calagem, locais de aplicação de fosfatos naturais ou adubação orgânica, diferenças no tipo de preparo de solo (Figura 9).

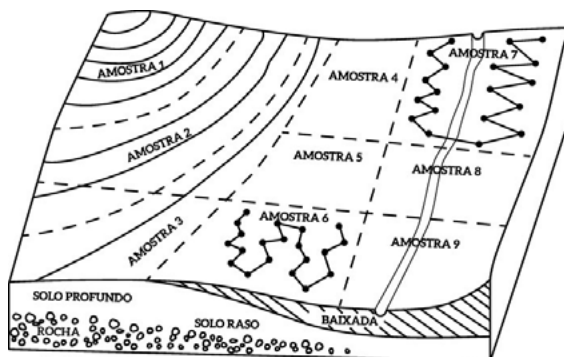


Figura 9. Divisão das áreas de amostragem conforme terreno. Fonte: Cavalcante et al. (2008).

f) ONDE FAZER A AMOSTRAGEM?

Coletar no local onde vai plantar, na entrelinha e linha da cultura (Figura 10). Evitar os locais onde se deposita o adubo e o calcário para depois ser distribuído na área; bem como locais com palha amontoada, com fezes de animais, beiras de estradas, aceiros e nas proximidades das cercas.

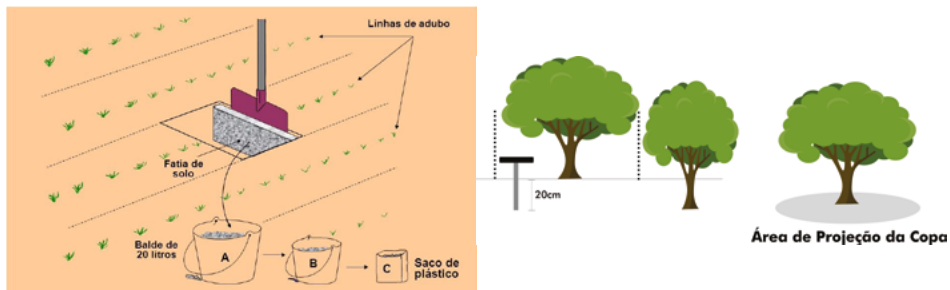


Figura 10. Amostragem de solo em culturas anuais e perenes. Fonte: Lopes et al. (2004) e Araújo (2017).

g) MATERIAIS USADOS NA COLETA DAS AMOSTRAS

Os diversos tipos de equipamentos que podem ser utilizados para a coleta de amostras de solos são trados (rosca, calado ou holandês) e pá de corte (Figura 11). A pá de corte é o mais simples e o mais usado com essa finalidade. As operações são também aplicáveis quando do uso de qualquer tipo de trado.

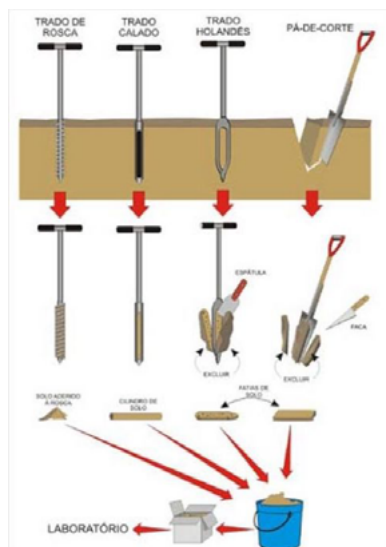


Figura 11. Materiais para amostragem de solo. Fonte: Santos et al. (2012)

h) COMO FAZER A AMOSTRAGEM

Deve-se caminhar por toda área. Fazer um mapa dos talhões semelhantes na propriedade. Caminhar em ziguezague, coletar de 10 a 20 amostras simples (cada ponto coletado), misturar em um balde e fazer uma amostra composta, que será levada para o laboratório (Figura 12). Nunca utilizar recipientes usados ou sujos como sacos de adubo, cimento, embalagens de defensivos ou saquinhos de leite para guardar as amostras. Usar sacos plásticos novos e limpos. Se a área for grande é recomendado fazer uma amostra para cada 10 hectares. Apenas 300 a 500 gramas da amostra composta já é suficiente.



Figura 12. Divisão das áreas de amostragem conforme terreno

i) PROFUNDIDADE DE AMOSTRAGEM

A profundidade de coleta de cada amostra simples deve variar de acordo com o tipo de cultivo das culturas anuais (convencional aração e gradagem – ou plantio direto), culturas perenes (formação ou produção), pastagens (formação ou manutenção) e campo natural sem revolvimento do solo.

- Culturas anuais com sistema de cultivo convencional (aração e gradagem), formação de culturas perenes e de pastagens, e até a sexta cultura anual sob sistema de plantio direto adubada em linha: amostrar a camada de 0 a 20 cm de profundidade.
- Culturas anuais sob sistema de plantio direto após a sexta cultura adubada em linha, produção de culturas perenes e manutenção de pastagens formadas: amostrar a camada de 0 a 10 cm de profundidade.
- Para culturas perenes, são recomendáveis amostras de 0 a 20 cm, mas também proceder, por vezes, a amostragem de camadas mais profundas do solo (20 a 40 cm e 40 a 60 cm) com o objetivo de se detectar a ocorrência de barreiras físicas (pedregosidade, compactação) ou químicas (toxidez de alumínio, deficiência de cálcio), que impedem o crescimento radicular em profundidade, limitando a absorção de nutrientes e água.

Nesse caso, o número de amostras simples que irão formar a amostra composta pode ser reduzido à metade. Em culturas perenes já implantadas (fruticultura, cafeicultura), as amostras simples devem ser coletadas na faixa que recebe as adubações, ou seja, da projeção da copa para dentro (Figura 10).

j) IDENTIFICAR A AMOSTRA

Identificar a amostra, o local, o histórico da área, como, por exemplo, se houve adubação, calagem, de forma mais detalhada possível. As informações devem ser simplificadas, com número da amostra, nome do proprietário, da propriedade, município e estado. Ou podem-se ter informações mais detalhadas (Figura 13).

Amostra nº: _____ Data: ____/____/____

Identificação da amostra: _____

Nome do Produtor: _____

Nome da Propriedade: _____

Endereço: _____

Município: _____ UF: _____ CEP: _____

Remetente: _____

Endereço: _____

Município: _____ UF: _____ CEP: _____

Cultura a ser adubada: _____

Área a ser amostrada (em ha): _____

Vegetação original: () campo () cerrado () mata

Topografia da área amostrada: () baixada () meia encosta

() chapada () mal drenada () bem drenada

Há quanto tempo a área vem sendo usada: _____ anos

Cultivo anterior: _____

Foi adubada? () sim () não Quantidade: _____ t/ha

Outras informações que julgar importante: _____

Figura 13. Modelo de etiqueta para identificação das amostras. Fonte: Araújo (2017)

k) PARA ONDE ENVIAR AS AMOSTRAS COLETADAS?

Na nossa região, uma opção é o laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), antiga ESAM. É bom ligar antes para informar-se do horário para entrega da amostra, do preço da análise e do prazo de entrega do resultado.

l) REPETIÇÃO DA ANÁLISE

A análise, no mesmo terreno para o cultivo (gleba), deve ser repetida em intervalos que variam de 1 a 4 anos. As áreas cultivadas intensivamente (duas ou mais safras por ano) ou de altas produtividades devem ser analisadas anualmente.

5. DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES (DIAGNOSE VISUAL DAS PLANTAS)

A identificação visual de uma deficiência nutricional é considerada uma ferramenta simples e indispensável à produtividade das culturas. A diagnose (diagnóstico) visual consiste em se comparar visualmente o aspecto (coloração, tamanho, forma) da amostra (planta, ramos, folhas) com o padrão. Ou seja, comparar os ramos, folhas e frutos com uma planta bem nutrida e observar se há diferença. Na maioria das vezes, o órgão de comparação é a folha, pois é aquele que melhor demonstra o estado nutricional da planta (FAQUIN, 2002). Se houver falta ou excesso de um nutriente, isto se manifestará em sintomas visíveis, os quais são típicos para um determinado elemento. Na Tabela 5, encontra-se a chave geral para identificação dos sintomas de deficiências (-) e excessos (+).

A sequência de anormalidades que conduz aos sintomas visíveis da deficiência ou excesso de um dado elemento pode ser resumida da seguinte maneira (MALAVOLTA et al., 1997):

Falta ou excesso » (1) alteração molecular » (2) lesão subcelular » (3) alteração celular » (4) modificação no tecido » (5) manifestação visível = sintoma típico do elemento.

Portanto, na prática da diagnose visual, devem-se sempre considerar algumas indicações:

- **Generalização do sintoma** – se o sintoma visual for de origem nutricional, o mesmo aparece generalizado em todas as plantas da gleba, não aparecendo somente em uma planta ou em reboleira.
- **Características do sintoma** – tem que ter simetria; os sintomas de origem nutricional ocorrem de maneira simétrica na folha (dos dois lados) e entre folhas do mesmo par ou próximas no ramo, aparecendo independentemente da face de exposição da planta.

Tabela 5. Chave geral para identificação dos sintomas de deficiências (-) e excessos (+)

Sintoma	Causas mais prováveis
Folhas ou órgãos mais velhos	—
1. Clorose (amarelecimento) 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, encarquilhamento 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; encurtamento 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 goma (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. Lanceoladas (dicotiledôneas), clorose internerval, internódio curto; morte de gemas ou região de crescimento.	- Zn
8. Necrose nas pontas.	- Ni

Fonte: Faquin (2002). *Clorose = amarelecimento.

6. INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO

As análises conhecidas como “rotina” dão base aos profissionais para definirem as doses de calcário e adubos a serem aplicadas no solo para determinado cultivo. Este tópico tem a finalidade de oferecer uma interpretação rápida e simples para o produtor rural.

a) pH

Refere-se à acidez do solo. Representa a concentração de hidrogênio na solução do solo [H⁺], também conhecida como acidez ativa do solo. As interpretações encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Interpretação de análise de pH em água

Classificação Química						
Acidez Muito Alta	Acidez Alta	Acidez Média	Acidez Fraca	Neutra	Alcalinidade Fraca	Alcalinidade Alta
< 4,5	4,5 – 5,0	5,1 – 6,0	6,1 – 6,9	7,0	7,1 – 7,8	> 7,8
Classificação Agronômica						
Muito Baixo		Baixo	Bom	Alto		Muito Alto
< 4,5		4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0		> 7,0

Fonte: Alvarez V. et al. (1999).

b) FÓSFORO E POTÁSSIO DISPONÍVEIS

Refere-se ao fósforo e potássio que podem ser absorvidos pelas plantas. As classes de interpretações encontram-se nas Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7. Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo de acordo com o fósforo remanescente (P-rem) e o teor de argila.

	Teor de P-Mehlich-1 (mg/dm ³)				
	Muito Baixo	Baixo	Médio*	Bom	Muito Bom
P-rem (mg/L)					
0 – 4	≤ 3,0	3,1 – 4,3	4,4 – 6,0	6,1 – 9,0	> 9,0
4 – 10	≤ 4,0	4,1 – 6,0	6,1 – 8,3	8,4 – 12,5	> 12,5
10 – 19	≤ 6,0	6,1 – 8,3	8,4 – 11,4	11,5 – 17,5	> 17,5
19 – 30	≤ 8,0	8,1 – 11,4	11,5 – 15,8	15,9 – 24,0	> 24,0
30 – 44	≤ 11,0	11,1 – 15,8	15,9 – 21,8	21,9 – 33,0	> 33,0
44 – 60	≤ 15,0	15,1 – 21,8	21,9 – 30,0	30,1 – 45,0	> 45,0
Argila (%)					
60 – 100	≤ 2,7	2,8 – 5,4	5,5 – 8,0	8,1 – 12,0	> 12,0
35 – 60	≤ 4,0	4,1 – 8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 18,0	> 18,0
15 – 35	≤ 6,6	6,7 – 12,0	12,1 – 20,0	20,1 – 30,0	> 30,0
0 – 15	≤ 10,0	10,1 – 20,0	20,1 – 30,0	30,1 – 45,0	> 45,0

Fonte: Alvarez V. et al. (1999). *O nível superior desta classe pode ser considerado como o nível crítico.

Tabela 8. Interpretação da disponibilidade de potássio.

K - Potássio (mg/dm³)	Teor de K-Mehlich-1 (mg/dm ³)				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito Bom
	≤ 15	16 – 40	41 – 70	71 – 120	>120
	Teor de K-Mehlich-1 (cmol _c /dm ³)				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito Bom
	≤ 0,038	0,040 – 0,102	0,105 – 0,179	0,182 – 0,307	> 0,307

Fonte: Alvarez V. et al. (1999).

c) CÁLCIO, MAGNÉSIO E ALUMÍNIO

O cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) são considerados macronutrientes e, na maioria dos solos tropicais, encontram-se em níveis baixos. Já o alumínio (Al) é um elemento tóxico para as plantas e está associado à acidez. As interpretações encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Interpretação agrônômica de análise para Ca, Mg e Al.

Elemento	Classificação (cmol _c /dm ³)		
	Muito Baixo / Baixo	Médio	Elevado
Cálcio (Ca ⁺²)	< 1,21	1,21 – 2,4	> 2,4
Magnésio (Mg ⁺²)	< 0,46	0,46 – 0,9	> 0,9
Alumínio (Al ⁺³)	< 0,51	0,51 – 1,0	> 1,0

Fonte: Alvarez V. et al. (1999).

d) ACIDEZ POTENCIAL (H+Al)

A acidez potencial é constituída pela somatória do H + Al “presos” nas cargas negativas do solo, extraídos com soluções de sais tamponadas. As interpretações encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Interpretação agrônômica de análise para H+Al.

Elemento	Classificação (cmol _c /dm ³)		
	Muito Baixo / Baixo	Médio	Elevado
H+Al	< 2,51	2,51 – 5,0	> 5,0

Fonte: Alvarez V. et al. (1999).

e) MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes são elementos químicos essenciais para os vegetais, porém em pequenas quantidades, quando comparados com os macronutrientes. São eles: cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), zinco (Zn), boro (B), cloro (Cl) e molibdênio (Mo). As interpretações encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Interpretação agrônômica da análise para micronutriente

Elemento	Classificação (cmol _c /dm ³)		
	Muito Baixo / Baixo	Médio	Elevado
B	< 0,36	0,36 – 0,60	> 0,60
Cu	< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2
Zn	< 1,0	1,0 – 1,5	> 1,5
Mn	< 6,0	6,0 – 8,0	> 8,0
Fe	< 19	19 – 30	> 30

Fonte: Alvarez V. et al. (1999).

f) MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO (MOS)

A matéria orgânica está relacionada a vários nutrientes e com várias propriedades do solo. As interpretações agrônômicas encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Interpretação agrônômica da análise para matéria orgânica do solo.

Elemento	Muito Baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito Alto
Matéria orgânica do solo (dag/kg) ou (%)	< 0,70	0,71 – 2,00	2,01 – 4,00	4,01 – 7,00	> 7,0

Fonte: Alvarez V. et al. (1999).

g) ANÁLISE TEXTURAL

Esta determinação define a relação entre as partículas unitárias (areia, silte e argila), presentes na fração terra fina do solo (argila), sendo partículas menores que 2,0 mm. Trata-se, portanto, de uma análise física de separação das partículas por tamanho. As classificações texturais simples encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13. Teores de argila e classificação textural simples

Teor de argila (%)	Classificação Textural Simples
0 – 16,0	Arenoso
16,1 – 32,0	Franco (médio)
32,1 – 60,0	Argiloso
> 60,0	Muito argiloso

7. PRINCIPAIS ADUBOS MINERAIS E ORGÂNICOS

Em geral, os adubos minerais são sais inorgânicos e com diferentes solubilidades. A eficiência agronômica depende da sua solubilidade e das reações químicas com o solo. Os teores mínimos dos nutrientes nas principais fontes de macro e micronutrientes minerais, além de adubos orgânicos, encontram-se nas Tabela 14, 15 e 16, respectivamente.

Tabela 14. Teores mínimos de nutrientes dos principais fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos.

Fertilizantes	Garantia Mínima	Observações
Nitrogenados		
Uréia	44% de N	—
Sulfato de Amônio	20% de N	22 a 24% de S
Nitrato de Amônio	32% de N	—
Nitrato de Cálcio	14% de N	18 a 19% de Ca

Fertilizantes	Garantia Mínima	Observações
Fosfatados		
Superfosfato Simples	18% de P_2O_5 em CNA + água 16% de P_2O_5 em água	18 a 20% de Ca 10 a 12 % de S
Superfosfato Triplo	41% de P_2O_5 em CNA + água 37% de P_2O_5 em água	12 a 14% de Ca
Fosfato Monoamônico (MAP)	48% de P_2O_5 em CNA + água 44% de P_2O_5 em água	9% de N
Fosfato Diamônico (DAP)	45% de P_2O_5 em CNA + água 38% de P_2O_5 em água	16% de N
Fosfato Natural parcialmente acidulado	20% de P_2O_5 total 9% de P_2O_5 em CNA + água 5% de P_2O_5 em água	25 a 27% de Ca, 0 a 6% de S 0 a 2% de Mg
Termofosfato Magnesiano	17% de P_2O_5 total 14% de P_2O_5 em ácido cítrico	7% de Mg 18 a 20 % de Ca
Fosfato Natural	24% de P_2O_5 total 4% de P_2O_5 em ácido cítrico	23 a 27% de Ca
Fosfato Natural reativo	28% de P_2O_5 total (farelado) 9% de P_2O_5 em ácido cítrico	30 a 34% de Ca
Escória Thomas	12% de P em ácido cítrico	20 a 29% de Ca 0,4 a 3% de Mg
Farinha de Ossos	20% de P_2O_5 total 16% em ácido	1,5% de N ≤ 15% umidade ≤ 6% de MO*
Potássicos		
Cloreto de Potássio	58% de K_2O em água	45 a 48% de Cl
Sulfato de Potássio	48% de K_2O em água	15 a 17% de S

*MO = matéria orgânica. Fonte: SBCS (2004).

Tabela 15. Teores mínimos que as principais fontes de micronutrientes e de macronutrientes secundários devem apresentar.

Fertilizantes	Elementos	Garantia Mínima (%)	Observações
Micronutrientes			
Ácido Bórico	B	17	—
Bórax	B	11	—
Sulfato de Cobre	Cu	13	16 a 18% de S
Sulfato de Ferro (II)	Fe	19	10 a 11% de S
Sulfato de Manganês (II)	Mn	26	14 a 15% de S
Molibdato de Amônio	Mo	54	5 a 7% de N
Molibdato de Sódio	Mo	39	—
Óxido de Zinco	Zn	50	—
Sulfato de Zinco	Zn	20	11% de S
Macronutrientes			
Enxofre Elementar	S	—	95
Sulfato de Cálcio (gesso)	Ca	16	13% de S
Cloreto de Cálcio	Ca	24	—
Sulfato de Magnésio	Mg	9	12 a 14% de S
Kieserita	Mg	16	21 a 27% de S
Óxido de Magnésio	Mg	55	—

Fonte: SBCS (2004).

Devido à baixa concentração de nutrientes dos adubos orgânicos, é necessário aplicá-los em volume maior do que no caso dos fertilizantes minerais, para suprir a mesma quantidade de nutrientes. Parte dos nutrientes está na forma orgânica, devendo ser mineralizada (decomposta) para se tornar disponível às plantas.

Tabela 16. Concentrações médias de nutrientes e teor de matéria seca de alguns materiais orgânicos.

	C.O.*	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	MS**
Material Orgânico	% (m/m)						
Cama de Frango (3-4 lotes)	30	3,2	3,5	2,5	4,0	0,8	75
Cama de Frango (5-6 lotes)	28	3,5	3,8	3,0	4,2	0,9	75
Cama de Frango (7-8 lotes)	25	3,8	4,0	3,5	4,5	1,0	75
Cama de Peru (2 lotes)	23	5,0	4,0	4,0	3,7	0,8	75
Cama de Poedeira	30	1,6	4,9	1,9	14,4	0,9	72
Cama Sobreposta de Suínos	18	1,5	2,6	1,8	3,6	0,8	40
Esterco Sólido de Suínos	20	2,1	2,8	2,9	2,8	0,8	25
Esterco Sólido de Bovino	30	1,5	1,4	1,5	0,8	0,5	20
Vermicomposto	17	1,5	1,3	1,7	1,4	0,5	50
Lodo de Esgoto	30	3,2	3,7	0,5	3,2	1,2	5
Composto de Lixo Urbano	12	1,2	0,6	0,4	2,1	0,2	70
Cinza de Casca de Arroz	12	1,2	0,6	0,4	2,1	0,2	70
Material Orgânico	kg/m ³						
Esterco Líquido de Suínos	9	2,8	2,4	1,5	2,0	0,8	3
Esterco Líquido de Bovinos	13	1,4	0,8	1,4	1,2	0,4	4

*C.O. = carbono orgânico; **MS = matéria seca. Fonte: SBCS (2004).

8. RECOMENDAÇÃO PARA AS CULTURAS

Na adubação, devem ser consideradas as quatro atitudes certas, também denominadas “4 Cs” (Figura 14). Aplicar a fonte certa, na dose certa, na época certa e no lugar certo (4 Cs) é o fundamento das boas práticas para uso eficiente de fertilizantes, necessárias para o manejo sustentável da nutrição das plantas e para o aumento da produtividade das culturas.

- **Fonte certa:** considerar a dose, a época e o local da aplicação. Fornecer os nutrientes em formas disponíveis para as plantas. Adequar a fonte às propriedades físicas e químicas do solo.
- **Dose certa:** consiste em ajustar a quantidade de fertilizante à necessidade da cultura. O excesso de fertilizante resulta em lixiviação, e sua deficiência resulta em menor rendimento e qualidade das culturas.
- **Época certa:** consiste em disponibilizar os nutrientes para as culturas nos períodos de necessidade. Os nutrientes são utilizados de forma mais eficiente quando sua disponibilidade é sincronizada com a demanda da cultura, ou seja, na época em que a cultura mais necessita. Por isso, as adubações nitrogenadas e potássicas devem ser parceladas.
- **Local certo:** consiste em colocar e manter os nutrientes onde as culturas podem absorvê-los. O método de aplicação é decisivo no uso eficiente do fertilizante. No caso do fósforo, por exemplo, a adubação deve ser localizada perto da planta.



Figura 14. Representação dos 4 Cs da adubação (Fonte certa, dose certa, época certa e lugar certo).

8.1. EXEMPLO DE RECOMENDAÇÃO PARA ALGUMAS CULTURAS

Vale salientar que todas as recomendações foram baseadas em Cavalcanti et al. (2008) pertencente à “Recomendação de adubação para o Estado do Pernambuco: 2ª aproximação”, uma vez que o Rio Grande do Norte não tem nenhum manual. As recomendações encontram-se nas Tabelas 17 a 23.

ABÓBORA IRRIGADA

- **Cultivares:** Maranhão e Jacarezinho
- **Espaçamento:** 3 x 3 m ou 4 x 3 m (Maranhão) ou 3x1 m ou 3 x 2 m (Jacarezinho)
- **Quantidade de plantas:** 833 a 3.333 plantas/ha
- **Produtividade média:** 20 t/ha (Maranhão) e 15 t/ha (Jacarezinho)
- **Produtividade esperada:** 30 t/ha (Maranhão) e 25 t/ha (Jacarezinho)
- **Calagem:** N.C.= $2 \times \text{Al} + [3 - (\text{Ca} + \text{Mg})]$. NC = necessidade de calagem.

Tabela 17. Recomendação para cultura da abóbora irrigada.

Teor no Solo	Plantio	Cobertura
—	Nitrogênio [kg/ha]	
Não considerado	30	90
mg/dm ³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [kg/ha]	
< 6	90	—
6 – 12	60	—
13 – 25	30	—
> 25	—	—
cmol/dm ³ de K	Potássio (K ₂ O) [kg/ha]	
< 0,08 30 60	30	60
0,08 – 0,15	30	30
0,16 – 0,30	—	—
> 0,30	—	—

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

ACEROLA

- **Espaçamento:** 5 x 4 m ou 4 x 4 m
- **Quantidade de plantas:** 500 a 625 plantas/ha
- **Produtividade média:** 6 t/ha
- **Produtividade esperada:** 15 t/ha
- **Calagem:** N.C.= $f \times [2 - (Ca+Mg)]$ ou $NC = f \times Al$ ($f=1,5$ arenoso, $f=2,0$ textura média e $f=2,5$ textura argilosa). N.C. = necessidade de calagem.
- **Matéria orgânica** = usar 20 L do esterco de curral bem curtido, por cova, 20 dias antes do plantio. Depois, uma vez por ano, aplicar 20 L por cova do esterco de curral na projeção da copa (parte sombreada).

Tabela 18. Recomendação para cultura da acerola.

Teor no Solo	Implantação		
	Plantio	Crescimento	2º ano em diante
—	Nitrogênio [grama por planta]		
Não considerado	20	80	240
mg/dm³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [grama por planta]		
< 11	120	—	120
11 – 20	80	—	80
>20	50	—	50
cmol _c /dm³ de K	Potássio (K ₂ O) [grama por planta]		
< 0,12	120	100	200
0,12 – 0,23	80	60	160
> 0,23	50	40	120

Observação: Doses de fósforo devem ser aplicadas de uma vez. Doses de nitrogênio e potássio devem ser parceladas em duas vezes.

Opções de adubo para melhor desenvolvimento: ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Ou sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

GOIABA

- **Variedades:** Pentecostes 3, White selection of Florida (polpas amarelas e brancas), Seleção IPA-22.1 e Red Selection of Florida 1 (polpa vermelha)
- **Espaçamento:** 6 x 6 m ou 6 x 5 m
- **Quantidade de plantas:** 277 a 333 plantas/ha
- **Produtividade média:** 10 a 15 t/ha
- **Produtividade esperada:** 30 t/ha
- **Calagem:** $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$ ou $NC = f \times Al$ ($f=1,5$ arenoso, $f=2,0$ textura média e $f=2,5$ textura argilosa). N.C. = necessidade de calagem.
- **Matéria orgânica** = usar 20 dias antes do plantio, 20 L por cova do esterco de curral bem curtido. Repetir anualmente, na projeção da copa.

Tabela 19. Recomendação para cultura da goiaba.

Teor no Solo	Implantação		Idade		
	Plantio	Crescimento	2º	3º	4º em diante
—	Nitrogênio [grama por planta]				
Não considerado	—	40	80	120	180
mg/dm³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [grama por planta]				
< 9	80	—	80	120	120
9 - 15	60	—	60	80	80
> 15	40	—	50	60	40
cmol/dm³ de K	Potássio (K ₂ O) [grama por planta]				
< 0,08	—	60	80	120	180
0,08 – 0,15	—	40	60	80	120
> 0,15	—	30	40	60	60

Observações: No primeiro ano aplicar todo o fósforo junto ao fertilizante orgânico. Parcelar o nitrogênio e o potássio em três aplicações próximas à época de chuvas.

No segundo ano, aplicar o fósforo todo de uma vez, junto à primeira parcela de nitrogênio. Novamente, parcelar o nitrogênio em duas vezes – no início e no meio do período de chuvas.

Aplicar o fertilizante na projeção da copa.

A partir do segundo ano, usar alguma fonte que tenha enxofre, como sulfato de amônio ou superfosfato simples ou sulfato de potássio.

MACAXEIRA

- **Cultivares:** Estrangeira, Manteiga, Boa Mesa e Rosa
- **Espaçamento:** 1,0 x 0,6 m
- **Quantidade de plantas:** 16.666 plantas/ha
- **Produtividade média:** 7 t/ha
- **Produtividade esperada:** 13 t/ha
- **Calagem:** $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$ ou $NC = f \times Al$ ($f=1,5$ arenoso, $f=2,0$ textura média e $f=2,5$ textura argilosa). N.C.=necessidade de calagem.
- **Matéria orgânica** = quando tiver, aplicar 1 L por planta do esterco de curral ou 0,5 L por planta de cama de aviário, bem curtido, principalmente em solos arenosos.

Tabela 20. Recomendação para cultura da macaxeira.

Teor no Solo	Plantio	Cobertura
—	Nitrogênio [kg/ha]	
Não considerado	15	15
mg/dm³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [kg/ha]	
< 11	60	—
11 - 20	30	—
> 20	15	—
cmol _c /dm³ de K	Potássio (K ₂ O) [kg/ha]	
< 0,12	40	—
0,12 – 0,23	20	—
> 0,23	10	—

Observações: A fertilização de cobertura deverá ser realizada aos 60 dias da brotação, ao redor das plantas, na projeção da copa.

Se for fazer calagem, use o calcário dolomítico com pelo menos 60 dias de antecedência.

MELANCIA IRRIGADA

- **Cultivar:** Crimson Sweet
- **Espaçamento:** 3,0 x 0,8 m
- **Quantidade de plantas:** 4.166 plantas/ha
- **Produtividade média:** 15 t/ha
- **Produtividade esperada:** 25 t/ha
- **Calagem:** $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$ ou $NC = f \times Al$ ($f=1,5$ arenoso, $f=2,0$ textura média e $f=2,5$ textura argilosa). N.C. = necessidade de calagem.
- **Matéria orgânica:** havendo disponibilidade, aplicar 20 L por hectare de esterco de curral antes do plantio.

Tabela 21. Recomendação para cultura da melancia irrigada.

Teor no Solo	Plantio	Cobertura
—	Nitrogênio [kg/ha]	
Não considerado	30	90
mg/dm ³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [kg/ha]	
< 6	120	—
6 – 12	90	—
13 – 25	60	—
> 25	30	—
cmol _c /dm ³ de K	Potássio (K ₂ O) [kg/ha]	
< 0,08	30	90
0,08 – 0,15	30	60
0,16 – 0,30	30	30
> 0,30	30	30

Observação: A aplicação do nitrogênio e do potássio, em cobertura, deverá ser realizada 25 dias após o plantio. Se o solo for arenoso, parcelar a aplicação em duas vezes, aos 20 e 40 dias após o plantio.

MELÃO IRRIGADO

- **Cultivares:** Gold Mine, AF 682, Tropical 10/00, Pele de sapo.
- **Espaçamento:** 2,0x0,5 m; 2,0x0,4 m; 2,0x0,3 m
- **Quantidade de plantas:** 10.000 e 16.666 plantas/ha
- **Produtividade média:** 15 t/ha
- **Produtividade esperada:** 25 t/ha
- **Calagem:** $N.C. = f \times [2 - (Ca+Mg)]$ ou $NC = f \times Al$ ($f=1,5$ arenoso, $f=2,0$ textura média e $f=2,5$ textura argilosa). N.C. = necessidade de calagem.

Tabela 22. Recomendação para cultura do melão irrigado.

Teor no Solo	Plantio	Cobertura
—	Nitrogênio [kg/ha]	
Não considerado	30	40
mg/dm ³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [kg/ha]	
< 11	30	—
11 – 30	20	—
> 30	10	—
cmol _c /dm ³ de K	Potássio (K ₂ O) [kg/ha]	
< 0,12	30	—
0,13 – 0,38	20	—
> 0,38	—	—

Observação: A aplicação de nitrogênio em cobertura deverá ser realizada 40 dias após o plantio.

MILHO

- **Cultivares:** híbridos comerciais.
- **Espaçamento:** 0,8 x 1,0 m com 5 plantas por metro linear.
- **Quantidade de plantas:** 50.000 e 62.500 plantas/ha
- **Produtividade média:** 0,56 t/ha
- **Produtividade esperada:** 3,5 t/ha
- **Calagem:** N.C. = $2 \times \text{Al} + [3 - (\text{Ca} + \text{Mg})]$. N.C. = necessidade de calagem.
- **Matéria orgânica:** aplicar, no momento do plantio, 20 L por hectare do esterco de curral curtido.

Tabela 23. Recomendação para cultura do milho.

Teor no Solo	Plantio	Cobertura
—	Nitrogênio [kg/ha]	
Não considerado	30	90
mg/dm ³ de P	Fósforo (P ₂ O ₅) [kg/ha]	
< 6	120	—
6 – 12	90	—
13 – 25	60	—
> 25	30	—
cmol _c /dm ³ de K	Potássio (K ₂ O) [kg/ha]	
< 0,08	30	90
0,08 – 0,15	30	60
0,16 – 0,30	30	30
> 0,30	30	30

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. V.H et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V. V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- ALVES, A. G. C. et al. Caracterização etnopedológica de Planossolos utilizados em cerâmica artesanal no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 379-388, 2005.
- ARAÚJO, A. L. **Abordagem etnopedológica em assentamento rural no semiárido cearense**. 2011. 134 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará (UFC), Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas.
- ARAÚJO, J. L. S. Amostragem e coleta de solo. **Projeto Rondon**. UFRA. Sindicato dos Produtores Rurais de Capitão Poço. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/JosLeandroAraujo/coleta-e-amostragem-de-solo>>. Acesso em: 07 nov. 2017.
- CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. (Eds). **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005. 309 p.
- CAVALCANTE, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado do Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. rev. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA, 2008. 215 p.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_RN.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.
- FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 77 p.
- GEO-CONCEIÇÃO. **Solo e os tipos de intemperismo**. 2017. Disponível em: <<http://geoconceicao.blogspot.com.br/2014/07/solo-e-os-tipos-de-intemperismo.html>> Acesso em: 05 nov. 2017.
- GROTH, M. Z.; ROZA-GOMES, M. F.; LAJÚS, C. R. Avaliação da fertilidade do solo no Município de São José do Cedro, SC, Brasil. **Evidência**, Joaçaba v. 13, n. 2, p. 109-122, 2013.
- INOVAGEO (2017). **Geologia e Meio Ambiente. Portal tudo do RN**. Disponível em: <http://tudodorn.blogspot.com.br/2014/11/solos-do-rn.html>. Acesso em: 27 fev. 2017. (Enviado e Editado por Vítor Peixoto).

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Universidade Federal do Paraná: UFPR. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 2007. 130p.

LOPES, A. S. et al. **Sistema plantio direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 110 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARTINS, J. C.; GONÇALVES, M. C.; RAMOS, T. B. **A salinidade dos solos**: extensão, prevenção e recuperação. Vida Rural, Dossier técnico. 38-39 p. maio, 2017. Disponível em: <<http://www.vidarural.pt/wp-content/uploads/sites/5/2017/07/aqui.pdf>> Acesso em: 13 nov. 2017.

MELO, R. M. et al. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 12, n. 4, p. 376–380, 2008.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Apostila da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. mai, 2006. Disponível em: <https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SALEMI, L. F. **A estrutura e a drenagem do solo**, 2009. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/a-estrutura-e-a-drenagem-do-solo/25011/>>. Acesso: 12 nov. 2017.

SANTOS, H. G. dos. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

SANTOS, L. **Estudos e publicações**: Cartilha com técnicas de preparo de solo. 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYrcAK/cartilha-manejo-solo/>> Acesso em 07 nov. 2017.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo**. Viçosa, 2007. p. 275-357. Sociedade Brasileira de Ciências do solo.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, RS. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10. ed. 2004. 400 p.

VALE JÚNIOR, J. F. et al. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p.158-165, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1 - EXEMPLOS DE CÁLCULOS PARA ADUBAÇÃO

Tabela 24. Exemplo do cálculo para adubação de abóbora irrigada em kg/ha.

Nitrogênio (Ureia)	Fósforo Superfosfato Triplo (SPT)	Potássio Cloreto de Potássio (KCl)
100 kg ureia — 44 kg N X ----- 30 kg N X = 68 kg ha de ureia	100 kg SPT — 41 kg P ₂ O ₅ X ----- 90 kg P ₂ O ₅ X = 219,5 kg ha SFT	100 kg KCl — 58 kg K ₂ O X ----- 30 kg K ₂ O X = 51,7 kg ha KCl

Tabela 25. Exemplo do cálculo em kg/ha para aplicação mlinear (metro linear).

Exemplo de adubação para cultura anual Milho com espaçamento (0,80 m ou 80 cm). 120 kg P₂O₅
100 kg SPT — 41 kg P₂O₅ X ----- 120 kg P₂O₅ X = 292,7 kg/ha SFT 292,7 kg = 292.700 g (292,7 x 1000 g) 1 ha = 10.000 m2 = 100 m x 100 m. Transformação para ML.: (100 m / espaçamento da cultura) x 100 m ML = (100/0,80) x 100 = 12.500 mlinear Quantidade de adubo (QA) = quantidade de adubo/ML QA = 292.700/12.500 = 23,41 g/mlinear g/metro linear de sulco = (adubo kg/ha x espaçamento em metro) / 10 g/metro linear de sulco = (292,7 x 0,8 m) /10 = 23,41 g/mlinear de sulco

Tabela 26. Exemplo de cálculo para adubação quando se fornece enxofre (S) com superfosfato simples, e fósforo com superfosfato triplo.

Nitrogênio (Ureia)	Enxofre Superfosfato Simples (SPS)	Desconto do P no Superfosfato Simples (SPS)
100 kg ureia — 44 kg N X ————— 30 kg N X = 68 kg ha de ureia	100 kg SPS — 12 kg S X ————— 30 kg S X = 250 kg ha SPS	100 kg SPS — 18% P_2O_5 250 kg SPS — X kg P_2O_5 X = 45 kg P_2O_5
Fósforo Superfosfato Triplo (SPT)	Potássio Cloreto de Potássio (KCl)	
100 kg SPT — 41 kg P_2O_5 X ————— 45 kg P_2O_5 X = 109,7 kg ha SFT	100 kg KCl — 58 kg K_2O X ————— 30 kg K_2O X = 51,7 kg ha KCl	

Valores de referência: 30 kg S/ha; 90 kg P_2O_5 /ha; N = 30 kg/ha e 30 kg K_2O /ha.

Do total de 90 kg P_2O_5 /ha, 45 kg P_2O_5 /ha foi fornecido pelo SPS; portanto, calcular apenas para diferença.

ANEXO 2 - EXEMPLOS DE QUANTIDADE DE NUTRIENTE NO SOLO A PARTIR DA ANÁLISE DE ROTINA

Nº	IDENTIFICAÇÃO	N	pH	CE	Mat. Org.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	CTC	V	m	PST
		g/kg	água	ds/m	g/kg	mg/dm³			cmol _c /dm³							%		
2	AMOSTRA: 5449	2,38	6,69	—	15,03	401,4	312,8	306,0	13,60	3,20	0,00	0,91	18,93	18,93	19,84	95	0	7

1) Calcular quantas toneladas de matéria orgânica por hectare.

$15,03 \text{ g dm}^3 \text{ ----- } 1 \text{ dm}^3$
 $X \text{ ----- } 2.000.000 \text{ dm}^3$
 $X = 30,6 \text{ t/ha}$

$1 \text{ ha} = 100 \times 100 \times 0,20 \text{ m} = 2.000 \text{ m}^3$
 $1 \text{ ha} = 2.000.000 \text{ dm}^3$

2) Calcular a quantidade de fósforo (P) por hectare na camada de 20 cm.

$401,4 \text{ mg/dm}^3 \text{ ----- } 1 \text{ dm}^3$
 $X \text{ ----- } 2.000.000 \text{ dm}^3$
 $X = 802,8 \text{ kg/ha}$

Observação: $\text{mg/dm}^3 = 2 \times P \text{ kg/ha}$

3) Transformar K de mg/dm³ em cmol_c/dm³

$312,8 \text{ mg/dm}^3$
 $1 \text{ mol/L} = 39,1 \text{ g} = 1 \text{ cmol/L} = 0,391 \text{ g} = 1 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3 = 0,391 \text{ g/1} \quad K^+ = \text{carga} = 1$
 $1 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3 \text{ ----- } 0,391 \text{ g}$
 $X \text{ ----- } 0,313 \text{ g}$
 $X = 0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$

4) Calcular a quantidade de cálcio em 1 ha.

$$1 \text{ mol/L} = 40 \text{ g} \text{ ===== } \text{cmol}_c/\text{dm}^3 = 40 / 2 / 100 = 0,2 \text{ g}$$

$$1 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3 \text{ ----- } 0,2 \text{ g}$$

$$13,60 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3 \text{ ----- } X \text{ g}$$

$$X = 2,72 \text{ g} / \text{dm}^3$$

$$2,72 \text{ g}/\text{dm}^3 \text{ ----- } 1 \text{ dm}^3$$

$$X \text{ ----- } 2.000.000 \text{ dm}^3$$

$$X = 5.440 \text{ kg/ha}$$

5) Preparar 1,0 tonelada da fórmula 4-20-20, usando como fonte de adubação: sulfato de amônio, DAP, SFT e KCl. A mistura deve conter 3% de enxofre.

Para 1000 kg: 4 - 20 -20 (N, P₂O₅ e K₂O) + 3% S (x100)

$$40 - 200 - 200 \quad + 30 \text{ kg}$$

Observação: sempre começar com a menor porcentagem.

Enxofre Sulfato de amônio	Desconto do N Sulfato de amônio	Fornecer N com DAP
100 kg SA ---- 24 kg S X ----- 30 kg S X = 125 kg ha SA/ton	100 kg SPS --- 20 kg N 125 kg SA ---- x kg N X = 25 kg ha N/SA	100 kg DAP --- 18% kg N X ----- 15 kg N X = 83,3 kg DAP/ton
Desconto do Fósforo no DAP	Fornecer P com SFT	Potássio Cloreto de Potássio (KCl)
100 kg DAP --- 46 kg P ₂ O ₅ 83,3 kg DAP --- X kg P ₂ O ₅ X = 38,3 kg ha P ₂ O ₅ /DAP	100 kg SPT --- 42 kg P ₂ O ₅ X ----- 161,7 kg P ₂ O ₅ X = 85 kg ha SFT/ton	100 kg KCl --- 60 kg K ₂ O X ----- 200 kg K ₂ O X = 333 kg ha KCl/ton

Observação: descontar os nutrientes existentes nos adubos.

Descontos = Precisa de 40 kg N - 25 kg N já fornecido com SA = 25 kg N

Descontos = Precisa de 200 kg P₂O₅ - 38,3 kg P₂O₅ já fornecido com DAP = 161,7 kg P₂O₅

Somar tudo:

125 kg SA + 83,3 kg DAP + 385 kg SPT + 333 kg KCl = 926,3 kg da fórmula

926,3 kg da fórmula + 73,7 enchimento (talco) = 1.000 kg da fórmula.

ANEXO 3 - REGULAGEM DE ADUBAÇÃO

a) A Lanço:

Deve-se, primeiro, definir a dose do adubo (kg/ha). Em segundo lugar, definir a velocidade do trator V (m/s). Depois, deve-se conhecer a vazão –Q (kg/s) e, por último, a largura efetiva L (m), por exemplo.

$$\text{Fórmula: } D = (Q / V \times L) / 10000$$

Para calcular a velocidade do trator, deve-se medir o tempo gasto pelo trator para percorrer uma distância conhecida, na marcha e na rotação que serão utilizadas na aplicação do adubo. Para verificar a vazão, pode-se olhar no manual o valor para aquelas condições já definidas ou se pode calcular manualmente, coletando o adubo que é jogado por um período de tempo conhecido. Por fim, para verificar a largura efetiva, pode-se olhar no manual o valor ou calcular manualmente, medindo a quantidade e a distância em que o adubo é jogado.

Exemplo de recomendação segundo **Bürgi Consultoria Agropecuária**.

Dose de 180 kg/ha de ureia

Largura efetiva de 8 metros (L)

Velocidade de 9 km/h (2,5 m/s) = (9/3,6 = 2,5) (V)

Como regular a máquina?

$$D = (Q / V \times L) / 10000$$

$$Q = (D \times V \times L) / 10000$$

$$Q = (180 \times 2,5 \times 8) / 10000$$

$$Q = 0,36 \text{ kg/s}$$

Para medirmos essa vazão com maior exatidão, coletamos o adubo por 60 segundos. Esse material deve ser coletado através de um saco plástico ou uma lona que permita recolher todo o material lançado pelo implemento.

$$Q = 0,36 \text{ kg/s} \times 60\text{s}$$

$$\mathbf{Q = 21,6 \text{ kg}}$$

Portanto, para a regulagem da máquina, é necessário usar 21,6 kg de adubo durante 1 minuto. 2/4

b) Em linha:

1) Deve-se calcular o comprimento em metros de sulco por hectare.

Ex. Espaçamento de 80 cm (0,8 m) em 1 ha = 10.000 m² (milho)

$$10.000 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ m} = 12.500 \text{ m sulco} / \text{ha}$$

2) Deve-se calcular a quantidade de adubo desejada por metro de sulco, dividindo a quantidade de adubo por hectare.

3) Posicionar a alavanca de regulação numa posição pré-determinada e colocar um recipiente (saco plástico) sob as linhas a serem testadas.

4) Percorrer uma distância estabelecida.

5) Com auxílio de uma balança, deve-se pesar o adubo que foi coletado pelo recipiente.

6) Diminuir ou aumentar a regulação do mecanismo dosador até que os valores desejado e obtido se igualem.

Exemplo:

Adubação de ureia – 90 kg/ha; espaçamento de 80 cm

$10.000/0,8 = 12.500 \text{ m sulco/ha}$

$90.000 \text{ g} / 12.500 \text{ m} = 7,2 \text{ g/m}$

Distância percorrida = 50 metros

$7,2 \text{ g} \times 50 = 350 \text{ g em } 50 \text{ m}$

Supondo que tenha encontrado 500 g em 50 metros, daria $500/50 = 10 \text{ g/m}$

Nesse caso, regular a adubadora até a dose de 7,2 g/m.

ANEXO 4 - REGULAGEM DE SEMEADORA

a) Semeadora de Fluxo Contínuo:

- 1) Deve-se calcular o comprimento em metros de sulco por hectare.
- 2) Calcular o peso de semente desejada por metro de sulco, dividindo o peso de semente por hectare.
- 3) Posicionar a alavanca de regulagem numa posição pré-determinada e colocar um recipiente (saco plástico) sob as linhas a serem testadas.
- 4) Percorrer uma distância estabelecida.
- 5) Pesar as sementes que foram coletadas pelo recipiente.
- 6) Diminuir ou aumentar a regulagem do mecanismo dosador até que os valores desejado e obtido se igualem.

Exemplo: Semear *Brachiaria ruziziensis* (R. Germ & Evrard)

Deseja semear 8 kg/ha.

Espaçamento de 15 cm

$10.000/0,15 = 66.666,67$ m sulco/ha

$8.000 \text{ g} / 66.666,67 = 0,12 \text{ g/m}$

Distância percorrida = 50 metros

$0,12 \text{ g} / \text{m} \times 50 = 6 \text{ g}$

b) Semeadora de precisão:

- 1) Determinar a quantidade de sementes por hectare. Para isso, deve-se levar em consideração a população de plantas, o poder germinativo e a sobrevivência da cultura.
- 2) Calcular o comprimento de sulco por ha.
- 3) Determinar a quantidade de sementes por metro.
Sementes por m = (sementes/ha) / (comprimento do sulco/ha)
- 4) Deslocar o implemento ou rodar a roda.

5) Calcular a quantidade de sementes que caíram em 1 metro.

6) Regular a relação de transmissão para tornar os valores obtido e desejado bastante próximos.

Exemplo: cultura do milho com seguintes dados.

População: 70.000 plantas/ha

Espaçamento: 0,70 m ou 70 cm

Poder Germinativo = 80% ($80/100 = 0,8$)

Sobrevivência = 90% ($90/100 = 0,9$)

1) Quantidade de sementes por hectare

$$70.000 / (0,8 \times 0,9) = 97.222 \text{ sem/ha}$$

2) Comprimento de sulco por hectare

$$10.000 / 0,7 = 14.285,71 \text{ m sulco/ha}$$

3) Quantidade de sementes por metro

$$97.222 / 14.285,71 = 6,8 \text{ sementes/m}$$

4) Distância percorrida = 50 metros

$$\text{Deslocado } 50 \text{ m} = 340 \text{ sementes}$$

5) Supondo que tenha dado 450 sementes em 50 m = 9 sementes por metro

Nesse caso, $9 > 6,8$ sementes

6) Supondo relação de transmissão $i = 1,25$

$$I1 \text{ --- } 6,8$$

$$I2 \text{ --- } 9$$

$$I2 = (1,25 \times 9)/6,8$$

$$I2 = 1,65$$

7) Procurar um par de rodas dentadas que produza essa relação de transmissão.

Editora Universitária da UFERSA (EdUFERSA)
Av. Francisco Mota, 572
Compl.: Centro de Convivência
Costa e Silva - Mossoró/RN - CEP: 59.625-900
(84) 3317-8267
<https://edufersa.ufersa.edu.br>
edufersa@ufersa.edu.br

Dimensão: 14x21 cm
Papel do miolo: Couchê liso em papel 115 g/m
Papel da capa: Couchê 230 g/m
Laminação da capa: fosca
Número de páginas: 70
Acabamento: Colado e costurado (Homelt)

ISBN 978-85-5757-097-9



PROEC
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA

FGD FUNDAÇÃO
GUIMARÃES
DUQUE

UNIVERSIDADE FEDERAL
UFERSA
RURAL DO SEMI-ÁRIDO