

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO**



**MANUAL DE FERTILIDADE
DO SOLO E FERTILIZAÇÃO
DAS CULTURAS**

SÃO JORGE DOS ÓRGÃOS - REPÚBLICA DE CABO VERDE

1997

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO

**MANUAL DE FERTILIDADE
DO SOLO E FERTILIZAÇÃO
DAS CULTURAS**

Trabalho elaborado no âmbito do Projecto "*Estudo da Fertilidade dos Solos e da Fertilização das Culturas de Cabo Verde*" levado a cabo pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA - Portugal) e Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA - Cabo Verde)

Projecto financiado pelo Instituto da Cooperação Portuguesa

São Jorge dos Orgãos - República de Cabo Verde
1997

ERRATA

	Onde se lê:	Deve ler-se:
Pág. 34, 5ª coluna	Média Alta	Muito Alta
Pág. 45, Tabela 3, cultura da cebola, coluna Alto, 6ª linha	1	>1
Pág. 45, Tabela 3, cultura da cenoura, coluna Baixo, última linha	0,40 – 0,4	0,40 – 0,50
Pág. 45, Tabela 3, cultura da cenoura, coluna Sufic., última linha	90,5 – 1,5	0,5 – 1,5
Pág. 57, linha 17	300kg / 4 semanas	300 kg/ ha / 4 semanas
Pág. 62, linha 35 de Solos, Plantas e Águas de Solos, Águas e Plantas

Título: *Manual de Fertilidade do Solo e Fertilização das Culturas*

Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário

Fotocomposição, impressão e acabamento

Sociedade Astória, Lda.

Depósito Legal: 118319/97

ÍNDICE

	Pág.
PREFÁCIO	9
1 — INTRODUÇÃO	11
2 — FERTILIDADE DO SOLO	15
2.1 — CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS GERAIS DO SOLO	16
• Complexo de troca (coloidal) do solo	16
• Reacção do solo (pH).....	18
• Matéria orgânica	21
• Salinidade do solo (CE)	22
2.2 — NUTRIENTES MINERAIS	24
2.3 — COLHEITA DE AMOSTRAS DE TERRA	30
2.4 — ANÁLISE DA TERRA.....	32
3 — ESTADO NUTRITIVO DAS CULTURAS. SUA AVALIAÇÃO	37
3.1 — DIAGNÓSTICO VISUAL. ANÁLISE FOLIAR.....	37
3.2 — INSTRUÇÕES GERAIS SOBRE A COLHEITA DE AMOS- TRAS PARA ANÁLISE FOLIAR	39
3.3 — PADRÕES INTERPRETATIVOS DOS TEORES FOLIARES .	43
4 — FERTILIZANTES	49
4.1 — ADUBOS	49

4.1.1 — Adubos elementares	49
4.1.2 — Adubos compostos	52
4.2 — CORRECTIVOS	53
4.3 — TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES	54
4.4 — MISTURAS DE FERTILIZANTES. QUADRO DE COMPATIBILIDADES	58
5 — FERTILIZAÇÃO DO SOLO E DAS CULTURAS	61
5.1 — FERTILIZAÇÃO RACIONAL	62
5.2 — RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO	63
5.3 — TABELAS DE FERTILIZAÇÃO PARA AS PRINCIPAIS CULTURAS	63
5.3.1 — Culturas de sequeiro	63
1 — Mancarra ou Amendoim	63
2 — Consociação Milho x Feijão	64
5.3.2 — Culturas de regadio	65
3 — Alfobres ou Viveiros	65
4 — Alface	66
5 — Alho; Alho porro ou francês	66
6 — Bananeira	67
7 — Batata comum	68
8 — Batata doce	69
9 — Beringela	70
10 — Cana de açúcar	71
11 — Cebola	72
12 — Cenoura	73
13 — Couve-flôr	74
14 — Mandioca	74
15 — Melão e Melancia	75
16 — Nabo	76
17 — Papaieira ou Mamoeiro	76
18 — Pepino	78
19 — Pimento	78
20 — Rabanete	79
21 — Repolho	80
22 — Tomate	80
5.4 — A FERTILIZAÇÃO E A QUALIDADE DO AMBIENTE	81

6 — BIBLIOGRAFIA	83
7 — ANEXOS	85
• Anexo A — Ficha informativa de amostras	86
• Anexo B — Relatório de análise de terra	88
• Anexo C — Ficha informativa de material vegetal para análise	89
• Anexo D — Instruções para a colheita de material foliar da bananeira	90
• Anexo E — Tabela de factores de conversão	92
• Anexo F — Glossário	93

PREFÁCIO

As necessidades alimentares dos países vêm crescendo aceleradamente ao longo dos anos, acompanhando um crescimento também acelerado das populações. A satisfação destas necessidades tem posto uma pressão tremenda nos sistemas de produção agrícola.

O aumento da produção agrícola através da conquista de novas terras é uma fraca possibilidade para muitos países. As alternativas terão que provir da maximização da produção por unidade de área cultivada, utilizando tecnologias e factores de produção adequados. É neste contexto que a exploração do potencial de fertilidade de solos e fertilização de culturas deverá jogar um papel importante.

Tradicionalmente, Cabo Verde é considerado um país cujos solos, de origem vulcânica, são relativamente férteis. Contudo, o potencial para aumento da produção das culturas pluviais e irrigadas, tanto através da fertilização orgânica como da fertilização mineral são visíveis. A taxa de utilização de fertilizantes tem sido bastante baixa, quer devido aos altos preços destes produtos, quer devido a um desconhecimento do seu potencial e formas da sua utilização. A escolha de materiais e sua importação tem sido também conduzida de forma inadequada.

O Projecto “Estudo da Fertilidade dos Solos e da Fertilização das Culturas de Cabo Verde”, implementado pelo Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA) de Cabo Verde e pelo Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS) do Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA) de Portugal, vem-se debruçando sobre a investigação neste sector desde 1994. Este manual é resultado de uma colaboração entre estas duas instituições, que envolveu trabalhos a nível de laboratórios, horto, estação experimental e campos

de agricultores. A sua elaboração deve-se principalmente ao Coordenador Geral do Projecto e seu Adjunto, Eng.^{os} J. C. Soveral Dias e A. S. Videira da Costa, respectivamente.

Estamos conscientes que este manual é um produto inacabado. A investigação no sector da fertilidade num país com a diversidade de Cabo Verde só poderá ser uma tarefa a longo prazo, para a qual mantemos o nosso compromisso. Contudo, as informações e recomendações indicadas neste manual, bem como a existência de um serviço moderno e funcional de análise de solos e plantas, deverão servir de base para o início de uma nova era no tocante à utilização alargada e adequada de fertilizantes e, conseqüentemente, de aumento da produção agrícola.

Este manual é recomendado a investigadores e técnicos ligados à produção agrícola, bem como a extensionistas, agricultores e operadores do sector privado. Esperamos que contribua grandemente para o processo de modernização e aumento da produção agrícola em Cabo Verde.

José Gabriel Vitória Levy, Ph.D.
Presidente do INIDA

1. INTRODUÇÃO

Cabo Verde é um País cujas necessidades em bens alimentares aumentam constantemente face a uma população em ritmo elevado de crescimento demográfico. As suas potencialidades naturais para a produção desses bens são, todavia, fortemente limitadas por condições desfavoráveis de clima e escassez de solos com boa aptidão para a agricultura.

A sua situação geográfica, entre as latitudes 17° 12' e 14° 18' Norte e as longitudes 22° 44' e 25° 22' Oeste, confere-lhe um clima característico da região do Sahel: uma estação das chuvas muito curta, de Agosto a Outubro, em que ocorrem, de forma assaz errática, quedas pluviométricas de grande intensidade, dotadas de enorme poder erosivo, que se faz sentir de forma muito nefasta sobretudo nas ilhas de Santiago, Santo Antão e Fogo face ao acidentado do seu relevo e à ausência ou escassez de coberto vegetal protector. As numerosas linhas de água, de regime torrencial, escoam para o mar a maior parte da água das chuvas juntamente com grandes quantidades de carrejos de materiais sólidos arrancados à camada mais fértil do solo – a camada superficial.

A quantidade de precipitação varia muito com a altitude, condicionando fortemente a agricultura de sequeiro feita sobretudo à base de milho e feijão consociados que, na ilha de Santiago, será de viabilidade muito duvidosa em altitudes inferiores a 400 m, devido aos elevados riscos de não produção que corre o agricultor a não ser em certas zonas de menor altitude com características climáticas menos desfavoráveis (SILVA, 1992). Isto significa que só em apenas cerca de um quarto da superfície da ilha de Santiago ocorrem condições climáticas minimamente adequadas para a agricultura de sequeiro. Na parte restante do território apenas a agricultura de regadio terá viabilidade.

Assim, dadas as severas limitações que a escassez e, sobretudo, a aleatoriedade de recursos hídricos utilizáveis põem à agricultura de sequeiro, haverá que tirar o melhor partido possível do regadio nas zonas onde haja solos com aptidão e água com qualidade suficiente para rega.

No tocante a solos, os recursos disponíveis são, igualmente, limitados. Numa proporção muito elevada não possuem aptidão para a agricultura, ou porque são esqueléticos, sem espessura efectiva, ou porque os declives, com excepção das ilhas rasas, sem importância agrícola, são muito acentuados. Os solos incipientes são largamente predominantes, sobretudo os leptossolos (litossolos e solos litólicos). Os fluvisolos (aluviosolos), por seu lado, têm uma representação muito reduzida, contrariamente ao que acontece com os cambissolos (solos iso-húmicos) em Santiago e os andossolos e coluviosolos no Fogo.

Os solos com maior aptidão para a agricultura apresentam, do ponto de vista da sua fertilidade, limitações mais ou menos severas que condicionam fortemente a sua produtividade. Essas limitações são devidas, fundamentalmente, a uma carência muito acentuada e generalizada de azoto. Ocorrem, também, com uma certa frequência, carências de potássio e de zinco, como o revelaram estudos levados a cabo nas décadas de 60 e de 70 pela Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar (MEAU) em solos e culturas de regadio da ilha de Santiago e posteriormente confirmadas por outros estudos realizados no INIDA, designadamente no âmbito do projecto "Estudo da fertilidade dos solos e da fertilização das culturas de Cabo Verde". Poderão, eventualmente, ocorrer outras carências minerais, ainda não identificadas, com efeito negativo sobre a produção quantitativa e qualitativa das culturas.

Constituindo a água, como se disse, um recurso assaz escasso e limitante das produções na agricultura cabo-verdiana, haverá, por isso, que otimizar a sua eficácia, não apenas através do seu uso mais correcto em regadio com dotações e técnicas de aplicação mais adequadas, mas, também, proporcionando às culturas, quer de regadio quer de sequeiro, condições apropriadas de nutrição mineral.

Tal objectivo só poderá alcançar-se através da prática da fertilização racional que pressupõe uma informação suficiente sobre as condições de fertilidade dos solos e as necessidades nutritivas das culturas.

No INIDA dispõe-se já desse conhecimento e/ou dos meios humanos (especialistas em fertilidade do solo e nutrição das plantas) e de meios materiais

(laboratórios e outras infra-estruturas) indispensáveis para obter tal informação. Estão, por isso, reunidas condições para promover e apoiar em Cabo Verde a prática da fertilização racional, contribuindo, assim, para uma melhor utilização dos recursos naturais, solo-água-planta, na produção de bens alimentares de que o País necessita.

Com a prática da fertilização racional será possível aumentar a produção unitária das culturas, melhorar a eficácia da água tanto em culturas de regadio como em culturas de sequeiro, obter melhores rendibilidades dos investimentos em fertilizantes e noutros factores de produção, melhorar os rendimentos dos agricultores e a sua qualidade de vida e diminuir a dependência do País em bens alimentares provenientes do estrangeiro.

Com a publicação do presente MANUAL DE FERTILIDADE DO SOLO E FERTILIZAÇÃO DAS CULTURAS pretende-se contribuir para a divulgação de uma tal prática cultural. Através dele se procura, de algum modo, difundir conhecimentos sobre a fertilidade do solo, nutrição das culturas e fertilizantes e sobre a fertilização dos solos e das principais culturas de Cabo Verde. Nele se tratam, de forma algo sumária, aspectos importantes relativos à fertilidade do solo, ao estado nutritivo das culturas e sua avaliação, aos fertilizantes (adubos e correctivos agrícolas) e, por fim, apresenta-se informação relevante sobre a fertilização racional do solo e das principais culturas de Cabo Verde.

As tabelas de fertilização, que agora se publicam, foram elaboradas com base em resultados de investigações levadas a efeito no País, ao longo de muitos anos, por diversas instituições e no quadro de vários projectos, incluindo aquele no âmbito do qual surge este MANUAL. Sempre que necessário, na falta ou insuficiência de informação própria obtida nas condições locais, recorreu-se à informação disponível na literatura da especialidade.

O programa de computador utilizado no serviço informatizado do INIDA de análise de terras e plantas e de recomendações de fertilização foi preparado a partir da informação contida no presente MANUAL. Espera-se que a ampla divulgação deste entre os técnicos extensionistas de Cabo Verde possa contribuir de forma segura para facilitar o funcionamento eficiente desse serviço.

Espera-se, igualmente, que, em futuras edições, o MANUAL vá sendo progressivamente aperfeiçoado e melhorado com base nos resultados de novos estudos sobre a fertilidade dos solos e a nutrição das principais culturas de Cabo Verde e sobre as técnicas da sua fertilização, estudos esses que será necessário prosseguir e aprofundar.

2. FERTILIDADE DO SOLO

O solo é a camada de terra, com maior ou menor espessura, em que as plantas se desenvolvem. É constituído fundamentalmente por uma mistura de matéria mineral com grau de finura variável, proveniente da meteorização das rochas, e de matéria orgânica de natureza vegetal ou animal mais ou menos decomposta. As partículas minerais e orgânicas podem ligar-se umas às outras e constituir agregados (estrutura), deixando entre si espaços (poros) por onde circula o ar e a água indispensáveis à planta.

É nesta camada que as plantas se fixam através das suas raízes e dela absorvem a água e os alimentos (nutrientes) de que necessitam para crescer e se desenvolver.

Um solo em que as plantas crescem e produzem bem diz-se que tem boa **fertilidade**.

Muitos factores afectam a fertilidade do solo e a sua produtividade, podendo alguns deles ser objecto de controlo e melhoria enquanto com outros tal não é possível. Um solo fértil é aquele que é capaz de fornecer às plantas os nutrientes em quantidades e proporções adequadas ao seu crescimento e desenvolvimento. Para além disso, deverá ainda possuir outras características ou propriedades favoráveis à planta, tais como boa profundidade, permeabilidade, ausência de impermees, etc, não devendo, ainda, conter substâncias tóxicas. A maioria daquelas propriedades podem ser observadas e apreciadas em pleno campo, bastando para tal um exame do perfil do solo. Outras, pelo contrário, só com o recurso a uma análise físico-química é possível serem apreciadas. Estão neste caso a **capacidade de troca catiónica**, a **reação do solo (pH)**, o teor de **matéria orgânica**, o teor em **nutrientes minerais** e o teor de **sais**, este geralmente indicado pela condutividade eléctrica, que, no fundo, são as características que a fertilização mais facilmente modifica.

2.1 — CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS GERAIS DO SOLO

A matéria sólida do solo é constituída por partículas minerais e orgânicas, de várias dimensões, conferindo-lhe características próprias, consoante predominam as partículas mais finas ou mais grosseiras. Do ponto de vista da nutrição das plantas, apenas as partículas com dimensões inferiores a 2 mm são consideradas, sendo sobre elas que é efectuada a análise físico-química.

• COMPLEXO DE TROCA (COLOIDAL) DO SOLO

As partículas mais finas do solo, sejam minerais (argila), sejam orgânicas (húmus), exibem características especiais, de que se salientam as propriedades *coloidais*. Os colóides possuem a capacidade de *adsorver iões*, isto é, atraem os iões, que ficam retidos à sua superfície. Os iões são partículas carregadas electricamente, podendo ter carga eléctrica positiva (+), recebendo o nome de **catiões**, ou negativa (-), recebendo o nome de **aniões**. As cargas eléctricas são indicadas em expoente, por exemplo, Ca^{++} ou Ca^{2+} , significando neste caso que o cálcio se encontra na forma iónica, tendo duas cargas eléctricas positivas. A atracção entre dois iões é sempre entre iões de sinais contrários, isto é, um catião atrai um anião e vice-versa, não havendo atracção entre iões com cargas eléctricas do mesmo sinal.

Os colóides do solo, argila e húmus, apresentam cargas eléctricas positivas e negativas, sendo dominantes, no entanto, as cargas negativas. Daí resulta que os catiões sejam os iões adsorvidos dominantes. A capacidade máxima que o solo tem de adsorver catiões recebe o nome de **capacidade de troca catiónica**. O termo **troca** resulta do fenómeno dos iões poderem ser trocados ou permutados por outros com cargas eléctricas do mesmo sinal: um catião adsorvido, por exemplo, o catião Ca^{++} , pode ser trocado por dois catiões K^+ que se encontrem na solução do solo (dá-se o nome de solução à água que contém sais dissolvidos, que é o que acontece à água do solo). Este fenómeno ocorre natural e permanentemente, encontrando-se os iões da solução do solo em equilíbrio com aqueles que se encontram adsorvidos. Sob a acção das águas da chuva ou rega, os iões da solução podem ser arrastados em profundidade, criando-se um desequilíbrio, o que obriga a que outros iões adsorvidos passem para a solução. Idêntico fenómeno ocorre quando a planta absorve os nutrientes minerais da solução do solo (os nutrientes minerais são habitualmente absorvidos na forma de iões).

Como regra, a substituição dos catiões do sistema de troca é feita por troca com hidrogénio (H^+) ou alumínio (Al^{3+}) provenientes da decomposição da matéria orgânica ou meteorização dos diversos minerais do solo. Nestes casos, o solo vai ficando cada vez mais pobre em **bases** (designação dos catiões cálcio, magnésio, potássio e sódio), tornando-se cada vez mais **ácido**. Pelo contrário, a adição de um adubo aumenta a concentração de iões na solução, o que leva a que o catião transportado pelo adubo possa substituir os que estão adsorvidos. Esta troca realiza-se de acordo com a força iónica do ião, tendo os iões com duas cargas eléctricas mais força que aqueles que apenas possuem uma.

A soma dos catiões Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ existentes no sistema de troca recebe o nome de **soma das bases de troca**. Expressando este valor em percentagem da capacidade de troca catiónica fica a conhecer-se o **grau de saturação em bases**. Como regra, os solos mais produtivos, apresentam valores de saturação da ordem dos 80 %, embora haja solos com valores mais baixos e também de grande potencial produtivo, dependendo muito da natureza da rocha mãe ou material originário do solo. Os solos de Cabo Verde têm a sua origem em rochas vulcânicas, muito ricas em bases e, devido às características de aridez do Arquipélago, a maioria dos solos apresentam um grau de saturação em bases elevado.

Dada a complexidade do sistema de troca e a interacção existente entre os colóides, iões, raízes das plantas, solução do solo, etc, aquele recebe muitas vezes a designação de **complexo coloidal** ou **complexo de troca**. Assim, quando se fala do complexo de troca ou complexo coloidal do solo, faz-se referência à capacidade do solo em adsorver os iões, principalmente os que são nutrientes minerais para as plantas, como o cálcio, magnésio, potássio, etc, bem como a todos os fenómenos que lhe estão associados.

É através do processo de adsorção e troca de iões que o complexo coloidal pode ser melhorado, em termos de fertilidade potencial, com os correctivos. Os solos com teores elevados de argila ou de matéria orgânica possuem, naturalmente, uma elevada capacidade de troca apresentando, deste modo, um elevado **poder tampão**. Este é definido como a resistência que o solo oferece a alterações bruscas nalgumas das suas propriedades químicas, nomeadamente do pH. Os solos arenosos, pelo contrário, uma vez que a areia não tem propriedades coloidais, têm capacidade de troca muito baixa e, conseqüentemente, baixo poder tampão. Deve-se ter presente que a alteração da capacidade de troca dos solos agrícolas só muito dificilmente é conseguida, sendo necessário, para o efeito, grandes quantidades de matéria orgânica ou a aplicação de terras que contenham teores elevados de argila. No entanto, a relação entre os catiões adsorvidos é facilmente modificada, em especial com os correctivos alcalinizantes ou acidificantes, devendo a fertilização ser realizada de modo a manter as bases de troca dentro do equilíbrio mais adequado.

A capacidade de troca catiónica do solo, as bases de troca, a sua soma e grau de saturação, são determinados no INIDA a pedido, não sendo parâmetros usados, como regra, nas recomendações de fertilização. O seu conhecimento é, no entanto, fundamental, quando se pretendem recuperar solos com excesso de sais, havendo necessidade, nestes casos, de conhecer as proporções em que se encontram os catiões de troca e em especial as quantidades de sódio (Na^+). Os resultados, dos três primeiros parâmetros, são expressos em *miliequivalentes* por 100 gramas de terra (geralmente abreviado para *meq* ou *m.e./100 g* de terra), sendo o grau de saturação expresso em percentagem.

• REACÇÃO DO SOLO (pH)

O pH mede o grau de acidez ou alcalinidade das terras. Avalia-se através da escala de pH, que varia de 0 a 14, encontrando-se os valores mais frequentes nos solos do Arquipélago de Cabo Verde entre 6,0 e 8,5. Valores inferiores a 6,5 indicam a presença de solos ácidos, enquanto valores superiores a 7,5 a de solos alcalinos. Valores de pH superiores a 8,5 podem indicar a presença de quantidades elevadas de sódio no complexo de troca que, nessas condições, é extremamente prejudicial para as plantas, conduzindo ainda à degradação da estrutura do solo, tornando-o impermeável e totalmente improdutivo.

O pH é geralmente medido numa suspensão solo:água, que se representa por $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, ou em suspensões solo:soluções salinas, como por exemplo $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ ou $\text{pH}(\text{KCl})$, respectivamente cloreto de cálcio e cloreto de potássio. Quando é referido apenas como pH entende-se que se trata de pH em água. A escala de valores de pH e sua classificação, tal como é praticada no INIDA, é a seguinte:

TABELA 1 - CLASSES DE ACIDEZ DO SOLO

Classificação	pH (H_2O)
Muito ácido	$\leq 4,5$
Ácido	4,6 - 5,5
Pouco ácido	5,6 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,5
Pouco alcalino	7,6 - 8,5
Alcalino	8,6 - 9,5
Muito alcalino	$\geq 9,5$

A reacção do solo depende, sobretudo, da natureza do seu material originário e da intensidade da lavagem, pelas águas de infiltração, das bases nele presentes.

Assim, em solos formados a partir da mesma rocha-mãe ou de um mesmo material originário, o pH será mais baixo nas regiões de clima chuvoso, onde tende a ser mais ou menos ácido, do que nas regiões de clima árido ou semi-árido, onde tende a ser neutro ou alcalino. Em Cabo Verde os solos terão, de uma forma geral, reacção neutra ou ligeiramente alcalina.

O conhecimento do pH do solo é muito importante pois através dele podem obter-se indicações de muito interesse do ponto de vista agronómico. O comportamento dos nutrientes no solo depende muito do seu pH, o mesmo acontecendo com a actividade de certos microrganismos que intervêm em processos fundamentais como é o caso, por exemplo, das nitrobactérias, responsáveis pela nitrificação. Na Figura seguinte procura mostrar-se a influência do pH sobre a disponibilidade dos nutrientes das plantas e a actividade microbiana do solo.

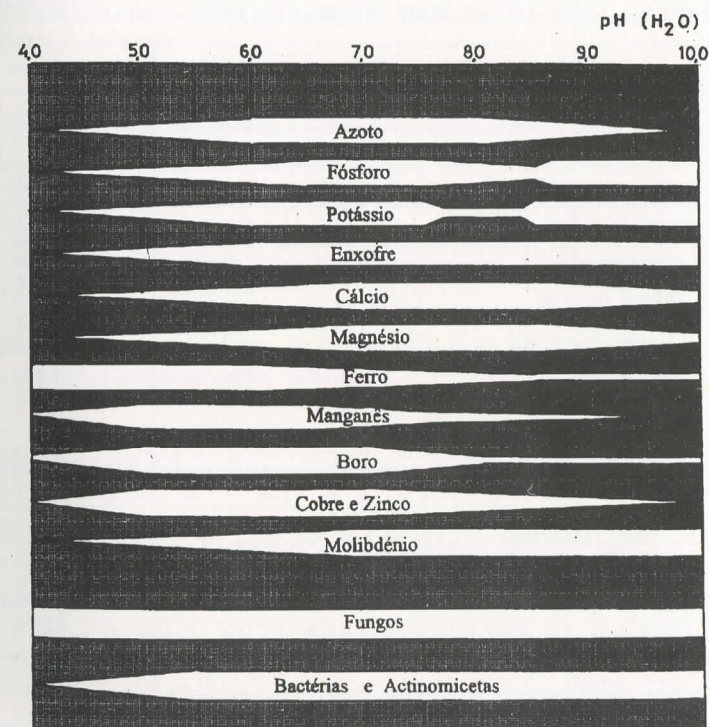


Fig. 1 - Influência da reacção do solo sobre a disponibilidade dos nutrientes para as plantas e a actividade dos microrganismos do solo.

A largura das barras indica a gama dos valores do pH do solo em que os nutrientes são mais facilmente assimiláveis pelas plantas ou onde os microrganismos têm condições mais favoráveis para desenvolverem a sua actividade. Por ele poderá verificar-se, por exemplo, que em solos com pH superior a 6,0 a assimilabilidade do ferro começa a diminuir acentuadamente, contrariamente ao que acontece com a assimilabilidade do molibdénio. Sabe-se, por outro lado, que para valores de pH inferiores a 5,2 a concentração do alumínio na solução do solo aumenta rapidamente, podendo tornar-se tóxica para as plantas.

As diversas culturas têm exigências diferentes no que respeita a pH do solo, como se observa no Quadro seguinte, onde se indicam os valores mais favoráveis para um conjunto de plantas cultivadas.

QUADRO 1—ZONAS DE pH MAIS FAVORÁVEL PARA VÁRIAS CULTURAS

Culturas	Zona de pH mais favorável
Abacateiro (<i>Persea americana</i>)	5,0 – 6,5
Abóbora (<i>Cucurbita sp.</i>)	6,5 – 7,5
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	6,0 – 7,0
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	5,0 – 6,0
Alho (<i>Allium sativum</i>)	5,5 – 8,0
Alho porro (<i>Allium porrum</i>)	6,0 – 8,0
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	5,3 – 6,6
Ananás (<i>Ananas sativa</i>)	5,0 – 6,0
Bananeira (<i>Musa sp.</i>)	6,0 – 7,5
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	5,5 – 6,0
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	5,0 – 6,5
Beringela (<i>Solanum melongena</i>)	6,5 – 7,5
Beterraba sacarina (<i>Beta vulgaris</i>)	6,5 – 8,0
Cana de açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	6,0 – 8,0
Cebola (<i>Allium cepa</i>)	6,0 – 7,0
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	6,5 – 7,5
Couve lombarda (<i>Brassica oleracea</i>)	6,0 – 7,5
Ervilha (<i>Pisum sativum</i>)	6,0 – 7,5
Espargo (<i>Asparagus officinalis</i>)	6,5 – 7,5

QUADRO 1—ZONAS DE pH MAIS FAVORÁVEL PARA VÁRIAS CULTURAS (cont.)

Culturas	Zona de pH mais favorável
Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	6,5 – 7,5
Fava (<i>Vicia faba</i>)	6,0 – 7,0
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	6,0 – 7,5
Laranjeira (<i>Citrus sinensis</i>)	6,0 – 7,5
Limoeiro (<i>Citrus limon</i>)	6,0 – 7,5
Mangueira (<i>Mangifera indica</i>)	5,5 – 6,5
Melancia (<i>Citrullus vulgaris</i>)	5,5 – 6,5
Melão (<i>Cucumis melo</i>)	6,0 – 7,0
Milho (<i>Zea mays</i>)	5,5 – 7,5
Nabo (<i>Brassica campestris</i>)	5,5 – 7,0
Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	5,5 – 7,0
Pimento (<i>Capsicum annuum</i>)	6,0 – 7,5
Rabanete (<i>Rhaphanus sativus</i>)	6,0 – 7,0
Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>)	5,5 – 7,0
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	5,5 – 7,0
Videira (<i>Vitis vinifera</i>)	5,0 – 7,2

De uma forma geral a faixa de pH do solo mais adequado para a maioria das plantas cultivadas situa-se entre 5,8 e 7,2.

• MATÉRIA ORGÂNICA

A **matéria orgânica** é formada por restos de plantas e outros seres vivos, parcial ou completamente decompostos. Normalmente reserva-se o termo **húmus** para a parte da matéria orgânica bem decomposta e que atingiu um elevado grau de estabilidade, na qual se não reconhecem os materiais que lhe deram origem. É principalmente no húmus que residem as propriedades coloidais da matéria orgânica, possuindo esta uma capacidade de troca catiónica superior à da argila.

Confere ao solo características muito importantes, sendo o seu teor um indicador do seu nível de fertilidade. Para além da maior ou menor quantidade de nutrientes que contém e da sua grande capacidade de retenção da humidade, exerce

2. Fertilidade do solo

um efeito "estabilizador" sobre outras propriedades, como o pH, a estrutura, capacidade de troca catiónica, etc, evitando que se alterem com facilidade. A capacidade do solo em fornecer **azoto** (N) às plantas está intimamente ligada ao seu teor de matéria orgânica. Só este facto seria suficiente para evidenciar a importância da matéria orgânica no solo.

De um modo geral os solos de Cabo Verde, tal como outros das regiões áridas, tendem a ser pobres em matéria orgânica e, por esse motivo, pobres em azoto, macronutriente principal por excelência.

O teor de matéria orgânica do solo é expresso em percentagem, fazendo parte das determinações de rotina no INIDA e sendo classificado de acordo com a Tabela seguinte:

TABELA 2 - CLASSES DE TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

Classificação	Matéria orgânica (%)
Muito baixo	≤ 1,0
Baixo	1,1 - 2,0
Médio	2,1 - 4,2
Alto	4,3 - 6,0
Muito alto	> 6,0

Dados os efeitos altamente benéficos que exerce sobre a fertilidade e produtividade do solo, deverá, na prática agrícola corrente e sempre que possível, procurar elevar-se o nível de matéria orgânica, através da incorporação dos resíduos das culturas, de estrumes, de compostos, de lamas de depuração e de outros correctivos orgânicos disponíveis, que não contenham substâncias nocivas em quantidades perigosas, como metais pesados, por exemplo.

• SALINIDADE DO SOLO (CE)

Quando o teor de sais no solo é demasiado elevado, as plantas têm muita dificuldade em produzir, sobrevivendo apenas aquelas que se encontram bem adaptadas a tal meio, o que raramente acontece com as plantas cultivadas. A maneira mais prática para determinar o teor de sais do solo é através da medição da condutividade eléctrica (CE), que é expressa em *mS/cm* a 25° C ou *mmhos/cm* a

2. Fertilidade do solo

25° C (que se devem ler como milisímens ou milimós por centímetro). Os valores obtidos podem depois ser convertidos em gramas de sais por kg de terra.

Os sais em excesso no solo podem resultar quer de condições naturais (por exemplo, em zonas próximas do mar e sob a sua influência), quer do resultado de aplicações excessivas de fertilizantes ou, ainda, da utilização incorrecta de águas de rega com teores de sais demasiado elevados.

Os problemas de salinidade colocam-se muitas vezes nas regiões áridas, havendo necessidade de controlar com frequência a qualidade das águas de rega e utilizar medidas de defesa do solo adequadas às características da água utilizada. A recuperação de tais solos é sempre dispendiosa, sendo necessárias obras de drenagem e de lavagem dos sais. Quando o sódio (Na) se encontra em excesso é, ainda, necessário proceder à sua substituição pelo cálcio, como já foi referido, através da aplicação de um correctivo como o sulfato de cálcio (gesso).

No Quadro seguinte apresenta-se a classificação dos solos quanto ao grau de salinidade e a reacção das culturas a essa salinidade.

QUADRO 2 - CLASSES DE SALINIDADE DO SOLO

Classificação do solo	Reacção das culturas	Condutividade eléctrica ⁽¹⁾ (mmhos/cm ou mS/cm a 25° C)	
		No extracto de saturação	No extracto 1:2 (solo:água)
Solo sem efeitos salinos	Sem problemas	0 - 2	< 0,40
Solo muito pouco salino	Culturas muito sensíveis aos sais podem ser afectadas	2 - 4	0,41 - 0,80
Solo pouco salino	Culturas sensíveis aos sais podem ser afectadas	4 - 8	0,81 - 1,60
Solo moderadamente salino	Só culturas tolerantes aos sais atingem produções aceitáveis	8 - 12	1,61 - 2,40
Solo fortemente salino	Só culturas muito tolerantes aos sais atingem produções aceitáveis	12 - 16	2,41 - 3,20
Solo muito fortemente salino	Só algumas culturas altamente tolerantes aos sais atingem produções aceitáveis	> 16	> 3,20

Adaptado de: *Reference Soil Test Methods for the Southern Region of the United States*.

(1) A correspondência entre as condutividades nos dois extractos é meramente indicativa pelo que não deverão tomar-se como equivalentes.

As plantas cultivadas variam bastante na sua tolerância aos sais presentes na solução do solo. No Quadro 3 indicam-se três graus de tolerância das culturas referindo, para cada um deles, diversas culturas.

QUADRO 3 – TOLERÂNCIA DAS CULTURAS AOS SAIS

Tolerância (1)	CE (2) (mS/cm)	Culturas (3)
Baixa	0,50 – 0,80	Alface, aipo, amendoim, batata comum, citrinos (laranjeira, limoeiro, tangerineira, torangeira), ervilha, feijão, milho, morangueiro.
Média	0,81 – 1,60	Batata doce, brócolos, cebola, cenoura, couve flor, melão, nabo, papaia, pimento, tomate, videira.
Alta	1,61 – 2,40	Beterraba, espargos, espinafres, repolho, tamareira.

Adaptado de: *Reference Soil Test Methods for the Southern Region of the United States*.

- (1) Não há, geralmente, redução de produção na zona mais baixa do intervalo de cada classe; na zona mais elevada serão de prever perdas de produção da ordem dos 50%;
- (2) No extracto 1:2 (relação solo:água em volume);
- (3) A tolerância indicada é apenas relativa. A tolerância absoluta depende da variedade, clima, condições do solo, práticas culturais, etc.

2.2 — NUTRIENTES MINERAIS

As plantas, como todos os seres vivos, para crescer e se desenvolverem, necessitam de um conjunto de elementos químicos, que recebem a designação de essenciais, por todos eles serem indispensáveis. A falta de um deles afecta o seu crescimento, desenvolvimento ou frutificação. Os principais constituintes das plantas são o **carbono**, **hidrogénio** e **oxigénio**, elementos que a planta retira do dióxido de carbono, do ar e da água, razão pela qual não há necessidade de os produtores agrícolas se preocuparem com o seu fornecimento. Os restantes nutrientes, designados por **nutrientes minerais**, devem encontrar-se no solo numa forma química que as plantas possam assimilar. Destes nutrientes, o **azoto** (N), **fósforo** (P), **potássio** (K), **cálcio** (Ca), **magnésio** (Mg) e **enxofre** (S), são designados **macronutrientes**, sendo consumidos pelas plantas em quantidades mais ou menos elevadas. O **ferro** (Fe), **manganês** (Mn), **zinco** (Zn), **cobre** (Cu), **boro** (B) e **molibdénio** (Mo) são chamados **micronutrientes**, sendo utilizados pelas plantas em quantidades muito pequenas. Para além destes há outros elementos que se demonstrou

serem essenciais para algumas plantas, como o cobalto (Co), sódio (Na) e silício (Si), mas que só em determinadas culturas e em certas condições poderão ser objecto de preocupação.

Azoto ou nitrogénio (N) — O **azoto** ou **nitrogénio**, que se representa quimicamente por N, é o nutriente que dá côr verde às plantas, favorecendo o seu rápido crescimento e a formação de abundantes órgãos vegetativos. Teores baixos no solo conduzem a plantas amareladas, pouco vigorosas. Como é muito móvel dentro da planta, é translocado das folhas mais velhas para as mais novas, razão pela qual os sintomas de deficiência se desenvolvem a partir das folhas mais velhas, que ficam amareladas, podendo secar de seguida.

Os teores médios de N nas folhas das plantas (parte que normalmente é analisada para controlo do estado nutritivo das culturas – ver o capítulo seguinte do presente Manual), é de cerca de 3%. Em muitas culturas, quando o teor das folhas se encontra abaixo de 2,7% já podem surgir sintomas de deficiência, sendo a produção afectada. Pequenas variações nos teores das folhas de algumas culturas podem afectar fortemente a produção, o crescimento das plantas e a qualidade dos produtos obtidos. É importante manter os teores de N dentro dos valores adequados, através de uma utilização correcta dos fertilizantes azotados.

A interpretação correcta dos teores foliares exige, no entanto, situações bem padronizadas, encontrando-se na secção referente à análise foliar as condições a que deve obedecer a colheita das amostras e os padrões interpretativos para as principais culturas de Cabo Verde.

O azoto, que é absorvido pela maioria das plantas na forma nítrica (NO_3^-), encontra-se no solo principalmente sob a forma orgânica, isto é, faz parte da matéria orgânica do solo, que contém, em média, cerca de 5% de N. Existindo condições favoráveis, a matéria orgânica mineraliza-se pela acção de microrganismos, transformando-se o azoto orgânico em azoto amoniacal (NH_4^+) e este, por sua vez, em azoto nítrico, processo que recebe, genericamente, a designação de **nitrificação**. Os principais factores que afectam a nitrificação são o teor de humidade do solo, a temperatura, o arejamento e o pH. Excesso de água ou secura, temperaturas muito baixas, acidez, etc, são factores que inibem ou diminuem a nitrificação. Períodos de seca e humedecimento alternados provocam grandes variações no teor de nitratos no solo.

O azoto nítrico, ou nitratos, como vulgarmente é referido, por se tratar de um anião, e contrariamente ao que acontece com o azoto amoniacal, que é um catião,

é facilmente arrastado pela água da chuva ou rega, perdendo-se para as culturas, indo contaminar as águas subterrâneas. A perda de nutrientes minerais por arrastamento pela água é designada muitas vezes por **lavagem** ou por **lixiviação** quando arrastado para camadas profundas do solo pelas águas de infiltração.

A análise de terra não contempla, como norma, a determinação do N, uma vez que as quantidades determinadas podem ser facilmente alteradas, sendo de pouco valor, na maioria dos casos, o seu conhecimento para cálculo das recomendações de fertilização. Os factores mais importantes a ter em conta para a determinação das necessidades em N são o tipo de cultura e o nível de produtividade que é possível atingir num dado complexo cultural.

As determinações de azoto mais frequentes são do **N total** (isto é, N orgânico e N mineral), do **N mineral** (principalmente nas formas de NH_4^+ e NO_3^-) e dos nitratos ou azoto nítrico. Em regiões ou locais em que a lixiviação de nitratos é muito baixa, havendo conhecimento do seu teor no solo, a quantidade total determinada no perfil deve ser deduzida à recomendação preconizada. Não é, no entanto, o caso dos solos de Cabo Verde, uma vez que se desconhece ainda o seu comportamento ao longo do ano, não havendo métodos calibrados que permitam definir as quantidades a deduzir, técnica de colheita das amostras, etc.

O azoto desempenha, na nutrição das plantas, um dos principais papéis, sendo considerado o macronutriente nobre por excelência. É o nutriente cuja aplicação mais influência tem sobre a produção, podendo exercer sobre ela efeitos positivos ou negativos. O seu excesso pode causar a acama das plantas (plantas fracas que tombam com o vento), má qualidade dos frutos, aumento de doenças por diminuição das resistências da planta e atrasos na maturação. Não menos grave é o aumento do teor em nitratos das águas subterrâneas que se poderão tornar impróprias para consumo humano. Pelo contrário, a sua falta, conduz a diminuições drásticas da produção e da sua qualidade. Um nível adequado de N tem ainda influência positiva na absorção dos outros nutrientes.

Em Cabo Verde o N constitui, depois da água, o principal factor limitante da produção vegetal.

Fósforo (P) — O fósforo, que se representa quimicamente por **P**, é um nutriente que dá robustez à planta, conduzindo a um bom enraizamento e amadurecimento dos frutos.

Favorece o arranque rápido e vigoroso da planta. Quando escasseia, as plantas tendem a apresentar tons avermelhados ou purpúreos nas folhas mais velhas, dada a sua mobilidade dentro da planta. As necessidades das plantas neste nutriente variam consideravelmente, tendo as culturas arbóreas teores foliares relativamente baixos, da ordem de 0,12 a 0,15%. As leguminosas e hortícolas são, de um modo geral, mais exigentes, com teores da ordem de 0,25 a 0,30%.

Contrariamente ao N, o fósforo é um elemento que é fortemente retido no solo, não havendo riscos de se perder por lavagem. Embora seja absorvido na forma de anião, (H_2PO_4^-), no solo forma ligações muito fortes com diversos catiões, como o cálcio, o ferro e o alumínio, dependendo esta ligação dos valores de pH. Pode, igualmente, ficar ligado de forma muito enérgica aos minerais de argila e, de forma menos forte, à matéria orgânica. A aplicação de fosfatos solúveis em água ao solo, tem como consequência imediata a sua transformação em fosfatos insolúveis, do tipo dos indicados. A maior ou menor facilidade em se manterem numa fase assimilável pelas plantas depende, entre outros factores, do pH do solo, sendo os valores mais favoráveis da ordem de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 6,5.

Devido ao tipo de ligações químicas referidas anteriormente, não se verificam perdas por lavagem de fósforo. Este facto torna possível o enriquecimento progressivo das reservas do solo o que permite que, através de processos bioquímicos, se mantenham elevados os teores assimiláveis neste nutriente.

As principais perdas de fósforo verificam-se por erosão da camada superficial, que é, normalmente, a camada mais rica.

A análise de terra determina, geralmente, o chamado fósforo assimilável, que é uma pequena parte do fósforo total do solo. Os resultados são expressos em *ppm* (partes por milhão) de P, expressão equivalente a *mg/kg* (ou $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) de terra, de P. Muitos laboratórios expressam, no entanto, os resultados em P_2O_5 . Há inúmeros métodos para análise do fósforo assimilável, proporcionando valores muito diferenciados, pelo que há necessidade de conhecer qual o método analítico utilizado. O método em uso no INIDA tem vindo a ser estudado desde há vários anos, podendo dizer-se que os solos do Arquipélago são bastante ricos em fósforo, resultante da natureza da rocha mãe e das condições climáticas prevaletentes.

As recomendações de fertilização fosfatada são sempre feitas tendo por base a riqueza do solo em fósforo e a natureza da cultura.

Potássio (K) — É um nutriente que favorece a resistência da planta contra certas doenças e, em certa medida, à seca. Melhora a qualidade dos frutos. O potássio é igualmente móvel dentro da planta pelo que os sinais de deficiência surgem primeiramente nas folhas mais velhas, caracterizando-se os sintomas pelo aparecimento de manchas castanhas ou amareladas nas margens. Os teores foliares em potássio variam consideravelmente de planta para planta, sendo geralmente superiores a 1%. É importante manter o equilíbrio adequado entre o K e o Ca e Mg, podendo altos teores de K induzir deficiências de Mg. As culturas de raízes e tubérculos (cenoura, batata comum, batata doce, etc.), retiram do solo grandes quantidades deste nutriente. É absorvido na forma de K^+ .

O potássio é um catião que se perde pouco por lavagem, embora seja mais móvel no solo que o fósforo. O potássio que é determinado pela análise corresponde, em grande parte, ao chamado potássio de troca, que é uma forma facilmente absorvida pelas plantas. A determinação do potássio é feita em rotina no INIDA, sendo as recomendações de fertilização baseadas sempre na riqueza do solo neste nutriente e na natureza da cultura. Encontra-se com bastante abundância nos solos de Cabo Verde, tal como no caso do fósforo.

Cálcio (Ca) — A sua falta provoca, geralmente, a deformação das folhas jovens e dos gomos. Afecta muito a qualidade dos frutos, sendo pouco móvel dentro da planta. As necessidades das plantas são muito variáveis, sendo as gramíneas as menos exigentes. O tomate e a mancarra encontram-se entre as mais exigentes. Tem grande influência nas propriedades do solo (por exemplo pH e estrutura), sendo a base de troca dominante na maioria dos solos. Solos com pH superior a 6 raramente necessitam de aplicações de cálcio, excepto em casos em que haja excesso de sódio de troca, onde poderá haver necessidade da sua aplicação sob a forma de gesso. Nestes casos há uma troca entre os catiões Ca e Na, indo o cálcio ocupar o lugar do sódio que, depois, pode ser lavado sob a forma de sulfato de sódio, muito solúvel.

O cálcio raramente é determinado na análise, excepto nos casos da determinação das bases de troca. Tal como o potássio, é relativamente pouco móvel no solo. Existe em abundância na maioria dos solos de Cabo Verde.

Magnésio (Mg) — Quando em falta, provoca o aparecimento de manchas amareladas (que mais tarde podem secar) entre as nervuras das folhas mais velhas. As deficiências ocorrem geralmente nas plantas quando os teores foliares são inferiores a 0,10 a 0,15%. Teores normais são normalmente superiores a 0,25%. É absorvido na forma de Mg^{2+} . No solo tem um comportamento muito semelhante ao do cálcio e, tal como este, é abundante nos solos de Cabo Verde. A sua

determinação é frequente em muitos países, uma vez que pode constituir um factor limitante à produção. No INIDA é determinado isoladamente a pedido ou em conjunto com as outras bases de troca.

Enxofre (S) — É um nutriente cujos sintomas de deficiência são semelhantes aos do N mas, neste caso, o amarelecimento é mais uniforme, estendendo-se a toda a planta. É relativamente móvel dentro da planta. As gramíneas apresentam geralmente teores mais baixos em S. As couves, espinafres, cebola, etc., encontram-se entre as culturas mais exigentes, com teores foliares que podem ser superiores a 0,5%. Nos solos das regiões áridas e de origem vulcânica raramente se encontra em falta. É um elemento que poucas vezes é determinado na análise de terra, tendo interesse a sua determinação nas zonas húmidas.

Ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) — São chamados micronutrientes catiões, tendo a particularidade de as plantas precisarem deles em quantidades muito pequenas. Os seus teores foliares normais são da ordem de algumas unidades a várias dezenas de ppm. São todos pouco móveis na planta, manifestando-se a sua falta primeiramente nas folhas mais novas, geralmente através de manchas amareladas. No caso do ferro as folhas podem ficar na totalidade de cor amarelo-clara, ficando as nervuras relativamente verdes, recebendo o sintoma, neste caso, o nome de **clorose férrica**. As deficiências de ferro manifestam-se geralmente quando os seus teores foliares são inferiores a 50 ppm.

As deficiências de Mn ocorrem, muitas vezes, com teores foliares da ordem de 15 ppm, embora haja plantas que exigem teores mais elevados. Teores muito altos podem ser tóxicos para muitas plantas, sendo indicativos de solos ácidos.

Os micronutrientes catiões têm no solo comportamento semelhante. Com o aumento de pH tendem a ser fortemente retidos, tendo as plantas dificuldades na sua absorção, pelo que as situações de carência se verificam geralmente em solos de pH igual ou superior a 7, em especial na presença de carbonatos. Algumas plantas são bastante sensíveis à sua falta, como os citrinos. O milho e a bananeira são particularmente sensíveis à carência de zinco. Em Cabo Verde já foram detectadas carências de alguns destes nutrientes, nomeadamente Mn e Zn (nas ilhas de Santiago e Fogo).

As quantidades assimiláveis, determinadas pela análise, são bastante baixas, embora dependentes do método analítico, como foi referido. Quantidades elevadas destes nutrientes tendem a ser tóxicas, pelo que a sua aplicação só deverá ser feita após análise e recomendação por parte do INIDA.

Boro (B) e molibdénio (Mo) — São dois micronutrientes aniões de que as plantas também necessitam em quantidades muito pequenas, podendo ser muito tóxicos para as plantas, caso do boro, ou dos animais que consomem as plantas, no caso do molibdénio, quando presentes em quantidades excessivas no solo. Relativamente ao boro, os teores foliares considerados adequados são da ordem dos 20 a 100 ppm, contando-se as crucíferas entre as mais exigentes. Outras culturas têm, por outro lado, necessidades muito baixas neste elemento, com teores normais abaixo de 20 ppm. No caso do Mo, os teores considerados normais são inferiores a 2 ppm, não se tendo ainda estabelecido limites para a sua toxicidade nas plantas. Teores superiores a 15 ppm nas forragens são, no entanto, muito tóxicos para os animais que as consomem, tal como foi referido.

No solo, os teores de boro considerados adequados são inferiores a 1 ppm. A deficiência de boro pode afectar fortemente a produção, não se conhecendo casos de deficiência em Cabo Verde. No caso do Mo raramente se verificam casos de deficiência em solos com pH superior a 6. As aplicações de boro e molibdénio ao solo só deverão ser feitas em casos bem comprovados de deficiência, dadas as dificuldades que o seu excesso origina, em especial em regiões áridas, como é o caso de Cabo Verde.

2.3 — COLHEITA DE AMOSTRAS DE TERRA

A colheita de amostras de terra para diagnóstico do estado de fertilidade do solo e recomendações de fertilização é uma operação bastante simples, exigindo, no entanto, determinados cuidados e regras na sua execução. Aplicando correctamente essas regras será possível obter-se uma amostra efectivamente representativa do terreno cujo estado de fertilidade se deseja conhecer, a fim de avaliar da necessidade ou não da sua fertilização e, em caso afirmativo, elaborar a recomendação de fertilização. De nada valerá o trabalho laboratorial, por mais sofisticados que sejam os equipamentos utilizados ou os cuidados na sua execução, se a amostra tiver sido mal colhida.

As amostras devem ser colhidas criteriosamente, respeitando as seguintes regras:

- **Época de colheita** — A colheita pode ser efectuada em qualquer época do ano, devendo ser realizada com a maior antecedência possível relativamente à cultura que vai ser instalada. Só assim será possível adquirir em tempo oportuno os fertilizantes necessários que venham a ser recomendados com base nos resultados da análise.

- **Material necessário para a colheita** — Os instrumentos a usar devem estar **bem limpos**, sendo necessários: sonda, pá ou enxada, balde, sacos (bolsas) de plástico ou papel, etiquetas e ficha informativa de amostra de terra (a fornecer pelo INIDA ou Delegações dos Serviços do Ministério da Agricultura e de que se apresenta uma cópia, Anexo A), lápis e cordel.

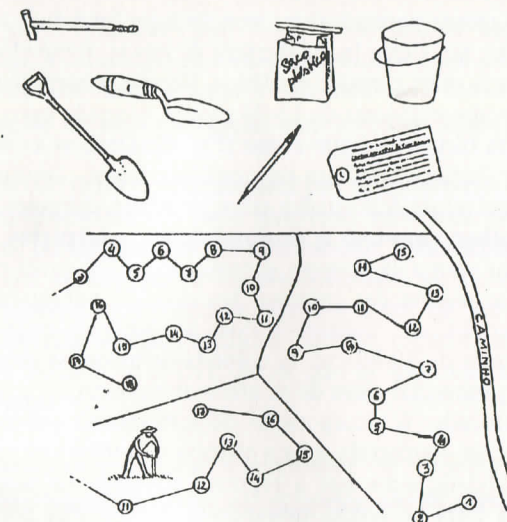


Fig. 2 — Material para a colheita de amostras de terra e exemplo de percurso em zigue-zague.

- **Exame ou observação da área a colher** — Antes de proceder à colheita é necessário avaliar a uniformidade do terreno. Esta avaliação consiste na observação de aspectos como a cor, topografia, vegetação, etc. É importante que toda a área tenha sido cultivada da mesma maneira, isto é, tenha tido as mesmas lavouras, fertilizações e culturas nos últimos anos. Por exemplo, se um terreno tiver tido duas culturas diferentes ao mesmo tempo, este deve ser dividido em duas parcelas, correspondendo cada uma à sua cultura, colhendo-se uma amostra em cada uma. Colhem-se, deste modo, tantas amostras quantas as parcelas ou unidades de amostragem que se tenham identificado no terreno.
- **Colheita da amostra** — A amostra a enviar ao laboratório deve constituir uma mistura de várias **sub-amostras**, geralmente 15 a 20, que se colhem

em toda a área da parcela. Cada sub-amostra deve ser colhida sempre do mesmo modo: retirar da superfície pedras, ervas, detritos, etc, abrindo de seguida uma cova até à profundidade de 20 cm ou à profundidade da lavoura. Retirar da parede da cova uma fatia de terra com espessura de 2 a 3 cm e largura de 5 a 10 que se deita no balde. Esta fatia de terra deve ter sempre a mesma espessura e altura e ser sensivelmente igual em todas as covas. A utilização de uma sonda permite que se recolha uma porção de terra sempre igual, sendo apenas necessário ter atenção à profundidade a que é enterrada a sonda. Evita, por outro lado, abertura de covas, tornando-se, deste modo, um instrumento mais cómodo e prático. Repetir a operação de abertura das covas a intervalos regulares de 15-30 passos, devendo percorrer-se a parcela ao acaso e em forma de zigue-zague (Fig. 2). Deve-se evitar colher as sub-amostras em lugares próximos de caminhos, casas, currais de animais, em locais onde estiveram depositados sacos de adubo, estrumes, cinzas, etc. **Não se devem colher amostras a profundidades arbitrárias.** A profundidade deve coincidir com a da lavoura, geralmente até 20 ou 25 cm, que é a mais vulgar para a maioria das culturas. No caso de culturas arbóreas, como a papaieira, citrinos, etc., colhem-se duas amostras em cada parcela, uma de 0-20 cm e outra de 20-40 cm. A colheita de amostras nestas culturas é de importância primordial antes de se efectuar a plantação, pois só nessa altura é possível proceder à incorporação de fertilizantes em profundidade sem afectar as raízes. Percorrida toda a parcela e colhidas as sub-amostras, que têm por finalidade aumentar a representatividade da amostra, mistura-se muito bem a terra no balde, retirando-se depois uma porção de cerca de 1 kg que se coloca no saco de plástico. De imediato preenche-se uma etiqueta e respectiva ficha informativa, havendo o necessário cuidado em que o número colocado na etiqueta seja igual ao da ficha.

- **Envio das amostras** — Colhidas todas as amostras estas devem ser enviadas ao laboratório, acompanhadas das respectivas fichas. É importante que as fichas sejam completamente preenchidas, de modo que a recomendação de fertilização possa ser feita pelo laboratório. Por outro lado, a informação ali contida poderá ser usada para avaliar o estado de fertilidade dos solos das zonas a que as amostras dizem respeito e sua evolução futura.

2.4 — ANÁLISE DA TERRA

A capacidade que o solo tem em fornecer nutrientes à planta é avaliada através da análise de terra que "mede" a quantidade de cada nutriente que se encontra disponível ou assimilável. Esta quantidade, também designada por **extraível**, porque

é extraída por uma dada solução química, representa normalmente uma fracção muito pequena da quantidade total do nutriente existente no solo.

Para se tirar o máximo partido da análise da terra é necessário fazer uma interpretação correcta dos valores obtidos na análise. Tal interpretação é obtida através da calibração dos métodos analíticos, exigindo um volume muito elevado de trabalho experimental a realizar em laboratório, ensaios em vasos e de campo. Muito trabalho já foi feito em Cabo Verde nesse sentido, sendo necessária a sua continuação. Aliás, a calibração de métodos analíticos é um processo contínuo, uma vez que estão constantemente a surgir novos métodos e culturas e, provavelmente, nenhum país dispõe de uma calibração para todos os tipos de solos e culturas.

A calibração do método analítico tem por finalidade medir o grau de resposta das culturas à aplicação de um dado nutriente, para uma dada quantidade desse nutriente existente no solo, medida por esse método. Estabelecem-se assim as **classes de fertilidade** que constituem níveis ou patamares de riqueza do solo naquele elemento. As classes de fertilidade fixadas para os solos de Cabo Verde, independentemente dos métodos analíticos usados, e que constam do **relatório de análise de terra** emitido pelo INIDA, de que se apresenta uma cópia no Anexo B, são as seguintes:

- **Muito baixa** — Indica que a quantidade do nutriente disponível no solo é muito reduzida e que com a sua aplicação são de esperar grandes aumentos de produção.
- **Baixa** — A quantidade do nutriente disponível no solo é baixa, insuficiente para satisfazer as necessidades da cultura, pelo que, com a sua aplicação, são de prever aumentos de produção significativos.
- **Média** — A quantidade do nutriente existente no solo é satisfatória mas, com a sua aplicação, ainda são de prever, na maioria dos casos, aumentos de produção.
- **Alta** — As disponibilidades do nutriente no solo são altas, podendo, em alguns casos e anos, haver aumentos de produção, que são sempre relativamente diminutos.
- **Muito alta** — As disponibilidades do nutriente são muito elevadas, suficientes para atingir boas produções, não havendo resposta na maioria dos casos e anos à sua aplicação, podendo, até, haver decréscimos de produção.

Aos **teores de nutrientes assimiláveis** que se situem dentro dos limites dessas classes podemos designá-los **muito baixos, baixos, médios, altos** ou **muito altos**, conforme for o caso.

2. Fertilidade do solo

No Quadro 4 apresentam-se, para alguns nutrientes, os limites das classes de fertilidade que são adoptados no INIDA, com indicação dos métodos de extracção utilizados.

QUADRO 4— CLASSES DE FERTILIDADE DO SOLO

Nutriente		Classes de fertilidade					Métodos de Extracção
		Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Média Alta	
Fósforo (P ₂ O ₅)	ppm	< 13	13-23	24-45	46-80	> 80	(1)
Potássio (K ₂ O)*	ppm	< 31	31-60	61-110	111-190	> 190	(1)
Magnésio (Mg)*	ppm	< 31	31-60	61-120	121-200	> 200	(2)
Ferro (Fe)	ppm	< 31	31-75	76-200	201-500	> 500	(3)
Manganês (Mn)	ppm	< 24	24-90	91-360	361-1400	> 1400	(3)
Zinco (Zn)	ppm	< 0,6	0,6-1,5	1,6-5,0	5,1-15	> 15	(3)
Cobre (Cu)	ppm	< 0,8	0,8-2,0	2,1-6,0	6,1-20	> 20	(3)

* A interpretação dos valores do K e do Mg deve ter também em conta a relação entre si; se a relação K/Mg for superior a 12 poderá verificar-se carência de Mg induzida por excesso de K, em especial em culturas mais exigentes em magnésio. (1) Método de Olsen (extracção com bicarbonato de sódio); (2) Método do acetato de amónio a pH 7; (3) Método de Lakanen (extracção com acetato de amónio e EDTA).

No que respeita ao N, elemento muito móvel no solo, a fertilização é realizada com base em resultados experimentais, tipo de cultura, nível de produção e, sempre que possível, no precedente cultural, não tendo em conta o N do solo. Este facto resulta de não haver, até ao momento, estudos suficientes que permitam fundamentar a sua recomendação com base no seu teor no solo.

Com os nutrientes que se não perdem facilmente por lavagem, nas classes mais baixas, a fertilização é orientada para um enriquecimento progressivo do solo, havendo necessidade de um investimento mais elevado em fertilizantes (Fig. 3). Contrariamente ao N, o P e o K são recomendados com base na análise da terra, podendo haver um enriquecimento progressivo do solo até um nível considerado técnica e economicamente adequado, que se situa, geralmente, nas classes média ou alta. Por exemplo, em condições de sequeiro poderá ser economicamente

2. Fertilidade do solo

aconselhável não fertilizar com fósforo na classe média, enquanto em condições de regadio será recomendável a aplicação de uma dada quantidade, que esteja de acordo com o nível de produtividade do solo e o investimento realizado na rega, em sementes, pesticidas, etc.

No caso das classes mais altas, as quantidades de P e K a aplicar são cada vez mais reduzidas, sendo nulas, ou praticamente nulas, na classe muito alta, podendo a fertilização ser realizada à rotação.

As aplicações de micronutrientes devem ser feitas à cultura em causa, geralmente às mais exigentes no nutriente. Deve ter-se sempre presente a possibilidade de indução de toxicidade pelo que as quantidades a aplicar devem respeitar as recomendações feitas no relatório de análise.

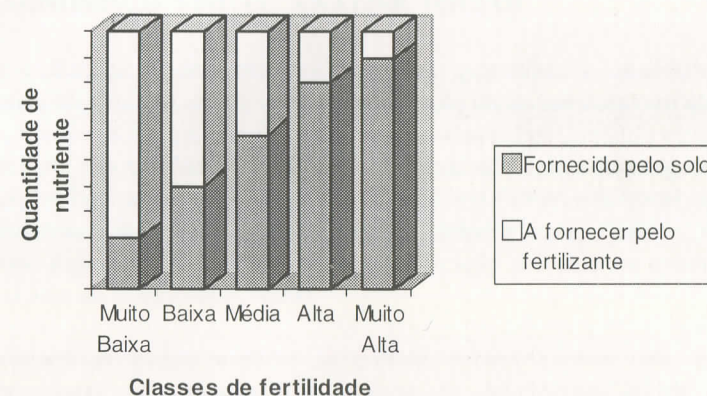


Fig. 3 – Relação entre o teor do solo num dado nutriente, de acordo com as classes de fertilidade, e as quantidades a aplicar desse mesmo nutriente para obter uma dada produção.

3. ESTADO NUTRITIVO DAS CULTURAS. SUA AVALIAÇÃO

3.1 — DIAGNÓSTICO VISUAL. ANÁLISE FOLIAR

Uma cultura só poderá produzir bem, em quantidade e qualidade, se for correctamente alimentada, isto é, se absorver do solo ou do substrato em que vegeta os diversos nutrientes nas quantidades e proporções adequadas. Quando a concentração de um nutriente nos tecidos de uma planta é demasiado baixa ou exageradamente elevada surgem habitualmente sintomas nos caules, nas folhas, nos frutos ou noutros órgãos. Sintomas que podem assumir aspectos variados como cloroses, necroses, deformações, pigmentação intensa, etc. À identificação da causa ou causas de tais sintomas chama-se diagnóstico visual.

A avaliação do estado nutritivo das culturas poderá fazer-se, pois, através do diagnóstico visual, identificando os sintomas de deficiências ou de excessos (toxicidades) minerais. Mas, isso só é possível, se tais sintomas forem específicos, isto é, se estiverem perfeitamente relacionados com as causas que os provocam e se estas causas forem claramente conhecidas.

O diagnóstico visual é o método mais expedito e rápido para identificar as causas das baixas produções quando devidas a insuficiências ou desequilíbrios nutritivos.

Acontece, porém, que quando ao mesmo tempo se encontram deficientes dois ou mais nutrientes podem surgir sintomas muito diferentes dos provocados isoladamente por cada um dos nutrientes em causa. Nestas condições torna-se assaz difícil, ou

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

impossível, o diagnóstico visual. Este poderá também ser dificultado por sintomas devidos a ataques de pragas ou doenças, à aplicação excessiva de pesticidas e de reguladores de crescimento, a excesso de sais, a *stress* hídrico, etc.

Acresce, ainda, que os sintomas só se manifestam quando a deficiência ou a toxicidade de um dado nutriente atinge uma certa gravidade. Entretanto, a planta poderá ter estado sujeita durante um período mais ou menos longo a um regime de nutrição mineral desfavorável, submetida a situações de fome ou de superabundância ocultas, com reflexos negativos para a sua produção quantitativa e ou qualitativa.

A análise química de certos órgãos da planta, sobretudo das folhas (análise foliar), quando feita oportunamente, poderá revelar com suficiente segurança as situações de fome ou de superabundância ocultas.

A análise foliar constitui, assim, um método bastante seguro para proceder ao diagnóstico do estado nutritivo das culturas. Pode, por conseguinte, servir para confirmar ou não o diagnóstico visual de carências ou toxicidades de nutrientes que se manifestem através de uma sintomatologia pouco característica, de interpretação duvidosa. Para além disso, a análise foliar é utilizada para monitorizar o estado nutritivo das culturas de modo a que, em conjugação com a análise da terra, permita definir com segurança planos de fertilização capazes de manterem nas folhas os teores dos vários nutrientes dentro da gama de valores mais adequados à cultura em questão. Convirá, no entanto, acentuar que na interpretação dos resultados da análise foliar e da análise da terra e na subsequente elaboração de normas de fertilização, haverá que tomar em conta outras informações relativas ao solo e à cultura. Por exemplo, em Cabo Verde, por vezes, são diagnosticadas por via foliar carências de manganês e de zinco em citrinos ao mesmo tempo que a análise da terra revela valores elevados destes nutrientes. A situação resulta, na maioria dos casos, de condições adversas do solo, desfavoráveis à absorção desses nutrientes pelas plantas, como sejam, entre outras, teores de humidade do solo muito baixos, originando o *stress* hídrico das plantas e a dificuldade ou impossibilidade de absorção daqueles e de outros nutrientes. A solução do problema não passa, em tais casos, pela aplicação de fertilizantes, mas pela remoção dos factores adversos, que, no exemplo apresentado, será através da rega adequada.

Sabe-se, no entanto, que a composição química das folhas de uma planta varia acentuadamente com a idade das folhas e, dentro de cada folha, há também uma variação significativa conforme a parte analisada. É fundamental, por isso, seleccionar correctamente, para cada cultura, as folhas ou partes de folhas que devem ser sujeitas

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

à análise. É necessário, também, para conhecer o significado dos resultados analíticos obtidos, dispor, para cada cultura e para os tipos de folhas analisadas, de uma tabela de valores-padrão interpretativos para os diversos nutrientes.

No âmbito da exploração agrícola procede-se, habitualmente, ao diagnóstico do estado nutritivo não apenas de uma planta em si, mas de um conjunto de plantas, seja um pomar, uma seara ou qualquer outro campo de cultura. A análise foliar deverá incidir, por isso, sobre amostras representativas desse pomar, dessa seara ou desse campo. A colheita de tais amostras obedece, por isso, a normas que garantam tal representatividade.

No presente Manual apresentam-se normas sumárias de colheita de folhas de algumas culturas praticadas em Cabo Verde, com indicação da época de colheita, do órgão ou parte da planta a colher e do número de plantas considerado indispensável para formar uma amostra representativa. Dão-se, também, algumas instruções de carácter geral a ter em conta na colheita e no manuseamento do material vegetal e apresenta-se, no Anexo C, um modelo de ficha de campo onde se lançam as informações consideradas úteis sobre o campo ou a plantação a que se refere(m) a(s) amostra(s). Apresentam-se, ainda, tabelas de padrões interpretativos de macro e micronutrientes para cada cultura.

3.2 — INSTRUÇÕES GERAIS SOBRE A COLHEITA E MANUSEAMENTO DAS AMOSTRAS

Na operação da colheita de material vegetal é fundamental respeitar algumas regras básicas para que a amostra sobre que irá incidir a análise seja não apenas suficientemente representativa mas, também, que chegue ao laboratório correctamente identificada, em bom estado de conservação, isenta de produtos contaminantes e acompanhada da ficha informativa de campo. Nesse sentido deverão seguir-se as seguintes regras:

- 1 — Em cada campo de cultura deverão identificar-se unidades de amostragem, isto é, zonas mais ou menos uniformes no que respeita à variedade cultivada, à sua idade, vigor, estado sanitário e coloração da folhagem bem como no tocante ao tipo de solo.
- 2 — As unidades de amostragem devem ser bem delimitadas no campo e convenientemente referenciadas na ficha informativa de campo.

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

3 — Em cada unidade de amostragem proceder-se-á à colheita de uma amostra de material vegetal na época adequada e que deverá incidir sobre as folhas ou partes de folhas relativamente às quais foram estabelecidos os padrões interpretativos, de acordo com o Quadro que adiante se apresenta. As plantas em que se procede à colheita de material vegetal devem ser representativas da população cujo estado nutritivo se pretende avaliar. Evitar também plantas atacadas por pragas e doenças, plantas cobertas por poeiras e outros materiais estranhos e plantas danificadas por agentes mecânicos ou que tenham estado sob prolongado *stress* de natureza biológica ou ambiental.

4 — As folhas ou partes de folhas colhidas numa unidade de amostragem são guardadas num saco bem limpo de rede, de pano, de papel ou mesmo de plástico (este só no caso de se dispor de uma caixa frigorífica, portátil, onde o saco se coloca). Cada saco deve ser bem atado e etiquetado, contendo a etiqueta identificativa os seguintes elementos informativos:

- Nome e localização da propriedade em que se colheu a amostra
- Número ou outra referência da unidade de amostragem
- Indicação da cultura e variedade
- Data da colheita

5 — As amostras das diferentes unidades de amostragem devem ser etiquetadas na altura da colheita e manuseadas individualmente, uma a uma, para evitar que se misturem ou se troquem etiquetas.

6 — As amostras acompanhadas das respectivas fichas informativas de campo deverão ser entregues sem demora, se possível no próprio dia, no laboratório para serem preparadas para análise. Se tal não for possível, haverá que proceder como adiante se refere (ver Nota 1. Manuseamento das amostras antes da sua entrega no laboratório).

7 — No Quadro 5 apresentam-se, de forma sumária, os elementos informativos referentes à colheita do material vegetal de diversas culturas, ordenadas alfabeticamente, para constituição da amostra sobre que incidirá a análise foliar.

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

QUADRO 5 — INSTRUÇÕES PARA A COLHEITA DE AMOSTRAS FOLIARES

Cultura	Época de colheita	Folhas ou parte de folhas a colher	Nº de plantas para formar a amostra
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	Planta na fase de 8 folhas	Folha mais velha	25-30
Batata comum (<i>Solanum tuberosum</i>)	Imediatamente antes ou no início da floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	25
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	Mais ou menos a meio do crescimento	Folha mais nova completamente desenvolvida	15
Bananeira (<i>Musa sp.</i>)	Ver Anexo D	Ver Anexo D	20
Café arábica (<i>Coffea arabica</i>)	Folhas maduras, antes ou no início da floração, ramos frutíferos	4º par de folhas a contar do topo do ramo a uma altura média da planta	50
Cana de açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	3 a 5 meses	3ª folha a contar do topo	15
Cebola (<i>Allium cepa</i>)	A meio do ciclo vegetativo	Topos, eliminando as partes brancas	12
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	A meio do ciclo vegetativo	Folha mais nova completamente desenvolvida	15
Laranjeira (<i>Citrus sinensis</i>)	Na altura em que os frutos atingem o tamanho de uma noz	Folha do ano, com 5 a 7 meses, de raminhos terminais, não frutíferos. 4 folhas/árvore, à volta da copa	15
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Imediatamente antes ou no início da 1ª floração	Folha mais nova completamente desenvolvida colhida a contar do topo da planta	10
Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>)	Ao longo do período vegetativo	Folha mais nova completamente desenvolvida, incluindo o pecíolo	25
Mangueira (<i>Mangifera indica</i>)	Após a floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	15
Milho (<i>Zea mays</i>)	Com cerca de 30 cm de altura	Toda a parte aérea	15
	No início da emissão das barbas	Folha da espiga	12
Papaieira (<i>Carica papaya</i>)	Ao longo do período vegetativo	Pecíolo da folha mais nova completamente desenvolvida	15
Pimento (<i>Capsicum annuum</i>)	Imediatamente antes da floração	Folha mais nova completamente desenvolvida	25
Tomateiro (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	A meio da floração	Folha composta adjacente à inflorescência terminal	15

NOTAS

1 — Manuseamento das amostras antes da sua entrega no laboratório

Após a colheita do material vegetal, haverá que evitar a sua deterioração ou alterações na sua composição. Estas podem operar-se, também, através da ocorrência de fermentações e até da própria respiração dos tecidos enquanto estes se mantiverem túrgidos e à temperatura ambiental. A respiração implica o consumo de hidratos de carbono com a inerente redução de matéria seca e conseqüente aumento da concentração dos nutrientes que se deseja determinar.

O ideal será fazer a entrega das amostras no laboratório logo depois da colheita. Se isto não for possível durante o período de 12 horas que se lhe segue, então haverá que parar ou atenuar tanto quanto possível o fenómeno respiratório, inactivando os tecidos através de uma desidratação das folhas ao ar, colocando-as em camada simples sobre uma superfície bem limpa ao abrigo do sol em local arejado. A inactivação dos tecidos poderá também conseguir-se colocando as folhas numa câmara ou caixa frigorífica a 4° C enquanto não forem entregues no laboratório para análise.

2 — Descontaminação das folhas

2.1 — Muitas vezes as folhas apresentam à sua superfície materiais estranhos como partículas do solo e poeiras várias e ou resíduos provenientes de pulverizações, contendo quantidades maiores ou menores dos elementos que se pretende determinar na análise foliar. As partículas de solo e as poeiras terrosas originam, sobretudo, contaminações com ferro e se este for um elemento de particular interesse haverá que proceder à descontaminação do material foliar. Se não for esse o caso e se as quantidades de poeiras e partículas do solo não forem exageradas então a descontaminação não se torna indispensável.

2.2 — Na descontaminação, a fazer-se, deverá usar-se um procedimento que não altere de forma significativa a composição do material foliar. As alterações podem ser devidas a perdas que ocorrem durante o processo ou, ao contrário,

a substâncias que se lhe incorporam. Haverá, por isso, que ter em conta os seguintes cuidados:

- A operação de descontaminação deverá incidir sobre material vegetal fresco, com boa turgescência; convirá, portanto, que a descontaminação se faça tanto quanto possível logo após a colheita.
- A maneira mais eficaz de descontaminar as folhas é através de uma lavagem rápida numa solução fraca (a 0,2%) de um detergente isento de P, esfregando-as suavemente entre os dedos enquanto mergulhadas na solução e passando-as, logo a seguir e rapidamente, por água pura corrente, se possível água desmineralizada, para remover a solução usada na lavagem. Convirá enxugá-las de seguida com panos bem limpos ou papel absorvente não contaminante ou sacudi-las vigorosamente. A rapidez preconizada na operação da lavagem visa reduzir as perdas de alguns elementos, em especial de K.

3.3 — PADRÕES INTERPRETATIVOS DOS TEORES FOLIARES

Os resultados da análise foliar só poderão ser úteis, servindo de base ao diagnóstico do estado nutritivo das culturas, se houver possibilidade de interpretá-los correctamente. Para isso é indispensável dispôr de padrões interpretativos, estabelecidos através de metodologia apropriada, para as diversas espécies e variedades consideradas.

Para uma determinada espécie e variedade, os padrões interpretativos só são válidos para o mesmo tipo de folhas ou de outros órgãos da planta que tenham sido colhidos em épocas equivalentes àquelas para que tais padrões foram estabelecidos. É, por isso, essencial respeitar rigorosamente as normas de colheita quanto ao órgão a colher e quanto à época de colheita. Se assim não fôr as interpretações dos resultados da análise foliar poderão conduzir a um diagnóstico errado do estado nutritivo das culturas em questão.

Apresentam-se, a seguir (Tabela 3), para as culturas atrás mencionadas, os padrões interpretativos correspondentes às normas de colheita que foram referidas, os quais foram adaptados de JONES *et al.* (1991), com excepção dos referentes à bananeira.

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

TABELA 3 - VALORES-PADRÃO DE TEORES FOLIARES DE DIVERSAS CULTURAS

ALFACE (<i>Lactuca sativa</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	4,2-4,6	4,7-5,5	>5,5
P	0,3-0,4	0,5-1,0	>1,0
K	6,5-7,4	7,5-9,0	>9,0
Ca	1,0-1,9	2,0-3,0	>3,0
Mg	0,3-0,4	0,5-0,8	>0,8
S	—	—	—
ppm			
Fe	40-49	50-100	> 100
Mn	10-14	15-250	> 250
Zn	20-24	25-250	> 250
Cu	5-7	8-25	> 25
B	15-22	23-50	> 50
Mo	—	—	—

BATATA COMUM (<i>Solanum tuberosum</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	2,00-2,99	3,00-4,0	> 4,0
P	0,20-0,24	0,25-0,4	>0,4
K	4,00-5,99	6,00-8,0	>8,0
Ca	1,00-1,49	1,50-2,5	> 2,5
Mg	0,50-0,69	0,70-1,0	>1,0
S	—	—	—
ppm			
Fe	30-39	40-100	>100
Mn	20-29	30-250	> 250
Zn	20-29	30-250	> 250
Cu	5-6	7-20	> 20
B	25-39	40-70	> 70
Mo	—	—	—

BATATA DOCE (<i>Ipomoea batatas</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	3,00-3,29	3,30-4,5	> 4,5
P	0,20-0,22	0,23-0,5	> 0,5
K	0,30-3,00	3,10-4,5	> 4,5
Ca	0,50-0,69	0,70-1,2	>1,2
Mg	0,30-0,34	0,35-1,0	> 1,0
S	—	—	—
ppm			
Fe	30-39	40-100	> 100
Mn	30-39	40-250	> 250
Zn	18-19	20-50	> 50
Cu	—	—	—
B	20-24	25-75	> 75
Mo	—	—	—

CAFÉ ARABICA (<i>Coffea arabica</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	< 2,3	2,30-3,0	>3,0
P	< 0,12	0,12-0,2	>0,2
K	< 2,0	2,00-2,5	>2,5
Ca	< 1,0	1,00-2,5	> 2,5
Mg	<0,25	0,25-0,4	>0,4
S	< 0,1	0,1-0,2	> 0,2
ppm			
Fe	< 70	70-125	> 125
Mn	< 50	50-200	> 200
Zn	< 12	12-30	> 30
Cu	< 10	10-25	> 25
B	< 40	40-75	> 75
Mo	<0,1	0,1-0,5	>0,5

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

TABELA 3 - VALORES-PADRÃO DE TEORES FOLIARES DE DIVERSAS CULTURAS (cont.)

CANA DE AÇÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	1,60-1,90	2,00-2,60	> 2,60
P	0,15-0,17	0,18-0,30	> 0,30
K	0,90-1,00	1,10-0,80	> 1,80
Ca	0,10-0,19	0,20-0,50	> 0,50
Mg	0,08-0,09	0,10-0,35	> 0,35
S	<0,14	>0,14	—
ppm			
Fe	20-39	40-250	> 250
Mn	20-24	25-400	> 400
Zn	15-19	20-100	> 100
Cu	3-4	5-15	> 15
B	2-3	4-30	> 30
Mo	<0,05	0,05-4,0	> 4,0

CEBOLA (<i>Allium cepa</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	4,00-4,50	4,50-5,50	> 5,5
P	0,25-0,29	0,30-0,45	>0,45
K	3,00-3,49	3,50-5,00	> 5,0
Ca	1,00-1,49	1,50-2,20	> 2,2
Mg	0,22-0,24	0,25-0,40	> 0,4
S	0,30-0,49	0,50-1,00	1,0
ppm			
Fe	50-59	60-300	> 300
Mn	30-49	50-250	> 250
Zn	20-24	25-100	> 100
Cu	< 15	15-35	> 35
B	20-24	25-75	>75
Mo	—	—	—

CENOURA (<i>Daucus carota</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	1,80-2,20	2,10-3,5	> 3,5
P	0,17-0,19	0,20-0,5	> 0,5
K	2,50-2,79	2,80-4,0	> 4,0
Ca	0,80-1,39	1,40-3,0	> 3,0
Mg	0,25-0,29	0,30-0,5	> 0,5
S	—	—	—
ppm			
Fe	40-49	50-300	> 300
Mn	40-59	60-200	> 200
Zn	20-24	25-250	> 250
Cu	3-4	5-15	> 15
B	25-29	30-100	> 100
Mo	0,40-0,4	90,5-1,5	> 1,5

FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	4,24-4,99	5,00-6,0	> 6,0
P	0,25-0,34	0,35-0,75	> 0,75
K	2,00-2,24	2,25-4,0	> 4,0
Ca	1,00-1,49	1,50-2,5	> 2,5
Mg	0,25-0,29	0,30-1,0	> 1,0
S	—	—	—
ppm			
Fe	40-49	50-300	> 300
Mn	15-49	50-3	> 300
Zn	18-19	20-200	> 200
Cu	4-6	7-30	> 30
B	15-19	20-75	> 75
Mo	—	—	—

TABELA 3 - VALORES-PADRÃO DE TEORES FOLIARES DE DIVERSAS CULTURAS (cont.)

LARANJEIRA (<i>Citrus sinensis</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	2,00-2,19	2,20-3,5	> 3,5
P	0,10-0,11	0,12-0,5	> 0,5
K	0,90-1,19	1,20-3,0	>3,0
Ca	0,90-1,09	1,10-4,0	> 4,0
Mg	0,20-0,29	0,30-0,5	> 0,5
S	—	—	—
ppm			
Fe	40-59	60-150	> 150
Mn	22-24	25-200	> 200
Zn	22-24	25-200	> 200
Cu	4-5	6-100	> 100
B	20-24	25-100	> 100
Mo	—	—	—

MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	4,50-4,99	5,00-6,0	> 6,0
P	0,20-0,29	0,30-0,5	> 0,5
K	1,00-1,19	1,20-2,0	> 2,0
Ca	0,50-0,59	0,60-1,5	> 1,5
Mg	0,20-0,24	0,25-0,5	> 0,5
S	—	—	—
ppm			
Fe	50-59	60-200	201-250
Mn	< 50	50-250	251-1000
Zn	35-39	40-100	> 100
Cu	< 7	7-15	> 15
B	< 15	15-20	> 20
Mo	—	—	—

MANGUEIRA (<i>Mangifera indica</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	0,70-0,99	1,00-1,50	> 1,50
P	0,05-0,07	0,08-0,25	> 0,25
K	0,25-0,39	0,40-0,90	> 0,90
Ca	1,00-1,99	2,00-5,00	> 5,00
Mg	0,15-0,19	0,20-0,50	> 0,50
S	—	—	—
ppm			
Fe	25-49	50-250	> 250
Mn	25-49	50-250	> 250
Zn	15-19	20-200	> 200
Cu	5-6	7-50	> 50
B	20-24	25-150	> 150
Mo	—	—	—

MILHO (<i>Zea mays</i>) (toda a parte aérea)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	< 3,50	3,50-5,00	> 5,0
P	< 0,30	0,30-0,50	> 0,5
K	< 2,50	2,50-4,00	> 4,0
Ca	< 0,30	0,30-0,70	> 0,7
Mg	< 0,15	0,15-0,45	> 0,45
S	< 0,15	0,15-0,50	> 0,5
ppm			
Fe	< 50,0	50-250	> 250
Mn	< 20,0	20-300	> 300
Zn	< 20,0	20-60	> 60
Cu	< 5,0	5-20	> 20
B	< 5,0	5-25	> 25
Mo	< 0,1	0,1-10	> 10

TABELA 3 - VALORES-PADRÃO DE TEORES FOLIARES DE DIVERSAS CULTURAS (cont.)

MILHO (<i>Zea mays</i>) (folha da espiga)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	2,00-2,60	2,70-4,0	> 4,0
P	0,15-0,24	0,25-0,5	0,51-0,8
K	1,00-1,60	1,70-3,0	3,1-5,0
Ca	0,10-0,20	0,21-1,0	> 1,0
Mg	0,10-0,19	0,20-1,0	> 1,0
S	0,10-0,20	0,21-0,5	0,51-0,8
ppm			
Fe	10-20	21-250	> 250
Mn	0-19	20-200	201-300
Zn	15-24	25-100	> 100
Cu	2-5	6-20	21-70
B	2-4	5-25	> 25
Mo	0,1-0,2	> 0,2	—

PAPAIA (<i>Carica papaya</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	0,80-1,0	1,01-2,5	> 2,5
P	0,18-0,21	0,22-0,4	> 0,4
K	2,80-3,2	3,30-5,5	> 5,5
Ca	< 1,00	1,00-3,0	> 3,0
Mg	< 0,40	0,40-1,2	> 1,2
S	—	—	—
ppm			
Fe	20-24	25-100	> 100
Mn	10-19	20-50	> 150
Zn	10-14	15-40	> 40
Cu	< 4	4-10	> 10
B	< 20	20-30	> 30
Mo	—	—	—

PIMENTÃO (<i>Capsicum annum</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	3,50-3,99	4,00-6,0	> 6,0
P	0,23-0,34	0,35-1,0	> 1,0
K	3,60-3,99	4,00-6,00	> 6,0
Ca	0,80-0,99	1,00-2,50	> 2,5
Mg	0,26-0,29	0,300-1,00	> 1,0
S	—	—	—
ppm			
Fe	50-59	60-300	> 300
Mn	40-49	50-250	> 250
Zn	18-19	20-200	> 200
Cu	4-5	6-25	> 25
B	23-24	25-75	> 75
Mo	—	—	—

TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i>)			
Nutrientes	Baixo	Sufic.	Alto
%			
N	2,50-3,99	4,00-6,00	> 6,0
P	0,20-0,24	0,25-0,75	> 0,75
K	1,05-2,89	2,90-5,00	> 5,0
Ca	0,80-0,99	1,00-3,00	> 3,0
Mg	0,25-0,39	0,40-0,60	> 0,6
S	0,25-0,39	0,40-1,20	> 1,2
ppm			
Fe	30-39	40-200	> 200
Mn	30-39	40-200	> 250
Zn	18-19	20-50	> 50
Cu	3-4	5-20	> 20
B	20-24	25-60	> 60
Mo	—	—	—

3. Estado nutritivo das culturas. Sua avaliação

TABELA 3 – VALORES-PADRÃO DE TEORES FOLIARES DE DIVERSAS CULTURAS (cont.)

BANANEIRA (<i>Musa sp.</i>) ⁽¹⁾					
Nutrientes	Carência	Insufic.	Ótimo	Elevado	Toxicidade
%					
N	1,6-2,1	2,0-2,5	2,7-3,6	-	-
P	-	0,12-0,16	0,18-0,27	-	-
K	1,3-2,6	2,7-3,2	3,2-5,4	-	-
Ca	0,15	-	0,66-1,20	-	-
Mg	0,07-0,25	-	0,27-0,60	-	-
S	-	-	0,16-0,30	-	-
Cl	-	-	0,9-1,5	> 1,6	3,5
ppm					
Fe	-	-	80-360	-	-
Mn	40-150	-	200-1800	2000-3000	> 3000
Zn	6-17	-	20-50	-	-
Cu	< 5?	-	6-30	-	-
B	< 10?	-	10-25	-	30-100
Na	-	< 60	60-150	> 150	> 3500

⁽¹⁾ Fonte: J.MARCHAL. Comunicação pessoal

4. FERTILIZANTES

As matérias fertilizantes ou, mais simplesmente, fertilizantes, são substâncias utilizadas com o objectivo de directa ou indirectamente manterem ou melhorarem a nutrição das plantas, classificando-se em **adubos e correctivos**.

4.1 — ADUBOS

Os adubos são fertilizantes que se caracterizam por possuírem um teor mais ou menos elevado de nutrientes e cuja função principal é fornecer nutrientes à planta, actuando directamente sobre elas. Chamam-se **elementares** quando contêm um só macronutriente principal, **compostos** quando contêm mais do que um. Fisicamente podem apresentar-se nas formas sólida (em pó, cristalizados ou granulados) e líquida.

4.1.1 — ADUBOS ELEMENTARES

• ADUBOS AZOTADOS

Nos adubos químicos (ou adubos minerais) o azoto pode estar presente sob as formas nítrica, amoniacal ou amídica, podendo encontrar-se no comércio **adubos nítricos**, **adubos amoniacais**, **adubos nítricoamoniacais** e **adubos amídicos**.

No solo o azoto amoniacal e o azoto amídico são transformados em azoto nítrico, forma em que as plantas preferencialmente o absorvem. Os nitratos são sais extremamente solúveis em água e o **azoto nítrico** (NO_3^-) não é susceptível de ser retido, pelo menos em quantidade apreciável, pelo complexo coloidal do solo, nem

reage com outros constituintes para originar compostos insolúveis ou de solubilidade mais ou menos reduzida. Daí a sua grande mobilidade no solo e as perdas a que está sujeito, sendo arrastado facilmente pelas águas das chuvas ou pela água de rega, quando aplicado em excesso, podendo originar a poluição dos lençóis freáticos ou dos cursos de água.

Diferentemente do que se passa com o azoto nítrico, o **azoto amoniacal** (NH_4^+) é facilmente retido como catião no complexo de troca do solo, não ficando sujeito às perdas por lixiviação nas águas que se infiltram no solo, excepto nos solos arenosos, sem qualquer poder de retenção.

O **azoto amídico**, como qualquer outra forma de azoto orgânico, uma vez aplicado ao solo sofre um processo de mineralização, passando à forma amoniacal e depois à forma nítrica.

Os **adubos nítricos** devem ser utilizados principalmente em adubações de cobertura, dada a grande mobilidade do N nítrico no solo. Como exemplos de adubos deste tipo podem referir-se o **nitrato de cálcio**, com 15 a 15,5% de N e o **nitrato de sódio** (também designado por nitrato do Chile, quando se trata do produto natural, com origem naquele país), com 15,5 a 16% de N.

Nos **adubos amoniacais** o N encontra-se na forma amoniacal, sendo adubos para aplicação em fundo (antes da sementeira ou plantação), de que é exemplo o **sulfato de amónio**, com 20,5 % de N.

Os **adubos nítricoamoniacais** são adubos hoje muito vulgarizados. Os mais importantes são o **nittrato de amónio** que, na sua forma concentrada, doseia 33% de N, metade sob forma nítrica e metade sob forma amoniacal, e o **sulfonitrato de amónio** com 26% de N, sendo $\frac{1}{4}$ nítrico e o restante amoniacal. O nitrato de amónio é comercializado sobretudo em diluições sólidas com calcário, sob forma granulada, de que as mais correntes doseiam 20,5 e 26% de N. São adubos que podem ser utilizados em adubações de fundo ou em adubações de cobertura.

Os **adubos amídicos** mais vulgares são a **ureia**, com 46% de N, e a **cianamida cálcica**, com 20,5% de N. O azoto amídico, antes de ser absorvido pelas plantas, é transformado em azoto amoniacal e depois em nítrico. A ureia é um excelente adubo de cobertura, podendo igualmente ser utilizada em fundo. Neste caso deve ser usada com precaução, em quantidades pequenas, devendo ficar afastado das sementes, situação que deve ser seguida com todos os fertilizantes. A cianamida

cálcica é um adubo para utilização exclusiva em fundo, sendo muito cáustico. Sendo um adubo muito alcalinizante não é recomendável em solos neutros e alcalinos. É um adubo sem interesse para Cabo Verde.

A ureia, em conjunto com o nitrato de amónio, é frequentemente utilizada na preparação de um adubo fluido ou líquido, designado **solução azotada**, aplicada correntemente na água de rega (**fertirrega**). A **solução azotada** mais vulgarmente comercializada é a **solução azotada 32** ou simplesmente **solução 32 N**, que contém 420 g de N por litro, metade sob forma ureica ou amídica, $\frac{1}{4}$ sob forma amoniacal e $\frac{1}{4}$ sob forma nítrica.

• ADUBOS FOSFATADOS

Os adubos fosfatados mais vulgarmente utilizados são o **superfosfato de cálcio normal**, com 18% de P_2O_5 , o **superfosfato de cálcio triplo**, com 42% de P_2O_5 e o **superfosfato de cálcio concentrado**, com pelo menos 25% de P_2O_5 .

Outros adubos fosfatados menos usados são, por exemplo, o **fosfato Thomas**, com 18% de P_2O_5 e o **fosfato natural macio**, com pelo menos 25% de P_2O_5 , constituído por certo tipo de fosforites simplesmente moídas.

Os adubos fosfatados, dada a pequena mobilidade do fósforo no solo, devem ser aplicados nas fertilizações de fundo, bem incorporados na terra. Os superfosfatos, em virtude de possuírem o fósforo sob uma forma solúvel em água, podem ser utilizados em todos os tipos de solos, contrariamente aos outros adubos fosfatados referidos, que só deverão ser utilizados em solos ácidos, razão por que não têm qualquer interesse para Cabo Verde.

Dos superfosfatos interessará para Cabo Verde o superfosfato triplo, pelo seu elevado teor em fósforo, o que origina menores encargos com transportes por cada unidade fertilizante (1kg de P_2O_5).

• ADUBOS POTÁSSICOS

Os adubos potássicos mais correntemente utilizados são o **cloreto de potássio**, que pode apresentar-se no mercado com duas concentrações de K_2O (50% e 60%) e o **sulfato de potássio**, com 50% de K_2O . São adubos solúveis em água,

habitualmente utilizados em adubações de fundo, mas que, em determinadas circunstâncias, podem ser parcialmente aplicados em adubações de cobertura, sobretudo em solos arenosos, muito permeáveis e sem poder de retenção.

Sempre que possível convirá utilizar o sulfato em vez do cloreto, em especial em culturas como a batata comum, o tabaco, os citrinos e o abacaxi, dado o efeito negativo que os cloretos têm sobre a qualidade das produções destas culturas.

4.1.2 — ADUBOS COMPOSTOS

São adubos que contêm mais que um macronutriente, sendo referidos muitas vezes por um conjunto de três números como, por exemplo, 16 - 10 - 20; em que o primeiro número indica o azoto, (16% de N, no exemplo indicado), o segundo o fósforo (10% de P_2O_5) e o terceiro o potássio (20% de K_2O). A notação 16 - 10 - 20 significa, pois, que o adubo a que ela se refere é um composto, ternário, que contêm, por cada 100 kg do produto, 16 unidades fertilizantes de azoto, 10 unidades fertilizantes de fósforo e 20 unidades fertilizantes de potássio.

Alguns adubos compostos contêm apenas dois elementos, chamando-se neste caso **adubos binários**, contrariamente ao primeiro exemplo que era um **adubo ternário**. Como exemplos de adubos binários podem-se citar os que têm apenas azoto e fósforo, como o **fosfato monoamónico** (MAP), 12 - 51 - 0 e o **fosfato diamónico** (DAP), 18 - 46 - 0, e os que têm azoto e potássio, como o **nitrate de potássio**, 13 - 0 - 46.

No fabrico de alguns adubos compostos fazem-se reagir várias substâncias, ácidos, bases ou sais, dando origem a novos compostos químicos, pelo que os adubos assim obtidos recebem a designação de **adubos complexos**. Noutros casos há apenas um processo de simples mistura mecânica de outros adubos, recebendo os adubos compostos resultantes o nome de **adubos mistos**. Comercialmente, estes últimos recebem muitas vezes a designação de *blend*.

Os adubos compostos são geralmente utilizados em adubações de fundo, com excepção daqueles que contêm todo o azoto na forma nítrica, como o nitrate de potássio, que só deve ser utilizado em adubações de cobertura (o N dos adubos compostos encontra-se, na sua maioria, na forma amoniacal).

Há no comércio internacional uma enorme variedade de adubos compostos, com concentrações e equilíbrios diferentes e fornecendo os nutrientes sob diversas formas, uns mais adequados que outros para o agricultor aplicar, conforme a cultura,

o tipo de solo e seu estado de fertilidade, o clima, a técnica de fertilização, o preço das unidades fertilizantes fornecidas por cada adubo, etc.

4.2 — CORRECTIVOS

Os correctivos têm por finalidade corrigir ou melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, podendo conter quantidades significativas de nutrientes.

Os correctivos com mais interesse para Cabo Verde são os correctivos orgânicos, como os **estrumes**, os produtos **compostados** de materiais orgânicos diversos, designadamente os **resíduos** das explorações agrícolas e os **lixos** dos centros urbanos, as **lamas de depuração** das estações de tratamento dos esgotos, e, ainda, a **turfa**, esta de custos mais elevados, dada a necessidade da sua importação. Os correctivos minerais que eventualmente poderão ter algum interesse são os correctivos acidificantes, como o enxofre; o gesso é, também, um correctivo mineral que tem muito interesse na recuperação de solos com excesso de sódio no complexo de troca, como já foi referido. Estes só devem ser utilizados, no entanto, após análise do solo e de acordo com critérios definidos caso a caso e sob orientação técnica do INIDA.

Os estrumes constituem os correctivos orgânicos mais utilizados, sendo a sua riqueza em nutrientes dependente da espécie pecuária, da sua alimentação, idade, palhas ou camas dos animais, bem como da forma como é conservado. São essenciais para a manutenção da fertilidade do solo pela influência que exercem sobre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. No Quadro seguinte apresenta-se a composição média de estrumes de diversas espécies pecuárias, referida ao produto com a sua humidade original.

QUADRO 6 — COMPOSIÇÃO MÉDIA DE ESTRUMES DE ALGUMAS ESPÉCIES PECUÁRIAS

Espécie pecuária	%				
	Humidade original	Matéria orgânica	N	P_2O_5	K_2O
Bovinos	67	18	0,5	0,3	0,6
Suínos	38	43	0,5	0,5	0,3
Galináceos	25	54	2,2	3,2	1,7
Equídeos	65	17	0,5	0,3	0,4
Caprinos/ovinos	47	29	1,6	1,1	1,3

Os nutrientes dos estrumes são fácil e gradualmente absorvidos pelas plantas.

A proporção de nutrientes principais contidos nos estrumes que se estima possa ser absorvida pelas culturas a que eles se aplicam é, em média, de 50% do seu teor em N, P e K, embora possa variar entre amplos limites, dependentes da natureza do estrume, do seu estado de conservação, da técnica de aplicação ao solo, etc. Em culturas de ciclo muito curto, como por exemplo a alfaca, os valores a considerar devem ser mais baixos, da ordem de 25 a 30%. Assim, uma cultura de milho estrumada com estrume de bovino à razão 10 t/ha, poderá absorver 25 kg de azoto, 15 kg de fósforo (expresso em P_2O_5) e 30 kg de potássio (expresso em K_2O), isto é, cerca de metade das quantidades totais destes nutrientes fornecidos pelo estrume: 50 kg de N, 30 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O . Nas mesmas condições uma cultura de alfaca utilizaria apenas cerca de 15 kg de N, 10 kg de P_2O_5 e 20 kg de K_2O .

As quantidades de nutrientes fornecidas ao solo pelos estrumes que não foram utilizadas pela cultura estrumada poderão, embora em menor grau, beneficiar a cultura ou culturas seguintes.

Os produtos compostados ou "compostos", produzidos com materiais orgânicos diversos, nomeadamente restos de culturas, constituem excelentes correctivos orgânicos que deverão ser utilizados sempre que possível.

4.3 — TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES

A aplicação ao solo dos fertilizantes sólidos, adubos ou correctivos, não oferece quaisquer dificuldades. Como regra, os correctivos devem ser espalhados sobre todo o terreno e enterrados com uma lavoura ou gradagem. Os adubos podem igualmente ser espalhados sobre todo o terreno (**adubação a lanço**) ou **localizados**, isto é, distribuídos apenas em certos locais do terreno, como na cova, rego, covacho, etc. No caso de adubos fosfatados, distribuídos a lanço ou localizados, é necessário que sejam incorporados no solo através de uma lavoura, de uma cava ou de uma gradagem, uma vez que o fósforo não se desloca com facilidade, como foi referido.

É importante que os adubos não contactem com as sementes ou raízes das jovens plantas, quando da transplantação, devendo ficar sempre por baixo e ligeiramente ao lado daquelas, uma vez que o aumento da concentração salina pode

conduzir à sua queima. Este facto é frequente, nomeadamente com os adubos que contêm azoto ou potássio, sendo a ureia e os cloretos aqueles que exigem maiores precauções. Este fenómeno resulta do aumento da **pressão osmótica** da solução do solo, impedindo as jovens raízes de absorver água que é feita por **osmose**, fenómeno pelo qual a água se desloca, através de uma membrana que separa duas soluções de concentração diferente, da mais diluída para a de maior concentração.

Para a **escolha** dos adubos há que ter primeiramente em atenção a fertilização recomendada. No caso da **fertilização de fundo** é quase sempre mais vantajoso usar adubos compostos e, no caso destes não se ajustarem bem à fertilização recomendada, serem complementados com adubos simples. Dispondo de vários adubos compostos o primeiro elemento a ajustar deverá ser o N, uma vez que é o nutriente mais caro e susceptível de ter um efeito maior sobre a produção. Se o adubo composto escolhido conduzir a uma aplicação de fósforo ou potássio por defeito ou excesso de cerca de 10 ou 15%, não há necessidade, geralmente, de proceder a novas correcções. Em caso de aplicações por excesso, superiores ao valor indicado, para além de problemas de salinidade que possam surgir devido ao potássio, há que ter sempre em conta os custos financeiros.

Na escolha dos adubos haverá que ter em conta não apenas o seu teor em macronutrientes principais, mas, também, o seu conteúdo noutros nutrientes, em especial macronutrientes secundários, e ainda, outras características, nomeadamente as relacionadas com o seu efeito sobre a reacção e a salinidade do solo. No Quadro seguinte apresentam-se, para um conjunto de adubos bem conhecidos, elementos informativos sobre a matéria.

Nos casos da **fertirrega**, designação que recebe a aplicação de fertilizantes através da água de rega, a escolha dos adubos deve ter em conta primeiramente a sua solubilidade, devendo-se utilizar apenas adubos **completamente solúveis em água**. Outros critérios e precauções a ter em conta serão o índice salino dos adubos, a salinidade da água de rega, a sensibilidade das culturas aos sais, o sistema de rega adoptada, a época do ano e a fase vegetativa da cultura. Como nestes casos a fertilização é realizada durante grande parte do ciclo vegetativo, há necessidade de ajustar a quantidade e tipo de adubos que são fornecidos por cada rega. Como norma geral não se recomendam concentrações de adubo superiores a 1 g /L nas

QUADRO 7 — COMPOSIÇÃO E EQUIVALENTES DE ACIDEZ E DE ALCALINIDADE E ÍNDICE DE SALINIDADE DE ALGUNS ADUBOS ELEMENTARES E COMPOSTOS

Adubos	Composição (%)						Equiv. de acidez (1)	Equiv. de alcal. (2)	Índice de salinidade (3)	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S			Do produto	Por unid. fertiliz.
Adubos azotados										
Amoníaco anidro	82	—	—	—	—	—	148	—	47,0	0,572
Cloreto de amónio	26,2	—	—	—	—	—	140	—	?	?
Sulfato de amónio	20,5	—	—	—	—	24,3	110	—	66,7	3,253
Sulfonitrato de amónio	26	—	—	—	—	15,1	93	—	82,5	3,173
Ureia	46	—	—	—	—	—	84	—	74,4	1,618
Nitrato de amónio	33,5	—	—	—	—	—	59	—	100,2	2,990
Nitricoaomniacal a 26%	26	—	—	10	—	—	20	—	79,0	3,038
Nitricoaomniacal a 20,5%	20,5	—	—	16	—	—	0	0	63,2	3,083
Nitrato de cálcio	15,5	—	—	19,5	—	—	—	20	68,3	4,409
Nitrato de sódio	16	—	—	—	—	—	—	29	100,0	6,250
Cianamida cálcica	20,5	—	—	38	—	—	—	63	30,3	1,476
Adubos fosfatados										
Superfosfato de cálcio normal	—	18	—	20	—	11,6	0	0	7,8	0,433
Superfosfato de cálcio triplo	—	42	—	15	—	1,5	0	0	10,1	0,240
Fosfato bicálcico	—	38	—	21	—	—	—	25	?	?
Fosfato Thomas	—	18	—	36	—	—	—	50-80	?	?
Adubos potássicos										
Cloreto de potássio 50%	—	—	50	—	—	—	0	0	109,4	2,188
Cloreto de potássio 60%	—	—	60	—	—	—	0	0	116,3	1,938
Sulfato de potássio	—	—	50	—	—	18	0	0	42,7	0,853
Adubos compostos										
Nitrato de potássio	13	—	46	—	—	—	—	26	74	1,254*
Fosfato monoamónico (MAP)	12	51	—	—	—	—	64	—	30	0,476*
Fosfato diamónico (DAP)	18	46	—	—	—	—	96	—	34	0,531*

(1) Quilogramas de carbonato de cálcio necessários para neutralizar a acidez resultante da aplicação de 100 kg de adubo.

(2) Quilogramas de carbonato de cálcio que exercem a mesma acção neutralizante que 100 kg de adubo.

(3) Relação, expressa em percentagem, entre o aumento da pressão osmótica da solução do solo provocado pelo adubo e o aumento produzido por igual quantidade de nitrato de sódio.

* Considerando a soma das unidades fertilizantes contidas no adubo.

culturas sensíveis aos sais; no caso de culturas medianamente sensíveis não ultrapassar 2 g/L. Na fase juvenil das culturas é conveniente, no entanto, não exceder 1 g/L. É ainda necessário ter em atenção a condutividade eléctrica da água, uma vez que aqueles valores são indicados para águas de boa qualidade, com condutividades inferiores ou iguais a 0,7 mmhos/cm. Para valores de condutividade mais elevados é necessário baixar aquelas concentrações.

Exemplo:

Para uma dada cultura, depois de efectuada a adubação de fundo com base na análise de terra, foi recomendada a seguinte adubação em fertirrega:

- 300 kg/ha do adubo 20-15-15 — a aplicar desde a germinação até ao início da floração (cerca de 4 semanas de aplicação).
- 200 kg/ha do adubo 15-5-30 — a aplicar após a floração até cerca de duas semanas antes da colheita dos frutos (cerca de 4 semanas de aplicação).
- Dotação média de rega: 5 L/m²/dia.

Plano de adubação

Quantidade de adubo a aplicar por semana:

$$300 \text{ kg/4 semanas} = 75 \text{ kg/ha/semana} = 7,5 \text{ g/m}^2/\text{semana}$$

A quantidade a aplicar em cada rega depende do número de aplicações semanais que se pretende realizar, sabendo-se que em cada rega não se deverá aplicar mais que 1 g/L, que corresponde, neste caso, a um total de 5 g, dado o valor da dotação de rega, 5 L/m²/dia. Assim, basta dividir a quantidade a aplicar semanalmente pelo número de dias em que se pretende efectivamente realizar a fertilização (7,5 ÷ 2; 7,5 ÷ 3; 7,5 ÷ 4; etc.). No primeiro caso teríamos 3,75 g por rega, em dois dias; no último 1,875 g por rega, em quatro dias. Para a adubação após a floração proceda-se de igual modo, aplicando a quantidade referida, 200 kg, durante 4 semanas.

No Quadro seguinte indica-se a solubilidade de alguns adubos mais comumente utilizados.

QUADRO 8 — SOLUBILIDADE DE ALGUNS ADUBOS EM ÁGUA A 20° C

Adubo	Solubilidade (kg/100 L de água)	Adubo	Solubilidade (kg/100 L de água)
Cloreto de amônio	37	Superfosfato normal	3
Sulfato de amônio	73	Superfosfato triplo	7
Ureia	103	Cloreto de potássio	34
Nitrato de amônio	187	Sulfato de potássio	11
Nitrato de cálcio	102	Fosfato monoamônico (MAP)	23*
Nitrato de sódio	176*	Fosfato diamônico (DAP)	43*
Nitrato de potássio	32		

* Em água fria a 0°C.

4.4 — MISTURA DE FERTILIZANTES. QUADRO DE COMPATIBILIDADES.

A indústria adubeira prepara numerosas formulações de adubos compostos granulados que o comércio do ramo coloca à disposição do agricultor. Nem sempre, porém, as formulações disponíveis no mercado se adequam às características dos solos e das culturas que se deseja fertilizar. Por isso, os técnicos agrários e os agricultores vêem-se, por vezes, na necessidade de recorrer à mistura de adubos elementares e de outros fertilizantes para conseguir um produto com uma composição que se ajuste melhor às suas necessidades concretas. Tais misturas não poderão, todavia, fazer-se indiscriminadamente, porquanto os constituintes de dois ou mais fertilizantes poderão reagir entre si de forma mais ou menos intensa com conseqüências muito negativas, como sejam:

- perda de nutrientes, designadamente de azoto, sob forma gasosa;
- elevação acentuada da temperatura com riscos de provocar incêndios;
- diminuição da solubilidade de nutrientes, nomeadamente do fósforo, que passam a ficar menos assimiláveis pelas culturas;
- alterações no estado físico dos fertilizantes que tornarão, na prática, impossível a sua aplicação.

O Quadro 9, que adiante se apresenta, permite determinar as misturas que poderão fazer-se, sem inconvenientes, muito tempo antes da sua aplicação e que, eventualmente, poderão armazenar-se, bem como as misturas que só poderão fazer-se imediatamente antes de serem aplicadas à terra. Indicam-se, também, as misturas que nunca deverão fazer-se.

Na altura em que se procede à sua mistura, manual ou mecânica, os fertilizantes deverão estar bem secos sem o que a operação se tornará mais difícil e o produto obtido será menos homogêneo.

Dos fertilizantes considerados, há alguns desprovidos de interesse para Cabo Verde, dadas as condições de solos e de clima dominantes no País. Não obstante, considerou-se útil, do ponto de vista informativo, inserir nesse Quadro tais fertilizantes.

QUADRO 9 — COMPATILIDADES DOS FERTILIZANTES

Fertilizantes	Adubos orgânicos	Cianamida cálcica	Cloreto de amônio	Nitrato de amônio	Nitrato de cálcio	Nitrato de sódio	Nitrato de potássio	Sulfato de amônio	Sulfonitrato de amônio	Ureia	Superfosfatos	Fosfatos de amônio	Fosfato bicálcico	Fosfatos naturais	Cloreto de potássio	Sulfato de potássio	Cal	Calcário	Estrumes
Adubos orgânicos	+	-	+	+		+	+	+	+		+	+	+	-	+	+	-	-	+
Cianamida cálcica	-	+	-	-		+	+	-	-		-	-	+	+		+	+	+	-
Cloreto de amônio	+	-	+		-	+	+	+	+		+	+	+	-	+	+	-	-	+
Nitrato de amônio	+	-		+	-	+	+	+	+		+	+	-	+	+	+	-	+	+
Nitrato de cálcio			-	-	+			-	-		-	-			-				+
Nitrato de sódio	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+			+
Nitrato de potássio	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	-	+	+
Sulfato de amônio	+	-	+	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-	-	+
Sulfonitrato de amônio	+	-	+	+	-	+	+	+	+			+	+	+			-	-	+
Ureia				-	-	+	+			+	-		+			+	-	-	+
Superfosfatos	+	-	+		-			+		-	+	+	+	-	+	+	-	-	+
Fosfatos de amônio	+	-	+	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-	-	+
Fosfato bicálcico	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Fosfatos naturais	-	+	-	-		+	+	-	-		-	+	+	+		+	+	-	
Cloreto de potássio	+		+	+	-	+	+	+	+		+	+	+		+	+			+
Sulfato de potássio	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+			+
Cal	-	+	-	-				-	-	-	-			+			+	+	-
Calcário	-	+	-	+		+	+	-	-	-	-	+	-				+	+	-
Estrumes	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+

+ Podem misturar-se e armazenar-se

□ Podem misturar-se, mas devem aplicar-se imediatamente

- Não devem misturar-se

5. FERTILIZAÇÃO DO SOLO E DAS CULTURAS

5.1 — FERTILIZAÇÃO RACIONAL

A **fertilização** é a operação agrícola que consiste na aplicação ao solo de fertilizantes, isto é, de substâncias que, como os adubos e correctivos, têm por objectivo melhorar a fertilidade do solo, tornando-o mais produtivo e capaz de oferecer às culturas condições mais favoráveis à obtenção de maiores e melhores colheitas.

Uma **fertilização racional** exige que sejam aplicados à terra ou, em certos casos, à cultura, os fertilizantes mais apropriados, nas quantidades e épocas mais adequadas e segundo as técnicas mais correctas, por forma a obter os melhores rendimentos económicos e salvaguardando, ao mesmo tempo, a qualidade do ambiente.

A fertilização racional, no âmbito de uma agricultura sustentável, deve:

- **Cobrir as necessidades das culturas** — pretende-se que as plantas vejam satisfeitas as suas necessidades em nutrientes, isto é, não sofram quaisquer carências.
- **Melhorar ou manter a fertilidade do solo** — a fertilidade do solo pode degradar-se com facilidade. A fertilização, e de um modo geral todas as operações culturais, devem ser feitas no sentido da melhoria ou, pelo menos, da manutenção da fertilidade do solo.
- **Respeitar normas ou princípios ecológicos e económicos** — as quantidades e tipos de fertilizantes a aplicar e as técnicas e épocas de aplicação deverão ser tais que não contribuam para a poluição dos solos ou águas, superficiais ou subterrâneas, assegurando ao mesmo tempo os melhores rendimentos.

A concretização daqueles objectivos exige, entre outros, o conhecimento das necessidades da cultura, o teor do solo em nutrientes e as características dos fertilizantes, bem como o seu comportamento no solo.

A maioria dos agricultores não dispõe, no todo ou em parte, destes conhecimentos, necessitando, por isso, do apoio de serviços técnicos especializados que, com base na análise de amostras representativas de terra e/ou de amostras foliares e no conhecimento sobre as necessidades nutritivas das culturas e, ainda, de outros factores relacionados com as características dos fertilizantes e do seu comportamento no solo, bem como das condições climáticas prevalentes, formulem as recomendações de fertilização.

Em Cabo Verde é o INIDA que dispõe de condições para prestar tal apoio e formular as recomendações de fertilização, as quais poderão, localmente, ser melhor detalhadas, adaptadas ou complementadas com o contributo de técnicos concelhios do Ministério de Agricultura em função de um conhecimento mais completo das realidades locais, do próprio agricultor e dos fertilizantes disponíveis.

5.2 — RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

As recomendações de fertilização que se apresentam constituem a base da fertilização racional para as culturas seleccionadas, cuja prática se reveste da maior importância pois que, se por um lado evita o uso excessivo de fertilizantes e os seus efeitos negativos - ao nível do rendimento económico e da poluição dos solos e águas - por outro impede a degradação da fertilidade dos solos, permitindo a obtenção de melhores rendimentos.

A sua elaboração teve por base, para além dos resultados experimentais obtidos nos estudos efectuados no âmbito do Projecto de investigação «Estudo da fertilidade dos solos e da fertilização das culturas de Cabo Verde», outra informação recolhida e sistematizada pela equipa do Projecto, relativa a trabalhos realizados e publicados por numerosos autores. Noutros casos, em que a informação era mais escassa, recorreu-se a informação internacional, para condições semelhantes às de Cabo Verde.

Para a recomendação de azoto, na elaboração das presentes tabelas, teve-se como base os resultados experimentais obtidos em ensaios de fertilização, realizados com algumas culturas seleccionadas nas condições de solo e clima do Arquipélago, o tipo de cultura, as técnicas culturais praticadas e o nível de produção.

Nos casos do fósforo e do potássio, foram adoptadas classes de fertilidade do solo, de acordo com os métodos de análise utilizados no Laboratório de Análises de Solos, Plantas e Águas do INIDA. A recomendação é sempre baseada na classe

de fertilidade definida pela análise, no tipo de cultura e nível de produtividade. Dada a possibilidade de enriquecimento do solo nestes nutrientes, nas classes mais baixas a recomendação é sempre superior às necessidades da cultura. Na classe média procurou-se, tendo também em conta os resultados experimentais, que a aplicação correspondesse, sensivelmente, à extracção pela cultura do nutriente em causa. Idênticos critérios são aplicados a outros nutrientes, tendo em atenção, no entanto, que é bastante escassa a informação existente relativa às condições de Cabo Verde.

O serviço de recomendações de fertilização assenta na análise de amostras de terra representativas das parcelas onde serão instaladas as culturas. Os resultados das referidas análises constituem, geralmente, parte integrante de um relatório emitido por computador (ver exemplo no Anexo B) onde constam, igualmente, as recomendações de fertilização. Estas são acompanhadas por algumas notas relativas à forma como tal fertilização deverá ser efectuada ou outras, que se considerem relevantes e que decorram dos resultados analíticos. No entanto, apenas nos casos em que cada uma das amostras de terra chegadas ao Laboratório seja acompanhada da ficha informativa (de que se apresenta uma cópia no Anexo A), contendo informação adequada relativa à cultura em causa, poderá ser emitida a recomendação.

A elaboração dos programas de computador, que permitem a emissão dos relatórios de análise de terra e recomendações de fertilização mencionados, teve por base a informação contida no presente Manual.

5.3 — TABELAS DE FERTILIZAÇÃO

Apresentam-se, a seguir, as tabelas de fertilização para algumas culturas de sequeiro e de regadio. Para as culturas de sequeiro, dadas as características dos solos predominantes em Cabo Verde, só se justificará a fertilização mineral em regiões sub-húmidas onde, em anos menos desfavoráveis do ponto de vista pluviométrico, poderão verificar-se acréscimos muito significativos de produção, sobretudo com a fertilização azotada.

5.3.1 — CULTURAS DE SEQUEIRO

1 — MANCARRA OU AMENDOIM (*Arachis hypogaea*)

A mancarra ou amendoim é cultivado em Cabo Verde fundamentalmente em regime de sequeiro em zonas sub-húmidas. Os níveis de produção são bastante baixos na maioria dos anos, sendo o principal factor limitante a água, dada a grande irregularidade das chuvas. Na maior parte dos casos raramente se justifica a prática da fertilização. Nos anos de chuvas favoráveis admite-se que possam obter-se respostas compensadoras à adubação.

1.1 — Adubação azotada: como leguminosa, o amendoim poderá dispensar a aplicação de azoto, sobretudo se já anteriormente foi cultivado no mesmo terreno.

1.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	50	30	20	0	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	50	30	20	0	0

NOTA: Aplicar o fósforo e o potássio à sementeira, devendo o adubo ser colocado por baixo e ao lado das sementes.

2 — Consociação MILHO x FEIJÃO (*Zea mays* x *Phaseolus* sp.)

O milho é cultivado em Cabo Verde fundamentalmente em regime de sequeiro em zonas sub-húmidas, em consociação com diversos tipos de feijão (bongolom, congo, pedra, fava). Os níveis de produção são bastante baixos na maioria dos anos, sendo o principal factor limitante a água, dada a grande irregularidade das chuvas. Na maior parte dos casos raramente se justifica a prática da fertilização azotada e fosfatada, embora, por vezes, possam obter-se elevados aumentos de produção com a aplicação daqueles elementos em anos de chuvas favoráveis.

2.1 — Adubação azotada: aplicar 30 a 60 kg de N/ha

2.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	50	30	20	0	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	50	30	20	0	0

NOTAS:

- 1. Azoto** — Aplicar o azoto à sementeira, devendo o adubo ficar colocado por baixo e ao lado das sementes. Dada a irregularidade das chuvas, também pode ser vantajosa a sua aplicação apenas em cobertura, devendo neste caso ser aplicado quando as plantas estiverem a atingir a altura do joelho.
- 2. Fósforo e potássio** — Aplicar todo o fósforo e potássio à sementeira, devendo o adubo ficar colocado por baixo e ao lado das sementes.
- 3. Estrume** — Havendo estrume, este pode substituir o adubo, devendo ser colocado no fundo do covacho e depois coberto com terra, de modo que as sementes não contactem directamente com ele.

5.3.2 — CULTURAS DE REGADIO

3 — ALFOBRES OU VIVEIROS

Os alfobres ou viveiros são pequenos canteiros onde são semeadas as espécies que mais tarde serão transplantadas para o local definitivo.

Os solos dos locais destinados a viveiro deverão ter boas características físicas, e colocar à disposição das jovens plantas quantidades abundantes, mas não exageradas, de nutrientes, de modo que tenham um desenvolvimento rápido e vigoroso. Dada a sua pequena área, não há, geralmente, necessidade de analisar o solo, a não ser que se suspeite de qualquer anomalia e, neste caso, será melhor escolher outro local para esta finalidade. Viveiros feitos sempre no mesmo local poderão conduzir a alguns casos de improdutividade por excesso de sais, resultante dos estrumes e adubos.

Os solos destinados a viveiros deverão ser enriquecidos principalmente com matéria orgânica e fósforo, aplicando-se quantidades moderadas de azoto e potássio.

Uma fertilização-tipo do solo para instalação de um alfobre poderá ser constituída por uma correcção orgânica acrescida de uma fertilização mineral. A correcção orgânica será feita aplicando estrume bem curtido, ou estrume velho, à razão de 3 a 4 kg por metro quadrado, no caso de estrume de bovinos, ou, em alternativa, de 2 a 3 kg de estrume de caprinos ou de 1 kg, no máximo, se for estrume de galináceos. A fertilização mineral será feita aplicando, por cada metro quadrado, 3 a 4 gramas de azoto, 10 a 12 g de fósforo (expresso em P₂O₅) e 5

a 6 g de potássio, (expresso em K_2O) sob a forma de adubos elementares e/ou de adubos compostos. Utilizando adubos elementares essa fertilização poderá conseguir-se aplicando, por metro quadrado, 15 a 20 gramas de sulfato de amónio, 25 a 30 gramas de superfosfato concentrado (ou, em alternativa, 55 a 65 gramas de superfosfato simples) e 8 a 10 gramas de cloreto de potássio. As matérias fertilizantes deverão ser espalhadas a lanço de forma tanto quanto possível uniforme e incorporadas na camada arável com uma lavoura ou uma cava.

4 — ALFACE (*Lactuca sativa*)

- **Produção esperada:** 10 a 25 t/ha

4.1 — **Adubação azotada:** aplicar 70 a 100 kg de N/ha

4.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	60	40	30	20	0
• Potássio kg de K_2O /ha	80	70	60	30	0

NOTAS:

1. **Azoto** — O N deve ser aplicado metade (35 a 50 kg) antes da sementeira (casos de sementeira directa) ou plantação e o restante em cobertura, cerca de um mês depois. Aplicar as doses mais baixas em locais de menor produtividade.
2. **Fósforo e potássio** — Aplicar todo o fósforo e potássio antes da sementeira (casos de sementeira directa) ou plantação.

5 — ALHO; ALHO PORRO ou FRANCÊS (*Allium sativum*; *Allium porrum*)

- **Produções esperadas:** 6 a 8 t/ha de alho; 6 a 10 t/ha de alho porro

5.1 — **Adubação azotada:** aplicar 60 a 70 kg de N/ha no caso do alho vulgar e 70 a 80 kg no caso do alho porro.

5.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	80	60	40	20	0
• Potássio kg de K_2O /ha	180	120	80	50	0

NOTAS:

1. **Azoto** — No caso do alho vulgar o azoto (N) deve ser aplicado metade antes da plantação e o restante em duas coberturas iguais, cerca de um e dois meses depois. No caso do alho porro, aplicar cerca de 40% do N antes da plantação e o restante numa cobertura, cerca de um mês depois da plantação.
2. **Fósforo** — Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
3. **Potássio** — No caso do alho vulgar, aplicar metade do potássio antes da plantação e o restante em duas coberturas, nas classes de fertilidade Muito Baixo e Baixo, e uma cobertura nas restantes classes, conjuntamente com o azoto. No caso do alho porro não há, geralmente, necessidade de fazer coberturas potássicas.

6 — BANANEIRA (*Musa sp.*)

- **Produção esperada:** 25 a 50 t/ha

6.1 — **Adubação azotada:** aplicar 90 a 160 kg de N/ha

6.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	70	50	30	20	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	180	150	120	60	30

NOTAS:

- Azoto** – O N deve ser aplicado em três a quatro coberturas, cerca de um mês depois da plantação (bananais novos) ou do aparecimento do 1º filho (bananais em plena produção), sendo a última à floração. Aplicar as doses mais baixas em locais de menor produtividade.
- Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação. Após o primeiro ciclo de produção fazer uma aplicação de 30 kg de P₂O₅/ha, devendo o adubo ser ligeiramente incorporado no solo.
- Potássio** – Aplicar, à plantação, um máximo de 120 kg/ha, evitando que as raízes das plantas contactem com o adubo. O restante deverá ser aplicado em duas coberturas, no caso de solos com teores Baixos ou Muito Baixos de potássio assimilável, sendo a primeira cerca de seis meses após a plantação e a segunda no início da floração, conjuntamente com o azoto. Nos solos com teores Altos ou Muito Altos de potássio basta geralmente uma aplicação em cobertura, que nestes casos deverá ser feita no início da floração.
- Zinco** – A bananeira responde com frequência à aplicação de zinco. A carência é agravada em solos com valores de pH superior a 7. Aplicar na classe Muito Baixo 3 kg de Zn/ha; na classe Baixo 1,5 kg de Zn/ha e na classe Médio 1 kg de Zn/ha. 1 kg de Zn corresponde a cerca de 1,2 kg de óxido de zinco e a 4,4 kg de sulfato de zinco.

A bananeira beneficia muito com a aplicação de matéria orgânica na forma de cobertura do solo (empalhamento ou *mulching*).

7 — BATATA COMUM (*Solanum tuberosum*) (para consumo ou para semente)

- **Produção esperada:** 15 a 35 t/ha (batata para consumo); 15 a 20 t/ha (batata para semente).

7.1 — Adubação azotada: aplicar 60 a 75 kg de N/ha

7.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	150	120	80	50	25(a)
• Potássio kg de K ₂ O/ha	180	150	120	90	50(b)

NOTAS:

- Azoto** – O N deve ser aplicado metade antes da plantação e o restante cerca de 35 dias depois desta (não aplicar azoto após o início da formação dos tubérculos).
- Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação. Nos solos com teores Baixos e Muito Baixos de fósforo parte do P deve ser aplicada no rego. (a) – A batata responde, por vezes, a aplicações de P em solos com teores Muito Altos deste nutriente.
- Potássio** – Aplicar o potássio antes da plantação (cerca de metade), e o restante em cobertura, juntamente com o N, no caso de solos com teores Baixos e Muito Baixos de potássio. Nos solos com teores Médios a Muito Altos de potássio, não há, geralmente, necessidade de aplicar K em cobertura. (b) – Ter em atenção a relação K/Mg.

8 — BATATA DOCE (*Ipomoea batatas*)

- **Produção esperada:** 20 a 40 t/ha

8.1 — Adubação azotada: aplicar 20 a 60 kg de N/ha

8.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

5. Fertilização do solo e das culturas

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	40	30	20	0	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	50	40	30	0	0

NOTAS:

- Azoto** – O N deve ser aplicado em duas coberturas, cerca 30 e 60 dias após a plantação. A primeira deverá corresponder a cerca de 60% da quantidade de N a aplicar.
- Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
- Potássio** – Aplicar todo o potássio antes da plantação.

9 — BERINGELA (*Solanum melongena*)

- **Produção esperada:** 50 a 65 t/ha

9.1 — Adubação azotada:

aplicar 70 a 100 kg de N/ha

9.2 — Adubação fosfo-potássica:

aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	120	90	60	30	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	150	120	90	60	30

NOTAS:

- Azoto** – Aplicar cerca de 30 kg antes da plantação e o restante em duas coberturas, 30 e 60 dias depois da plantação, respectivamente. No caso da necessidade de proceder a terceira aplicação, esta deverá ter lugar até meio do período de colheita, (esta realiza-se durante 2 a 5 meses), devendo ser mais moderada.

5. Fertilização do solo e das culturas

- Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
- Potássio** – Aplicar metade do potássio antes da plantação e o restante em cobertura conjuntamente com o azoto. No caso das aplicações mais baixas, caso de solos com teores Altos e Muito Altos de potássio, aplicar este nutriente conjuntamente com a segunda cobertura azotada.

10 — CANA DE AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)

A cana de açúcar é uma das culturas que atinge, em regadio, maiores produções. O nível de fertilidade do solo, a variedade, a abundância de água, etc., condicionam muito a sua produção.

- **Produção esperada:** 15 a 30 t/ha

10.1 — Adubação azotada:

aplicar 40 a 70 kg de N/ha

10.2 — Adubação fosfo-potássica:

aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	100	80	60	40	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	160	130	100	70	40

NOTAS:

1. Fertilização de instalação

- Azoto** – Aplicar 1/3 de N à plantação e o restante em 2 coberturas, intervaladas de 3 a 4 meses, de acordo com o ciclo de crescimento. Não aplicar azoto nos últimos 6 meses antes da colheita.
- Fósforo** – Aplicar todo o fósforo em fundo.
- Potássio** – Aplicar em fundo até 100 kg de K₂O. Doses muito elevadas, superiores a 100kg de K₂O, podem ser fraccionadas, aplicando em cobertura, juntamente com o azoto, o excedente de 100 kg.

2. Fertilização de manutenção

- 2.1 Azoto** – Aplicar 1/3 do N recomendado antes do início da rebentação e o restante em duas coberturas, intervaladas de 3 a 4 meses, de acordo com o ciclo da cultura. Não aplicar azoto nos últimos seis meses antes da colheita.
- 2.2 Fósforo** – O fósforo deve ser incorporado no solo, se possível em sulcos, antes da rebentação. Nas classes mais baixas são suficientes, como norma, as aplicações correspondentes à classe Média.
- 2.3 Potássio** – Aplicar o potássio juntamente com o N antes da rebentação. Doses muito elevadas, superiores a 100 kg de K_2O , podem ser fraccionadas, aplicando o excedente de 100 kg em cobertura, juntamente com o N.
- 3. Análise foliar** – A análise foliar constitui uma das ferramentas mais adequadas para o controlo da nutrição desta cultura.

11 — CEBOLA (*Allium cepa*)

- **Produção esperada:** 20 a 60 t/ha

11.1 — Adubação azotada: aplicar 60 a 90 kg de N/ha

11.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	80	60	40	20	(a)
• Potássio kg de K_2O /ha	150	120	90	60	0

NOTAS:

- 1. Azoto** – O N deve ser aplicado metade antes da plantação e o restante em duas coberturas iguais, 25 e 50 dias após a plantação. No caso da cultura por bolbilhos fazer apenas uma cobertura.

2. Fósforo – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.

(a) – A cebola, tal como o alho, dispõe de um fraco raizame absorvente, podendo beneficiar de aplicações de P mesmo em solos com teores Muito Altos deste nutriente.

3. Potássio – Aplicar todo o potássio antes da plantação. Nos solos com teores Baixos e Muito Baixos deve ser fraccionado, aplicando metade em cobertura, conjuntamente com o azoto.**12 — CENOURA (*Daucus carota*)**

- **Produção esperada:** 15 a 30 t/ha

12.1 — Adubação azotada: aplicar 50 a 80 kg de N/ha

12.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	130	100	70	50	25(a)
• Potássio kg de K_2O /ha	150	130	100	75	40(b)

NOTAS:

- 1. Azoto** – O N deve ser aplicado metade antes da sementeira e o restante em cobertura, cerca de 30 dias depois da sementeira.
- 2. Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.

(a) – A cenoura, tal como outras culturas de “raízes” e “bolbos”, pode beneficiar com pequenas aplicações de P em solos com teores Muito Altos deste nutriente.
- 3. Potássio** – Aplicar metade do potássio antes da sementeira e o restante em cobertura, conjuntamente com o azoto.

(b) – Ter em atenção a relação K/Mg.

5. Fertilização do solo e das culturas

13 — COUVE-FLÔR e COUVE-BRÓCOLOS (*Brassica oleracea* var. *botrytis* e *Brassica oleracea* var. *italica*)

- **Produções esperadas:** 6 a 9 t/ha (couve-flôr); 10 a 12 t/ha (brócolos)

13.1 — Adubação azotada: aplicar 30 a 50 kg de N/ha

13.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	75	50	30	20	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	75	50	30	20	0

NOTAS:

1. **Azoto** — O N deve ser aplicado antes da plantação. Nos casos mais produtivos, com doses mais elevadas de N, pode-se aplicar parte do N depois das plantas bem pegadas.
2. **Fósforo** — Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
3. **Potássio** — Aplicar todo potássio antes da plantação.

14 — MANDIOCA (*Manihot esculenta*)

- **Produção esperada:** 30 a 50 t/ha

14.1 — Adubação azotada: aplicar 40 a 60 kg de N/ha

14.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	80	60	40	20	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	150	120	90	50	0

5. Fertilização do solo e das culturas

NOTAS:

A fertilização da mandioca não é prática comum em Cabo Verde, beneficiando da fertilização realizada à cultura anterior.

1. **Azoto** — O N deve ser aplicado em duas ou três coberturas ao longo do ciclo vegetativo, devendo a primeira realizar-se com as estacas já bem pegadas; a última deve ocorrer por alturas da floração. As doses mais elevadas devem ser utilizadas nos locais mais produtivos e em variedades de maior porte.
2. **Fósforo** — Aplicar todo o fósforo antes da plantação das estacas.
3. **Potássio** — Aplicar todo o potássio antes da plantação das estacas, podendo, nas doses mais altas, aplicar-se uma parte juntamente com o N.

15 — MELÃO e MELANCIA (*Cucumis melo* e *Citrullus vulgaris*)

- **Produções esperadas:** 10 a 20 t/ha (melão); 20 a 40 t/ha (melancia)

15.1 — Adubação azotada: aplicar 70 a 100 kg de N/ha

15.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	120	100	70	50	0
• Potássio kg de K ₂ O/ha	150	120	90	50	0

NOTAS:

1. **Azoto** — No caso do melão, aplicar 30 a 40 kg antes da sementeira ou plantação. Se tiver sido utilizado estrume, aplicar a dose mais baixa. O restante deverá ser aplicado em cobertura, depois de as plantas cobrirem vegetativamente o solo.
No caso da melancia, aplicar metade do N em fundo e o restante cerca de 30 dias depois da sementeira.

2. **Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da sementeira ou plantação, em qualquer das culturas.
3. **Potássio** – Aplicar todo o potássio antes da sementeira ou plantação; no caso das doses mais elevadas, aplicar metade em fundo e o restante em cobertura, juntamente com o N, em qualquer das culturas.

16 — NABO (*Brassica napus*)

- **Produção esperada:** 20 a 30 t/ha

16.1 — **Adubação azotada:** aplicar 20 a 40 kg de N/ha

16.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	100	80	60	30	0
• Potássio kg de K_2O /ha	100	80	60	30	0

NOTAS:

1. **Azoto** – O N deve ser aplicado em fundo, no entanto, no caso de locais de maior produtividade, com as doses mais altas, poderá ser utilizado cerca de 1/3 em cobertura.
2. **Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
3. **Potássio** – Aplicar o potássio antes da plantação.

17 — PAPAIEIRA ou MAMOEIRO (*Carica papaya*)

- **Produção esperada:** 10 a 30 frutos/árvore/ano

17.1 — **Adubação azotada:** A quantidade de azoto a aplicar depende da idade das plantas.

17.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	100	80	60	30	10
• Potássio kg de K_2O /ha	80	60	40	20	10

NOTAS:

1. Fertilização de fundo

- 1.1 **Correcção orgânica** - Havendo disponibilidade de estrume, aplicar 4 a 8 kg por cova, a dose mais alta no solos com teor Baixo de matéria orgânica.
- 1.2 **Azoto** – Com aplicação de estrume à plantação, aplicar, por cova, cerca de 5g de N; em caso contrário, ou se o estrume for de má qualidade, aplicar 10 a 20 g de N/cova.
- 1.3 **Fósforo** – Aplicar as quantidades indicadas na tabela por cova.
- 1.4 **Potássio** – Aplicar as quantidades indicadas na tabela por cova.

2. Adubações de manutenção

- 2.1 **Azoto** – 4 a 5 meses depois da plantação, repetir a aplicação de azoto recomendada em 1.2; a partir dos doze meses, aplicar cerca de 20 g de N/planta, repetindo a operação anualmente; com o aumento do porte das plantas a dose poderá atingir 50 g/planta.
- 2.2 **Fósforo** – Passados 4 ou 5 meses após a plantação, aplicar, juntamente com o azoto, a quantidade de fósforo recomendada na fertilização de fundo; ao fim de um ano, no caso de solos com teores Baixos ou Muito Baixos, passar a usar as doses da ordem dos 60 g de P_2O_5 /planta; nas plantas adultas a aplicação de fósforo em solos com teores Muito Altos deste nutriente, pode não ter interesse, dependendo dos valores indicados pela análise foliar; a análise do solo deve ser repetida de 3 em 3 anos.
- 2.3 **Potássio** – Repetir a fertilização de fundo ao fim de 4 a 5 meses, na altura da aplicação do azoto; ao fim de um ano, no caso de solos com teores Baixos ou Muito Baixos de potássio, passar a usar as doses da ordem

5. Fertilização do solo e das culturas

dos 40 g de K_2O /planta; nas árvores adultas a aplicação de potássio em solos com teores Muito Altos deste nutriente, pode não ter interesse, dependendo dos valores indicados pela análise foliar; a análise do solo deve ser repetida de 3 em 3 anos.

18 — PEPINO (*Cucumis sativus*)

- **Produção esperada:** 20 a 35 t/ha

18.1 — Adubação azotada: aplicar 30 a 50 kg de N/ha

18.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	60	40	30	0	0
• Potássio kg de K_2O /ha	75	50	30	0	0

NOTAS:

1. **Azoto** — As doses mais elevadas devem ser usadas nos locais mais produtivos e naqueles em que se não utilizou estrume. O N deve ser aplicado antes da sementeira. No caso de fazer uma cobertura esta deve ser realizada após o desbaste.
2. **Fósforo** — Aplicar todo o fósforo antes da sementeira.
3. **Potássio** — Aplicar todo o potássio antes da sementeira.

19 — PIMENTO ou PIMENTÃO (*Capsicum annuum*)

- **Produção esperada:** 20 a 40 t/ha

19.1 — Adubação azotada: aplicar 90 a 120 kg de N/ha

19.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

5. Fertilização do solo e das culturas

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	100	75	50	30	0
• Potássio kg de K_2O /ha	150	120	90	60	30

NOTAS:

1. **Azoto** — O N deve ser aplicado em fundo (cerca de 30 kg) e o restante em duas coberturas iguais, um mês e meio e três meses após a plantação.
2. **Fósforo** — Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
3. **Potássio** — Aplicar todo o potássio antes da plantação ou fazer uma cobertura, juntamente com o azoto, no caso das doses mais altas.

20 — RABANETE (*Raphanus sativus var. radícula*)

- **Produção esperada:** 18 a 25 t/ha

20.1 — Adubação azotada: aplicar 20 a 40 kg de N/ha

20.2 — Adubação fosfo-potássica: aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	100	80	60	30	0
• Potássio kg de K_2O /ha	100	80	60	30	0

NOTAS

1. **Azoto** — O N deve ser aplicado metade em fundo e metade em cobertura, cerca de 30 dias depois da plantação.

2. **Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.

3. **Potássio** – Aplicar todo o potássio antes da plantação.

21 — REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

• **Produção esperada:** 25 a 40 t/ha

21.1 — **Adubação azotada:** aplicar 70 a 100 kg de N/ha

21.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	100	80	60	30	0
• Potássio kg de K_2O /ha	100	80	60	30	0

NOTAS:

1. **Azoto** – O N deve ser aplicado metade em fundo e metade em cobertura, cerca de 30 dias depois da plantação.
2. **Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
3. **Potássio** – Aplicar todo o potássio antes da plantação.

22 — TOMATE (*Lycopersicon esculentum*)

• **Produção esperada:** 25 a 50 t/ha

22.1 — **Adubação azotada:** aplicar 70 a 100 kg de N/ha

22.2 — **Adubação fosfo-potássica:** aplicar as quantidades de fósforo e/ou de potássio que a seguir se indicam.

Elemento fertilizante	Teores de fósforo e de potássio assimiláveis do solo				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
• Fósforo kg de P_2O_5 /ha	120	100	80	50	30
• Potássio kg de K_2O /ha	120	100	80	50	30

NOTAS:

1. **Azoto** – Aplicar as doses mais elevadas na estação fresca e nos locais de maior produtividade. Aplicar em fundo 1/3 da dose recomendada, sendo o restante aplicado em duas coberturas, sendo a primeira mais elevada que a segunda (por exemplo, 30 kg de fundo, 40 kg na 1ª cobertura, 30 kg na 2ª cobertura).
2. **Fósforo** – Aplicar todo o fósforo antes da plantação.
3. **Potássio** – Aplicar metade do potássio antes da plantação e o restante em cobertura, juntamente com o N; no caso da aplicação das doses mais baixas este pode ser aplicado todo em cobertura.

5.4 — A FERTILIZAÇÃO E A QUALIDADE DO AMBIENTE

É frequente atribuir-se ao uso dos adubos químicos um efeito nocivo sobre a qualidade do ambiente, como causadores da poluição do solo e das águas, tanto superficiais como subterrâneas. Uma posição tão negativa não tem razão de ser. Está cientificamente provado que o uso judicioso dos adubos, isto é, a adubação racional dos solos e das culturas, não só não prejudica a qualidade do ambiente, mas, pelo contrário, contribui para a sua melhoria. A aplicação dos adubos ao solo com conta e medida, isto é, nas qualidades, quantidades e épocas mais apropriadas e com as técnicas mais adequadas, promove um melhor crescimento das plantas e o aumento das produções de biomassa, o que significa uma maior fixação de dióxido de carbono existente na atmosfera e a libertação de igual volume de oxigénio proveniente da água, obtendo-se, assim, um ar mais limpo e saudável. Por outro lado, o crescimento mais vigoroso das plantas origina um coberto vegetal mais denso que protege o solo do impacto directo da água das chuvas e cria melhores condições para a sua infiltração no solo, diminuindo, assim, de forma eficaz, a sua erosão. Acresce, por outro lado, que as plantas, crescendo num solo equilibradamente

5. Fertilização do solo e das culturas

fertilizado, desenvolvem um raizame abundante e vigoroso, dotado de elevada capacidade de absorção dos nutrientes dissolvidos nas águas, evitando que estes sejam arrastados para camadas mais profundas do solo e vão poluir os lençóis freáticos.

O raizame abundante e os resíduos das colheitas contribuem para o aumento progressivo do teor de matéria orgânica do solo com todos os benefícios daí resultantes, conferindo-lhe uma maior capacidade para a retenção de água e de nutrientes, para uma melhor estrutura e um maior poder tampão e condições favoráveis para uma vida microbiana mais intensa, a qual, sabe-se hoje, é responsável pela remoção de elevadas quantidades de monóxido de carbono da atmosfera e também, em menor proporção, de dióxido de enxofre. Um solo fértil e produtivo funciona, assim, de sumidouro eficaz para estes dois gases poluentes da atmosfera. Portanto, o uso racional dos fertilizantes proporciona, além de maiores e melhores colheitas, a melhoria da qualidade do ar e da produtividade do solo sem afectar negativamente a qualidade das águas.

6. BIBLIOGRAFIA

- Reference Soil Test Methods for the Southern Region of the United States.** The Univ. of Georgia College of Agriculture Exp. Station, Southern Coop. Séries Bulletin 289. Georgia, 1983. 40 p.
- COSTA, J.V. Botelho da – **Caracterização e constituição do solo.** Fundação C. Gulbenkian. Lisboa: 2ª Ed. 1979. 527 p.
- FAO – **Fichas técnicas da principais culturas hortícolas em Cabo Verde. Projecto GCP/CVI/025/NET. Desenvolvimento do Sector Hortícola.** Instituto Nacional de Fomento Agrário. Praia: Cabo Verde. 59 p.
- FAO – **La calidad del agua en la agricultura.** Estudio FAO Riego y Drenaje 29. Roma, 1987. 174 p.
- FARIA, F. Xavier de – **Alguns aspectos dos solos de Cabo Verde, Série de Ciências Agrárias.** Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical. 8 (1992) 47-54 p.
- GONÇALVES, M. Mayer; CARDOSO, A.P.S. – **Contribuição para o conhecimento da fertilidade dos solos da Ilha de Santiago, Série de Ciências Agrárias.** Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical. 8 (1992) 65-72 p.
- JONES, J.B. *et al.* – **Plant Analysis Handbook. A practical sampling preparation, analysis and interpretation guide.** Micro-Macro Publishing, Inc. Athens: Georgia, U.S.A. 1991. 213 p.
- MARTIN-PRÉVEL P – **La nutrition minérale du bananier dans le monde, Fruits.** 35 (1980) 503-518, 583-593 p.

- MARTIN-PRÉVEL P. *et al.* – **L'Analyse Végétale dans le Contrôle de l'Alimentation des Plantes Tempérées et Tropicales.** Technique et Documentaion, Lavoisier. Paris: 1984. 810 p.
- MORAIS, J.T.S. – Estudos preliminares sobre a fertilidade dos solos de sequeiro em algumas zonas de Santiago, **Investigação Agrária.** INIDA, 3 (1) (1989) 1-6 p.
- MORAIS, J.T.S. *et al.* – Avaliação dos efeitos do azoto na produção de duas variedades de batata doce em três zonas de Santiago, **Investigação Agrária.** INIDA, 3, (3) (1990) 71-75 p.
- SILVA, Carlos E.P. – A problemática da cultura do milho em Cabo Verde, **Série de Ciências Agrárias.** Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical. 8 (1992) 73-90 p.
- SILVA, Rui – O clima e o regime hidrológico de Cabo Verde. **Série de Ciências Agrárias.** Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical. 8 (1992) 29-25 p.
- SOVERAL-DIAS, J.C. *et al.* – **Guia Prático de Fertilização. Serviço de Análise de Terras e de Análise Foliar.** DGER. Lisboa: LQARS 1980. 72 p.
- SOVERAL-DIAS, J.C. – **Estudo da fertilidade dos solos e da fertilização das culturas de Cabo Verde.** Cooperação Luso-Cabo-Verdiana no âmbito da Investigação Agrária. Lisboa: LQARS 1990. 17 p.

7. ANEXOS



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO
C. P. 84 - Praia República de Cabo Verde - Tel. (238) 711147 - Fax (238) 711133

LABORATÓRIO DE SOLOS, ÁGUAS E PLANTAS
FICHA INFORMATIVA DE AMOSTRAS DE TERRA

NOME _____
MORADA _____
Cx. POSTAL _____ CIDADE/VILA _____
ILHA _____ TELEFONE _____

1. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS (Preenchimento obrigatório)

Ilha _____	Concelho _____	Freguesia _____
Propriedade _____		Campo ou Parcela _____

Nº ou referência da amostra			
Profundidade (cm)	0-10 cm <input type="checkbox"/>	0-10 cm <input type="checkbox"/>	0-10 cm <input type="checkbox"/>
	0-20 cm <input type="checkbox"/>	0-20 cm <input type="checkbox"/>	0-20 cm <input type="checkbox"/>
	20-40 cm <input type="checkbox"/>	20-40 cm <input type="checkbox"/>	20-40 cm <input type="checkbox"/>
	Outras _____	Outras _____	Outras _____
Data de Colheita	____/____/____	____/____/____	____/____/____
Para uso do Laboratório	N. Lab. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	N. Lab. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	N. Lab. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

2. OUTRAS INFORMAÇÕES

Cultura anterior	_____	_____	_____
Produção (kg/ha)	_____	_____	_____
Fertilizantes aplicados (se há menos de 3 anos)	Tipo de adubo _____	Tipo de adubo _____	Tipo de adubo _____
	Quantidade _____ kg/ha	Quantidade _____ kg/ha	Quantidade _____ kg/ha
	Estrume _____ t/ha	Estrume _____ t/ha	Estrume _____ t/ha
	Tipo de estrume _____	Tipo de estrume _____	Tipo de estrume _____
Cultura	_____	_____	_____
produção esperada (kg/ha)	em curso <input type="checkbox"/> a realizar <input type="checkbox"/>	em curso <input type="checkbox"/> a realizar <input type="checkbox"/>	em curso <input type="checkbox"/> a realizar <input type="checkbox"/>
Problemas especiais na parcela	_____	_____	_____
Análises requeridas	AS <input type="checkbox"/> AS+ _____	AS <input type="checkbox"/> AS+ _____	AS <input type="checkbox"/> AS+ _____

AS = pH(H₂O); Matéria orgânica; Fósforo; Potássio; Condutividade eléctrica Custo das análises _____
Podem ser solicitadas outras determinações

NORMAS DE COLHEITA DE AMOSTRAS DE TERRA PARA ANÁLISE

Para nada servir à análise de terra se a amostra de terra não tiver sido bem colhida

ÉPOCA DE COLHEITA: Em qualquer época do ano

É conveniente solicitar as análises de terra com a maior antecedência possível, em relação à sementeira, de modo a que possa adquirir em tempo oportuno os fertilizantes necessários.

MATERIAL NECESSÁRIO PARA A COLHEITA

Todo o material que entre em contacto com a terra deve estar muito bem limpo.

Para efectuar a colheita das amostras de terra são necessários uma sonda ou, na falta desta, uma pá ou enxada e um balde; ficha informativa de amostras de terra a fornecer pelo INIDA, sacos de plástico ou de papel, etiquetas, cordéis e lápis (Figura 1).

COMO COLHER AS AMOSTRAS

1. Se o terreno não for uniforme, deverá dividir-se em parcelas (Figura 2) em cada uma das quais todo o terreno pareça semelhante quanto à cor, textura, declive, drenagem, aspecto das culturas e que tenha sido cultivado de igual maneira no último ano (com as mesmas culturas, estumação e adubação).

2. Percorre-se em ziguezague (Figura 2) cada uma das parcelas e vão-se colhendo ao acaso, pelo menos em 15 pontos diferentes, pequenas amostras parciais de terra, de igual tamanho, na camada arável até 20 cm de profundidade (Figura 3), que se deitam no balde.

3. No fim, mistura-se bem a terra, retirando as pedras e outras partículas de dimensões superiores a uma amêndoa. Obtém-se, assim, uma amostra composta representativa do terreno. Desta terra retira-se uma parte que se coloca no saco que deverá ser devidamente identificado com uma etiqueta.

4. Nos pomares de citrinos, papaieiras, etc., colhe-se uma amostra de terra composta na camada superficial até

20 cm de profundidade e uma na camada subsuperficial, entre os 20 e os 40 cm de profundidade (Figura 3). Não misture as duas camadas de terra.

5. Preencha correctamente uma ficha informativa para cada 3 amostras: Nome, endereço, cultura a realizar; referência da amostra e produção esperada são elementos que não deve esquecer.

6. Envie as amostras e as fichas respectivas directamente para:

INIDA Laboratório de Análises de Solos, Águas e Plantas Caixa Postal 84 - Telef. 711147/27 Praia, Cabo Verde

O Laboratório enviar-lhe-á directamente os resultados da análise.

NOTAS IMPORTANTES

- Evite colher a amostra de terra em locais encharcados, próximo de caminhos, de habitações, de estábulos ou onde tenham estado montes de estrume, sacos de adubo, cinzas ou outros produtos.
- Se desejar a análise de micronutrientes utilize, na colheita da amostra, material de madeira, de plástico ou de aço inoxidável. Redobre os cuidados na limpeza do material e no manuseamento da amostra. Se utilizar a enxada ou a pá, abra a cova, raspe a parede com o pá de madeira ou de plástico e só depois retire a fatia de terra para o balde, utilizando o mesmo material.
- Se as plantas apresentarem aspectos anormais, colha duas amostras, uma na zona com sintomas anormais e outra em local onde as plantas apresentem aspecto normal.

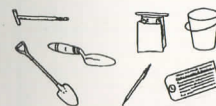


Figura 1

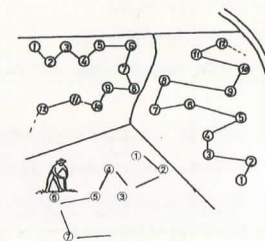


Figura 2

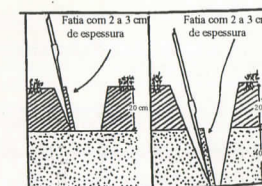


Figura 3



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO

C. P. 84 - Praia República de Cabo Verde - Tel. (238) 711147 - Fax (238) 711133

LABORATÓRIO DE SOLOS, ÁGUAS E PLANTAS

RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA

Ex.^{mo} Sr. José da Silva

Concelho Tarrafal

Profundidade 0 - 20 cm

Nº Lab. 1055

Freguesia Sto. Amaro do Abade

Cultura BATATA DOCE

Entrada 08/11/97

Local Chã Figueira

s/ Ref. 1 B

Saída 18/11/97

PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO			
		MUITO BAIXO *	BAIXO *	MÉDIO *	MUITO ALTO *
Fósforo (P ₂ O ₅) ppm	> 80	*****			
Potássio (K ₂ O) ppm	100	*****			
Matéria Orgânica %	0,5	*****			
pH (H ₂ O)	7,6	Solo pouco alcalino			
Cond. eléctrica mS/cm 25°C	0,42	Solo muito pouco salino			

RECOMENDAÇÕES

Para uma produção de batata doce de 30 t/ha, aplique:

45 kg de N / ha

0 kg de P₂O₅ / ha0 kg de K₂O / ha

- O azoto deve ser aplicado em duas coberturas, cerca de 30 e 60 dias após a plantação
- Aplique cerca de 60% da quantidade de azoto recomendada na primeira cobertura
- O solo é muito pouco salino: não são de esperar reduções de produção devidas à salinidade do solo

Para mais informações contacte os técnicos do INIDA ou as delegações do Ministério da Agricultura nos vários concelhos



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO

C. P. 84 - Praia República de Cabo Verde - Tel. (238) 711147 - Fax (238) 711133

LABORATÓRIO DE SOLOS, ÁGUAS E PLANTAS

FICHA INFORMATIVA DE MATERIAL VEGETAL PARA ANÁLISE

Local _____ Nº Amostra _____

Parcela _____

Proprietário _____

1 — Cultura _____ Variedade/porta enxerto _____

Compasso _____ Idade _____

Aspecto da cultura	bom	<input type="checkbox"/>	Ataque de	fraco	<input type="checkbox"/>	Produção	boa	<input type="checkbox"/>
	regular	<input type="checkbox"/>	pragas e	médio	<input type="checkbox"/>		regular	<input type="checkbox"/>
	mau	<input type="checkbox"/>	doenças	intenso	<input type="checkbox"/>		má	<input type="checkbox"/>

2 — Solo	Tipo _____ Topografia	encosta	<input type="checkbox"/>	Declive	elevado	<input type="checkbox"/>
		baixa	<input type="checkbox"/>		médio	<input type="checkbox"/>
		platô	<input type="checkbox"/>		moderado	<input type="checkbox"/>

3 — Práticas culturais

Sequeiro Tipo de rega _____ Outras operações culturais _____Regadio Nº regas/mês _____

Fertilização	Azubos (Tipo)	kg/ha	_____
	Estrumes (Tipo)	kg/ha	_____

Pesticidas _____

4 — Observações

Data de colheita ____/____/____

INSTRUÇÕES PARA A COLHEITA DE MATERIAL FOLIAR DA BANANEIRA

1 — ESCOLHA DAS BANANEIRAS E DAS FOLHAS

A colheita incide sobre 20 bananeiras dispersas na unidade de amostragem e que se encontrem em floração.

Há vários critérios para decidir em que plantas da unidade de amostragem se devem colher as amostras. Um deles consiste em proceder à colheita do material foliar em bananeiras distribuídas ao longo de diagonais da unidade de amostragem, num esquema em X. Nas parcelas de forma irregular as diagonais têm de ser ajustadas por forma a apanhar zonas representativas da parcela.

Um outro critério é colher ao longo das linhas da plantação ou de qualquer outro modo que assegure uma distribuição que permita obter uma amostra representativa. A escolha do esquema a seguir em cada caso concreto ficará entregue ao bom senso da pessoa responsável pela colheita.

A colheita do material é feita na folha nº 3 (FIII) a contar de cima para baixo, considerando como nº 1 (FI) a folha mais jovem, não bráctea, como se mostra na Figura 1 D.

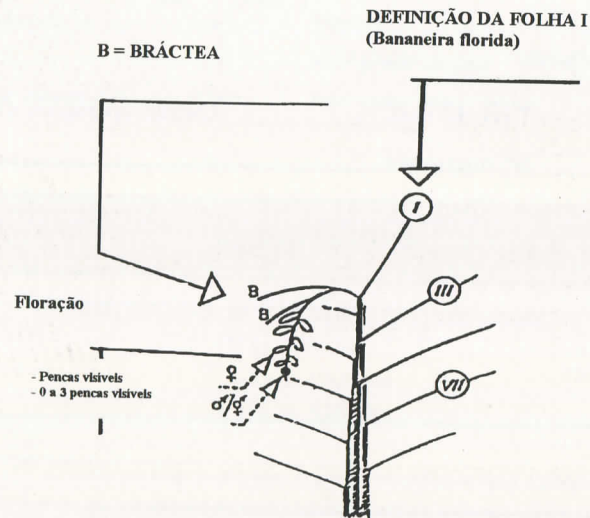


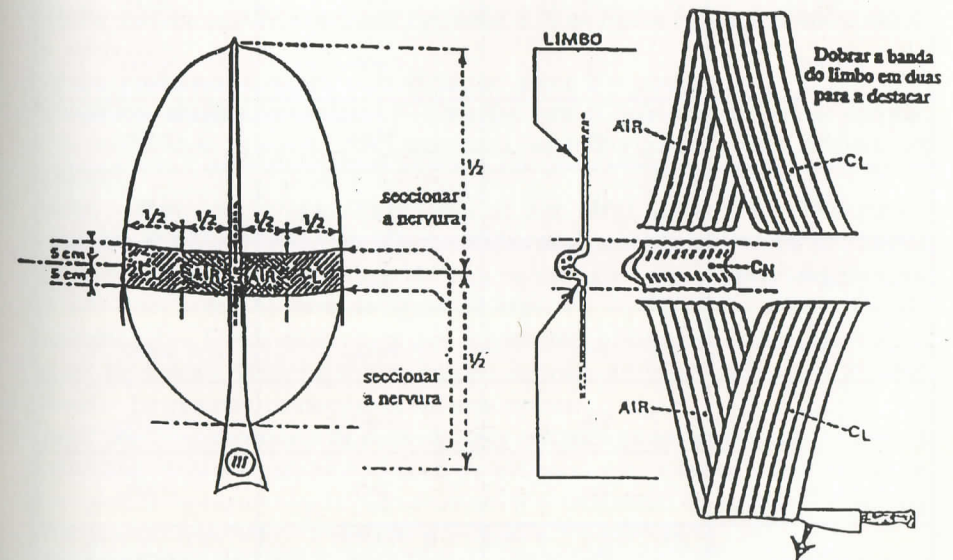
Figura 1 D — Numeração das folhas e estado de referência da planta (bananeira florida), segundo o Método de Amostragem Internacional de Referência (M.A.I.R.) (Martin-Prével, 1980)

2 — PARTE DA FOLHA PARA ANÁLISE

Depois de cuidadosamente identificada a FIII, o que é fundamental porquanto um engano sistemático na identificação conduzirá à obtenção de teores foliares diferentes dos que realmente ocorrem naquela folha e, por isso, a um diagnóstico menos correcto do estado nutritivo do bananal, haverá que proceder à colheita da zona mais adequada do limbo, uma vez que a composição deste varia bastante de zona para zona.

De acordo com as normas internacionais de amostragem foliar da bananeira (Martin-Prével, 1980), a zona mais apropriada, para a qual são válidos os padrões interpretativos, é uma banda transversal com cerca de 10 cm de largura, situada a meio comprimento da folha, como se indica na Figura 2. Definido o eixo transversal que divide a meio a FIII, marcam-se as nervuras secundárias situadas a cerca de 5 cm para cada lado daquele eixo e destacam-se delicadamente as bandas ao longo destas nervuras até à nervura principal. No caso de não se proceder ao seccionamento desta, as bandas laterais poderão destacar-se facilmente, puxando-as de alto para baixo. Cada banda é depois cortada ao meio, com auxílio de uma faca ou de uma tesoura, aproveitando-se apenas as metades internas, contíguas à nervura principal ou nervura central da folha.

Na Figura 2 D indica-se, com o detalhe suficiente, a forma de proceder.



ZONAS DE LIMBO (E EVENTUALMENTE DA NERVURA CENTRAL) A COLHER
Destacar as bandas do limbo segundo as nervuras transversais.
Se não se colher a nervura central, arrancar as bandas de limbo puxando-as de alto a baixo.

AIR — Amostra internacional de referência
CL — complemento do limbo
CN — complemento da nervura

Fig. 2 D — Normas internacionais de amostragem foliar da bananeira (Martin-Prével, 1980)

TABELA DE FACTORES DE CONVERSÃO

Para passar da coluna A para a coluna B multiplique por	A	B	Para passar da coluna B para a coluna A multiplique por
1,216	N	NH ₃	0,822
4,426	N	NO ₃	0,226
2,291	P	P ₂ O ₅	0,436
1,204	K	K ₂ O	0,830
1,399	Ca	CaO	0,715
2,497	Ca	CaCO ₃	0,400
1,658	Mg	MgO	0,603
3,468	Mg	MgCO ₃	0,288
2,497	S	SO ₃	0,401
1,429	Fe	Fe ₂ O ₃	0,699
1,292	Mn	MnO	0,774
1,245	Zn	ZnO	0,803
1,252	Cu	CuO	0,799
3,220	B	B ₂ O ₃	0,310
1,500	Mo	MoO ₃	0,668

GLOSSÁRIO

Adubo — Fertilizante que se caracteriza por possuir um teor mais ou menos elevado de nutrientes e cuja função principal é fornecer nutrientes à planta.

Adubo amoniacal — Adubo azotado contendo o N na forma amoniacal (exemplo, sulfato de amónio).

Adubo amídico — Adubo azotado contendo o N na forma amídica (exemplo, ureia).

Adubo azotado — Adubo elementar cujo nutriente nobre é o azoto.

Adubo complexo — Adubo composto obtido directamente através de processos químicos.

Adubo composto — Adubo em que existe mais do que um nutriente nobre (NP, NK, PK, NPK).

Adubo fosfatado — Adubo elementar cujo nutriente nobre é o fósforo.

Adubo misto — Adubo obtido por simples mistura de outros adubos.

Adubo nítrico — Adubo azotado contendo o N na forma nítrica (exemplo, nitrato de cálcio).

Adubo potássico — Adubo cujo elemento nobre é o potássio.

Amoníaco, amónia, amoniacal — Uma das formas químicas em que se encontra o N nos adubos azotados (NH₃, amoníaco, na forma gasosa; NH₄⁺, amónia, em solução).

Anião — Partícula carregada electricamente com carga negativa (-); são exemplos de aniões SO₄²⁽⁻⁾, Cl⁻, NO₃⁻, etc. Os resultados analíticos são expressos, geralmente, em miliequivalentes (abreviadamente meq ou m.e.), por 100 g (meq/100g de terra) ou por litro, como no caso de águas de rega.

Assimilável — Forma química em que os nutrientes minerais podem ser absorvidos.

Bases de troca - Designação dos cationes de troca do solo, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺.

Blend - Designação comercial de adubos mistos.

cmol⁽⁺⁾.kg⁻¹ — Centésimos de mole de carga eléctrica positiva por kg. Expressão da capacidade de troca iónica, (catiónica ou aniónica) em moles de cargas eléctricas, por unidade de massa e que tende a substituir a designação de miliequivalentes por cem gramas (me/100g). 1 me/100 g é igual a 1 cmol⁽⁺⁾.kg⁻¹.

Condutividade eléctrica — Parâmetro que traduz a maior ou menor facilidade da corrente eléctrica atravessar uma solução aquosa, constituindo o inverso da resistência eléctrica. É expressa em S/cm (Siemen), ou mho/cm (Ohm lido ao contrário), sendo mais empregue o submúltiplo mS/cm ou mmhos/cm, que vale a milésima parte. A condutividade eléctrica é proporcional à concentração de iões presentes na solução, sendo tanto mais elevada quanto maior for a concentração de iões.

Capacidade de troca catiónica — Capacidade que o solo tem em adsorver catiões, exprimindo-se, geralmente, em miliequivalentes (meq ou m.e./100g de terra) ou em $\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$

Complexo coloidal — Ver complexo de troca.

Complexo de troca — Sistema constituído pelos coloides do solo (matéria orgânica e argila, principalmente), com capacidade de adsorverem e permutar (trocar) iões.

Catião — Partícula carregada electricamente com carga positiva (+); são exemplos de catiões K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , Zn^{++} , Cu^{++} , etc. Tal como no caso de outros iões, os resultados são expressos, geralmente, em meq/100 g de solo ou em $\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$.

Disponível — Formas químicas em que os nutrientes minerais se encontram no solo e que, extraídas por diversos processos, se consideram ser assimiláveis pelas plantas.

Elementos nobres — Designação dada aos nutrientes N, P e K.

Extraível — Formas químicas dos nutrientes minerais que são "extraídas" por diversos processos, considerando-se, embora nem sempre correctamente, serem assimiláveis pelas plantas. O mesmo que "assimilável" em linguagem corrente.

Fosfato natural — Adubo fosfatado obtido a partir de fosforites. As fosforites constituem, igualmente, matéria prima para o fabrico de outros adubos fosfatados.

Fosforite — Rochas sedimentares constituídas essencialmente por excrementos (coprólitos) e restos de animais marinhos, muito ricas em fósforo.

Grau de saturação em bases — Valor da capacidade de troca catiónica, expresso em percentagem, ocupado pelas bases de troca. No caso de solos neutros ou alcalinos, a capacidade de troca catiónica é ocupada, na sua totalidade, pelas bases de troca. Em solos ácidos, a percentagem ocupada pelas bases é sempre inferior a 100, sendo tanto mais baixa, na generalidade, quanto mais baixo for o valor de pH. O H^+ e o Al^{3+} ocupam, nestes casos, os lugares vagos das bases de troca.

Higroscopicidade — Característica que certas substâncias têm de absorver água da atmosfera (substâncias higroscópicas).

Húmus — Nome que recebe a matéria orgânica bem decomposta e em que não é possível identificar a matéria original.

Ião — Partícula carregada electricamente, podendo a carga eléctrica ser positiva (+) ou negativa (-).

Índice de acidez (adubos) — Quilogramas de carbonato de cálcio necessários para neutralizar a acidez resultante da aplicação de 100 kg de adubo.

Índice de basicidade (adubos) — Quilogramas de carbonato de cálcio que exercem a mesma acção neutralizante que 100 kg de adubo.

Índice de salinidade (adubos) — Relação, expressa em percentagem, entre o aumento da pressão osmótica da solução do solo provocado pelo adubo e o aumento produzido por igual quantidade de nitrato de sódio.

Lavagem — Processo pelo qual os materiais dissolvidos na solução do solo são arrastados em profundidade pelas águas da chuva ou rega.

Lixiviação — O mesmo que lavagem.

Macronutriente — Nutriente mineral de que as plantas necessitam em grandes quantidades: N, P, K, Ca, Mg, S.

Micronutriente — Nutriente mineral de que as plantas necessitam em pequenas quantidades: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo.

Miliequivalente — Milésimo do **equivalente grama**. Equivalente grama é uma unidade de medida química que exprime as quantidades das várias substâncias que se combinam numa dada reacção química. Na generalidade dos casos traduz-se pela divisão do seu peso molecular, expresso em gramas, pela valência química com que entra na reacção. No caso dos iões, basta dividir o seu peso atómico pelo número de cargas eléctricas. Exemplo: Ca^{++} , peso atómico 40; $40 \div 2 = 20$; K^+ , peso atómico, 39; $39 \div 1 = 39$; Mg^{++} , peso atómico 24; $24 \div 2 = 12$. Sendo o miligrama a milésima parte do grama, os miliequivalentes são expressos em miligramas.

Mineralização do azoto — Conversão do azoto orgânico em azoto mineral por acção de numerosos microrganismos presentes no solo.

Mole — Unidade química que representa uma molécula grama. A concentração das soluções pode ser expressa em equivalentes ou em moles/litro.

Nitrato — Forma química em que é absorvido preferencialmente o azoto (NO_3^-) pelas plantas. Dada a sua mobilidade no solo é facilmente lavado pelas águas da chuva ou rega, podendo contaminar as águas subterrâneas.

Nitrificação — Fase da mineralização em que o azoto amoniacal é convertido em nitratos por acção das nitrobactérias.

Osmose — Processo pelo qual a água se desloca através de uma membrana, que separa duas soluções de concentrações diferentes, da mais diluída para a de maior concentração, não se dando a passagem das substâncias dissolvidas. A absorção de água pelas raízes é regulada, em grande parte, por fenómenos de osmose, deslocando-se a água da solução do solo (menos concentrada) para as células da raiz (com suco celular mais concentrado). Se a concentração exterior for superior à da célula não há absorção de água, ficando a planta murcha, podendo, inclusivé, vir a morrer.

pH (reacção do solo) — O pH é uma medida da concentração de hidrogeniões numa solução, traduzindo a sua acidez ou alcalinidade. Solos ácidos têm pH inferior a 6,5; solos neutros pH entre 6,5 e 7,5; valores superiores a 7,5 indicam solos alcalinos.

Poder tampão — Resistência que o solo oferece a alterações bruscas de certas propriedades químicas, nomeadamente o pH.

ppm (partes por milhão) — Forma de expressar resultados analíticos e que tem o mesmo significado que **mg/kg**.

Pressão osmótica — Força, medida em atmosferas ou outra medida de pressão, que permite que um líquido, de uma solução com concentração mais baixa, atravesse uma membrana que a separa de uma solução de concentração mais elevada.

Salinidade — Quantidade de sais presentes numa solução aquosa. A determinação da salinidade é feita de modo indirecto, convertendo a condutividade eléctrica em sais.

Solubilidade — Qualidade daquilo que é solúvel, que se dissolve. No caso dos

adubos refere-se à quantidade de adubo que é solúvel num dado volume de água.

Solução azotada — Adubo líquido (fluido) constituído geralmente por ureia e nitrato de amónio, muito utilizado em fertirrega.

Superfosfato — Adubos fosfatados, geralmente fosfatos de cálcio, nos quais o fósforo se encontra, quase na sua totalidade, em formas solúveis em água.

Unidade fertilizante — Valor correspondente a 1 kg de N, 1 kg de P_2O_5 ou 1 kg de K_2O (unidades fertilizantes do azoto, do fósforo e do potássio, respectivamente).