

Guia de cultivo da mandioca



Stefan Hauser, Lydia Wairegi, Charles L. A. Asadu, Damian O. Asawalam, Grace Jokthan e Utiang Ugbe

Africa Soil Health Consortium: Guia de cultivo da mandioca

Stefan Hauser (Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)), Lydia Wairegi (CAB International (CABI)), Charles L. A. Asadu (University of Nigeria), Damian O. Asawalam (Université Michael Okpara d'Agriculture (MOUAU, Nigeria)), Grace Jokthan (National Open University of Nigeria) e Utiang Ugbe (Development Input Limited, Nigeria)

© **CAB International 2014**

Esta publicação deve ser citada da seguinte forma: Hauser, S. et al. (2014) Guia de cultivo da mandioca. Africa Soil Health Consortium, Nairobi.

Esta publicação está sujeita à Licença “**Creative Commons**” – **Atribuição 3.0 Não Adaptada.**



Licença “Creative Commons”

Você é livre para:

- Partilhar – copiar, distribuir e divulgar a obra
- Recombinar – adaptar a obra; e
- Fazer uso comercial da obra

Nas seguintes condições:

- **Atribuição** – Deve-se atribuir a autoria da obra da forma especificada pelo autor ou pela entidade licenciadora (mas não de modo a sugerir que estes endoçam a si ou ao seu uso da obra).

No entendimento de que:

- **Renúncia** – Qualquer das condições acima referidas pode ser renunciada, se for obtida a permissão prévia do titular dos direitos autorais.
- **Domínio público** – Quando a obra ou qualquer dos seus elementos se encontrar no domínio público, nos termos da lei aplicável, esse estatuto não é de forma alguma afectado pela licença.

- **Outros direitos** – Nenhum dos seguintes direitos são, de modo algum, afectados pela licença:
- Direitos de finalidade lícita ou de utilização justa, ou outras excepções e limitações aplicáveis no âmbito dos direitos de autor;
 - Direitos morais dos autores; e
 - Direitos que outras pessoas possam ter, quer na própria obra ou na forma como a obra é usada, tais como os direitos de publicidade ou de privacidade.
- Aviso – Para qualquer reutilização ou distribuição desta obra, devem esclarecer-se os termos da licença (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).

Limites de responsabilidade

Embora os autores tenham feito todo o esforço para garantir que os conteúdos deste livro se mantenham correctos no momento da impressão, é impossível controlar todas as situações. As informações são distribuídas numa base de “tal como se apresentam”, sem garantia. Nem os autores nem o editor serão responsáveis por quaisquer prejuízos ou danos que possam ter sido causados, pelo seguimento directo ou indirecto das orientações constantes neste livro.

Sobre o editor

A missão do Africa Soil Health Consortium (ASHC) é melhorar os meios de subsistência dos pequenos agricultores através da adopção de abordagens de manejo integrado da fertilidade dos solos (MIFS) que optimizam a eficiência e eficácia do uso de fertilizantes.

Os livros do ASHC podem ser adquiridos com descontos especiais para compras em grandes quantidades. Edições especiais, traduções para língua estrangeira e excertos podem ser solicitados

ISBN (versão impressa): 9781780645186

ISBN (e-book): 9781780645834

Composição tipográfica de Sarah Twomey

Endereços dos autores

Stefan Hauser

Institut international d'agriculture
tropicale
PMB 5320, Oyo route
Ibadan, Nigeria
www.iita.org

Lydia Wairegi

CABI
B.P. 633-00621
Nairobi
Kenya
ASHC@cabi.org
www.cabi.org/ashc

Charles L. A. Asadu

Département de la science
des sols
Université du Nigeria, Nsukka

Damian O. Asawalam

Université Michael Okpara
d'Agriculture
Umudike, Nigeria

Grace Jokthan

Université ouverte nationale du
Nigeria, Lagos

Utiang Ugbe

Development Input Limited
Block C, Suite 1, Barumark Estate
Wuye Junction Wuye District,
Abuja FCT, Nigeria

Agradecimentos

A produção deste guia foi financiada pela fundação Bill & Melinda Gates.

Gostaríamos de agradecer às seguintes pessoas e entidades:

Aos agricultores pela informação facultada e por permitirem fotografar os seus campos.

A Stefan Hauser (Instituto Internacional de Agricultura Tropical) (IITA), Damian Asawalam (MOUAAU) e Lydia Wairegi (CABI) pelas fotografias e a Simon Ndonye pelas ilustrações.

Ao IITA que acolheu e cofinanciou o “write-shop” em Ibadan, durante o qual grande parte deste guia foi produzido.

A Keith Sones pela facilitação do “write-shop” realizado em Ibadan e pela edição deste guia.

A John Wendt (Centro Internacional de desenvolvimento de fertilizantes) (IFDC) pelo tempo que dispensou à revisão deste guia e pelas suas sugestões para a melhoria do mesmo.

Ao IITA, à Universidade da Nigéria, ao MOUAAU, à Universidade Aberta Nacional da Nigéria, ao Development Input Limited e à CABI pelo tempo que os autores dispensaram para escrever este guia.

A Cristina Mariana Sousa Correia pela tradução deste guia de Inglês para Português.

Índice de conteúdos

1. Introdução	7
2. Sistemas de cultivo de mandioca	9
3. Requisitos dos sistemas de cultivo da mandioca	12
4. Escolha da parcela, preparação do solo e plantação	17
5. Maneio da cultura da mandioca	30
6. O que pode correr mal?	59
7. Análise económica da produção de mandioca	62
8. Tabelas de referência	66

1. Introdução

O presente guia de cultivo da mandioca faz parte de uma série produzida pelo Africa Soil Health Consortium (ASHC) destinada aos extensionistas. Esta série abrange vários sistemas de cultivo incluindo o sistema de cultivo de banana-café, o do milho-leguminosas, o do sorgo/painço-leguminosas e ainda os sistemas de cultivo do arroz. O presente guia dedica-se ao cultivo da mandioca em monocultura e em consociação.

Os extensionistas rurais reconhecerão este guia como sendo particularmente útil para o aconselhamento dos (seus clientes) agricultores, à medida que os mesmos forem deixando para trás a produção da mandioca seguindo sistemas de cultivo tradicionais de subsistência, voltando-se para empresas agrícolas orientadas para o mercado através da intensificação sustentável da produção.

Este guia pretende compilar, numa só publicação, toda a informação importante para o planeamento e implementação de sistemas de cultivo que combinam a cultura principal da mandioca com uma gama de outras culturas, tanto em consociação como sob rotação de culturas, focando-se primariamente na mandioca.

Embora o trabalho do ASHC esteja orientado para as necessidades dos pequenos agricultores em África, este guia poderá também ser útil a explorações agrícolas emergentes ou já estabelecidas de maiores dimensões.

A missão do ASHC é melhorar os meios de subsistência dos pequenos agricultores através da adopção de técnicas de manejo integrado da fertilidade do solo (MIFS), de forma a otimizar a eficiência e eficácia do uso dos fertilizantes. As recomendações contidas neste guia são fundamentadas em princípios do MIFS.

Em virtude da experiência pessoal dos autores, este guia de

cultivo de mandioca apresenta muitos exemplos retirados da África Ocidental e Central, sendo contudo igualmente relevante para os produtores de mandioca em outras regiões de África.

Ao contrário do cacau, do café e da borracha que são culturas de rendimento ou de exportação em África, a mandioca é tradicionalmente uma cultura destinada ao consumo doméstico, que está gradualmente a tornar-se numa cultura de rendimento.

Apesar da sua produção se ter intensificado, esta cultura continua a ser, em grande medida, cultivada em consociação com outras culturas. Muitos produtores de mandioca cultivam esta cultura tanto para o consumo próprio como para a obtenção de renda.

O objectivo geral deste guia é fornecer recomendações simples e práticas aos agricultores com pequenas e médias explorações, para que estes consigam aumentar as suas produções de mandioca de cerca de 10 toneladas por hectare para 16 toneladas por hectare (peso fresco), reduzir o custo por unidade de produção e aumentar a rentabilidade do sistema.

Neste guia, considera-se uma pequena exploração de mandioca aquela que tem uma dimensão de cerca de 0,25 a 2 hectares. Muitas destas (pequenas) explorações dependem quase sempre do mão-de-obra familiar com, por vezes, alguns trabalhadores sazonais. Considera-se uma exploração média de mandioca aquela que tem uma dimensão de 2 hectares ou mais e que necessita de mais trabalhadores contratados, sendo geralmente mais orientada para o mercado do que a pequena exploração.

2. Sistemas de cultivo de mandioca

A produção da mandioca em África ocorre numa diversidade de sistemas de cultivo que, para uma dada parcela, se podem caracterizar como:

- **Monocultura:** a mandioca é a única cultura na parcela; este sistema ocorre principalmente em grandes explorações agrícolas comerciais.
- **Consociação:** a mandioca é cultivada com outras culturas ao mesmo tempo e na mesma parcela.
- **Rotação de culturas:** esta pode ser de dois tipos:

(1) Rotação de culturas continuada: neste sistema de cultivo verifica-se uma utilização continuada do solo por culturas que se instalam de forma alternada, de estação para estação ou de ano para ano.

(2) Rotação de culturas com pousio: a prática do pousio implica deixar o solo sem culturas de forma a que este recupere a sua fertilidade antes de ser novamente utilizado para a produção agrícola. Alguns terrenos em pousio são deixados ao natural (ou seja, o terreno é deixado “a brávio”, como é o caso dos pousios na maior parte das explorações da África Ocidental e Central), enquanto que outros terrenos em pousio são mantidos sob algum maneio (ou seja, uma cultura de cobertura é instalada de forma a acelerar o processo de recuperação da fertilidade do solo).

O sistema de cultivo tradicional, que envolve o cultivo simultâneo de diferentes culturas e variedades na mesma parcela, não dá azo à intensificação da produção de qualquer uma destas culturas.

Além disso, o sistema é complexo e de análise difícil, complicando a obtenção de recomendações de melhoria baseadas em resultados de pesquisa de campo.

Sistemas mais simples, compostos por apenas duas ou três culturas são mais fáceis de analisar, permitindo assim a obtenção de resultados de pesquisa para divulgação e implementação. Por isso, a fim de obter uma produção comercial sustentável de mandioca, os agricultores devem considerar a redução do número de culturas acompanhantes na mesma parcela.

Em África, as culturas acompanhantes da mandioca variam de região para região, país para país e de localidade para localidade, devido à diferenças de condições agro-ecológicas e práticas sócio-culturais.

As consociações mais frequentes são as de:

- Mandioca e milho
- Mandioca e uma leguminosa (feijão-frade/nhemba, soja, amendoim, feijão guandu/boer)
- Mandioca e culturas hortícolas (malaguetas, abóbora canelada, quiabo, melão (espécies de *Cucumeropsis*), espinafre, *Solanum nigrum* e outras espécies de *Solanum* (erva-moura).
- Mandioca, inhame e milho
- Mandioca, milho e amendoim

A maior parte dos produtores de mandioca enfrenta dificuldades para aumentar os rendimentos das suas culturas, manter a qualidade do solo e conseguir uma cada vez maior orientação comercial.

Por outro lado, um certo número de fábricas para as quais a mandioca é matéria-prima base estão se estabelecendo actualmente; segue-se que a produção actualmente obtida pelos sistemas tradicionais do cultivo de mandioca pelos pequenos produtores se está tornando claramente insuficiente para satisfazer a procura de matéria-prima base destas novas fábricas emergentes.

De forma a responder a estas oportunidades comerciais, os produtores de mandioca poderão adoptar um conjunto de práticas

agronómicas melhoradas identificadas e descritas neste guia de cultivo. Estas medidas vão desde a escolha e preparação do terreno até a escolha das variedades passando pelas datas e densidades de plantação, gestão das infestantes e técnicas de colheita.

Este guia está orientado para a fase de produção de mandioca; contudo os autores reconhecem a enorme importância dos aspectos económicos da fase pós-colheita.



Foto 1: Alguns exemplos de consociações com mandioca. (A) Nos solos preparados com camalhões em linha, o milho é plantado no camalhão ao invés de no sulco, pois o solo é melhor na zona elevada. Consequentemente, as plantas de milho e da mandioca encontram-se mais próximas umas das outras no camalhão do que em solo plano. Os agricultores com experiência sabem onde colocar as sementes de milho no camalhão de forma a minimizar a competição com mandioca mas semeando-as o mais longe possível das partes fundas do terreno (foto: Stefan Hauser, IITA) (B) Consociação de mandioca e inhame (foto: Damian Asawalam) (C) Consociação de mandioca, inhame, quiabo e abóbora (foto: Damian Asawalam) (D) Consociação de mandioca e culturas hortícolas (foto: Damian Asawalam)

3. Requisitos dos sistemas de cultivo da mandioca

O cultivo da mandioca poderá ser uma boa opção de cultivo se os seguintes requisitos biofísicos, socio-económicos e culturais forem reunidos.

Condições biofísicas:

- **Pluviosidade** – É preferível um nível de pluviosidade anual superior a 1000 mm, sendo necessário um mínimo de 6 meses de chuva por ano, com pelo menos 50 mm de chuva por mês.
- **Solo** – Os melhores solos para mandioca são os solos bem drenados, não extremamente pedregosos ou delgados (profundidade inferior a 30 cm). A mandioca tolera níveis elevados de alumínio e manganês no solo, mas não se desenvolve bem em solos extremamente arenosos, salinos, solos argilosos ou encharcados.

Recomendação de cultivo para solos com tendência para o encharcamento: em solos encharcados, a mandioca pode ser cultivada em montículos (3 metros de largura e 2 metros de altura) ou em camalhões em linha suficientemente elevados de forma a que os tubérculos se mantenham acima da linha de água. A mandioca pode ser cultivada em consociação com inhame, milho e culturas hortícolas (neste caso, o inhame deve ser plantado no topo do montículo ou camalhão, a mandioca na lateral superior, o milho a meio da lateral, e as hortícolas à volta da base) (Figura 1).

- **Infestação com “flechinha”** – Áreas severamente infestadas com a gramínea *Imperata* (capim, erva milhã ou sapê) não são indicadas para o cultivo da mandioca pois os rizomas da *Imperata* conseguem penetrar os tubérculos (mandioca) e causar podridão.

Recomendação de cultivo para solos infestados com *Imperata*: Sugere-se um tratamento com um herbicida antes da preparação

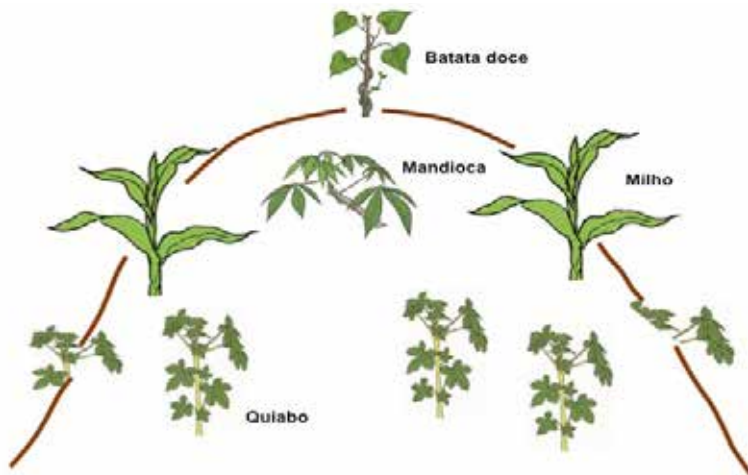


Figura 1: A mandioca cultivada com outras culturas num montículo. Um montículo pode conter cerca de 3 plantas de milho, duas plantas de mandioca e vários vegetais hortícolas tais como o quiabo.

do solo a fim de eliminar a Imperata, por exemplo o glifosato, um herbicida sistémico de largo-espectro.

Condições socio-económicas e culturais:

- **Habilidades de maneio** – São necessárias habilidades mínimas de maneio para a selecção de estacas e plantação destas no solo. Contudo, deverão ser empregues cuidados especiais para evitar a dispersão de doenças da cultura tais como a doença do vírus do mosaico da mandioca (DVMM) e a doença do listrado castanho da mandioca (DLCM). Os produtores de mandioca das áreas afectadas pela DVMM e pela DLCM, deverão seleccionar estacas de mandioca livres da infestação e tomar cuidados para evitar o uso de instrumentos de corte contaminados pela doença. Durante a fase de crescimento a mandioca não precisa de grandes cuidados (ou quase nenhuns) para o controlo de pragas e doenças devendo, contudo, receber muita atenção no controlo atempado de infestantes.

Os agricultores de mandioca que desejarem orientar a sua produção para o mercado deverão considerar os seguintes aspectos:

- **Mercados** – Existem localmente mercados de fácil acesso ou existem esquemas de venda já estabelecidos? O que procura o mercado (produtos frescos ou processados?) Pode dar-se resposta a esta procura?
- **Processamento pós-colheita** – Existem possibilidades de processamento do produto? Quantos produtos alternativos podem ser obtidos a partir da mandioca fresca? Existem formas de acesso às infra-estruturas de suporte (públicas ou privadas)? Existe localmente uma cadeia de valor da mandioca já estabelecida?
- **Políticas de apoio** – Existem já, quaisquer políticas que apoiem a produção, a utilização, o processamento e a comercialização de mandioca ou de produtos obtidos da mandioca?
- **Percepção cultural** – Existem quaisquer percepções culturais que limitem utilização económica potencial da mandioca (por exemplo percepções locais acerca do papel de cada sexo em relação às actividades desenvolvidas nos subsectores da mandioca)? A localidade partilha o estigma social associado à mandioca como a “cultura dos pobres”?

Aspectos chave:

- A mandioca desenvolve-se bem quando a pluviosidade ultrapassa os 1000 mm; exigindo um mínimo de 6 meses de chuva com pelo menos 50 mm por mês.
- Os solos devem ser bem drenados e não arenosos, argilosos, pedregosos ou salinos, e deverão ter pelo menos 30 cm de profundidade.
- Em solos encharcados, a mandioca deve ser cultivada em montículos ou camalhões em linha.
- A mandioca pode ser consociada com outras culturas como o inhame, milho e culturas hortícolas.
- Se a parcela estiver infestada com a gramínea *Imperata* (capim, erva milhã ou sapê), dever-se-á aplicar herbicida antes da preparação do solo para eliminar a infestante.



Foto 2 : Mandioca cultivada em solos pouco profundos e, em camalhões (A) Solos pouco profundos e pedregosos, nos quais as raízes não conseguem penetrar tendo as plantas, nestes casos, pouca fixação (foto: Stefan Hauser, IITA) **(B)** Mandioca em crescimento nos camalhões - os camalhões melhoram a drenagem em solos com tendência para o encharcamento (foto: Stefan Hauser, IITA)

4. Escolha da parcela, preparação do solo e plantação

Escolha da parcela

A selecção da parcela para o cultivo da mandioca deve recair, idealmente, sobre solo fértil em terreno plano ou ligeiramente inclinado. Os agricultores dependem frequentemente do seu conhecimento tradicional e da sua capacidade de observação de certas espécies de plantas ou de tipos de minhoca presentes na parcela como indicadores da fertilidade do solo. Terrenos muito inclinados devem ser evitados porque são susceptíveis à erosão.

No caso de plantação após pousio, 3 a 5 anos de pousio são considerados apropriados.

Preparação do solo

A preparação do solo depende dos seguintes condicionantes:

- se o terreno esteve anteriormente sob cultivo
- se o terreno esteve anteriormente sob um curto período de pousio natural ou sob pousio com algum maneio.
- se o terreno esteve anteriormente sob um longo período de pousio (mais do que 5 anos) – natural ou cultivado, por exemplo, com culturas em faixas.
- se a parcela de cultivo se localiza dentro de uma floresta jovem em crescimento, floresta secundária adulta ou floresta virgem.

Tabela 1: Tipos de terreno e recomendações de preparação do solo

Tipos de terreno	Recomendações de preparação do solo
Terreno anteriormente cultivado.	<p>O objectivo é o controlo de infestantes e a preparação da cama da semente.</p> <p>Se o terreno está infestado por espécies invasoras difíceis de controlar, como por exemplo a Imperata (capim, erva milhã ou sapê), recomenda-se o uso de herbicidas. Para terrenos menos infestados, deve fazer-se o corte das infestantes seguido da lavoura manual, com tracção animal ou com tractor.</p> <p>Como opção mínima deve fazer-se o corte da vegetação infestante.</p>
Terreno sob curto período de pousio natural ou com algum manejo.	<p>O objectivo é a preparação da cama da semente e a gestão da biomassa.</p> <p>Em terrenos de pousio cultivados (com culturas de cobertura tais como as leguminosas Mucuna e Pueraria) deve fazer-se a incorporação da biomassa das culturas de cobertura no solo por meio duma lavoura, de forma a aumentar a matéria orgânica do solo ou, como alternativa, poder-se-á cortar essa cobertura, mantendo-a à superfície como cobertura morta ("mulch"). Os materiais lenhosos de dimensões maiores devem ser removidos do terreno.</p> <p>Como opção mínima deve fazer-se o corte da vegetação infestante, ou a pulverização com herbicida.</p>
Após um longo período de pousio.	<p>O objectivo é a preparação da cama da semente e manejo da biomassa.</p> <p>Após um período de pousio longo, mais resíduos lenhosos irão aparecer. O corte da vegetação e a queima selectiva dos materiais lenhosos deve ser feita. No caso de lavoura mecânica, devem retirar-se do terreno todos os cepos de vegetação. No caso de plantação directa ou ("lavoura-zero") ou lavoura manual os cepos podem permanecer nos campos. Evite usar bulldozers pois este tipo de maquinaria destrói a camada superficial do solo.</p>
Floresta secundária adulta ou floresta virgem.	<p>O objectivo é a preparação da cama da semente e o manejo da biomassa.</p> <p>Deve dar-se o mesmo tratamento que aos terrenos após um período de pousio longo, devendo contudo esperar-se a presença de muito mais resíduos lenhosos. De uma forma geral, deve-se evitar o uso de floresta virgem, tanto quanto possível.</p>

Nota de orientação:

- Solos mais pesados precisam de mais mobilização do que solos mais leves.
- Evite as queimadas tanto quanto o possível. Sugere-se a remoção do material lenhoso para uso doméstico directo ou para fazer carvão.

Mobilização do solo

A mobilização envolve todas as acções de movimentação e inversão do solo:

- A lavoura entre 15 a 30 cm de profundidade.
- Passagem dos discos até a uma profundidade de 10 cm a fim de produzir uma camada friável à superfície do solo.
- A amontoa

Em geral, as culturas tuberosas, como o inhame e a mandioca, não se adaptam bem ao sistema de plantação directa (“lavoura-zero”) ou a outras formas de agricultura de conservação. Num sistema mecanizado, a melhor opção é a realização de cada uma das técnicas de mobilização referidas acima de forma consecutiva, ou de forma combinada, a fim de se conseguir a remoção das plantas infestantes, a incorporação de matéria orgânica no solo, um bom estabelecimento das estacas de mandioca, um fácil controlo das infestantes em fases mais tardias da campanha agrícola, uma colheita facilitada e maiores rendimentos. Contudo, montículos construídos à enxada servem exactamente o mesmo propósito, no caso dos pequenos agricultores (mais comuns) em sistemas não mecanizados.

Seleção de variedades de mandioca

Existem muitas variedades melhoradas de mandioca, adaptadas para várias zonas agro-ecológicas e objectivos de produção. Geralmente, os agricultores conhecem as variedades localmente preferidas e disponíveis.

Na produção de mandioca para fins comerciais, as necessidades do mercado devem ser cuidadosamente consideradas antes de decidir quais as variedades a plantar.

Tanto na produção comercial como na de subsistência, recomenda-se o uso de variedades resistentes a doenças.

Os agricultores devem ser aconselhados a procurar informação junto dos serviços locais de extensão rural, sobre as doenças prevalentes na região bem como sobre as variedades resistentes a essas mesmas doenças.

Quando os serviços de extensão rural têm por objectivo a adopção de novas variedades pelos agricultores, a abordagem baseada na demonstração com campos de ensaios acompanhada de sessões de explicação sobre o potencial de comercialização de cada variedade, pode ser uma forma muito eficaz de fomentar o interesse dos agricultores.

Seleccção e plantação das estacas de mandioca

A partir do momento em que for escolhida a variedade a plantar, o agricultor de mandioca deve certificar-se de que as plantas das quais se vão retirar as estacas, estão livres de sinais de doenças, tais como a doença do vírus do mosaico da mandioca e a antracnose. Devem também certificar-se que os instrumentos de corte estão limpos e de que não foram usados em plantas doentes. Mais ainda, devem certificar-se que as próprias estacas:

- Foram colhidas recentemente, tendo sido mantidas frescas. Têm pelo menos 2 cm de diâmetro e 20-25 cm de comprimento, tendo sido, de preferência, retiradas da parte inferior do caule, não apresentando casca verde ou folhas (Foto 3).
- Foram cortadas com um golpe limpo, ou seja, sem escachar ou lascas e com casca intacta (use um instrumento de corte aguçado e manuseie as estacas com cuidado a fim de evitar danos) (Foto 3).
- Foram mantidas na posição vertical e à sombra, com a base parcialmente enterrada no solo a fim de evitar que sequem (se for necessário armazenar temporariamente).

Se for preciso armazenar material por períodos de tempo mais prolongados, caules longos de mandioca devem ser armazenados sob uma árvore, com as suas bases enterradas em solo humedecido. Na plantação, as duas pontas do caule (base e topo) devem ser cortadas e deitadas fora, e o resto do caule deve ser cortado em estacas com o tamanho indicado para a plantação.



Foto 3: Materiais de plantação (A) A porção do caule da mandioca mais apropriado para a plantação é entre os pontos onde as mãos seguram o caule. Porções do caule ainda verde ou contendo folhas não são apropriadas pois podem secar facilmente (foto: Stefan Hauser, IITA) (B) Estacas com um comprimento razoável para plantação: 25-30 cm (foto: Stefan Hauser, IITA) (C) As estacas com diâmetro razoável: 2 a 3 cm de diâmetro e cerca de 8 nós (foto: Stefan Hauser, IITA) (D) Corte bem efectuado: sem escachar e sem remover pedaços de casca, pelo uso de instrumento de corte aguçado (foto: Stefan Hauser, IITA) (E) Corte mal efectuado: estacas severamente escachadas e lascadas, pelo uso de instrumentos de corte pouco aguçados (foto: Stefan Hauser, IITA)

Plantação

As estacas podem ser plantadas em camalhões ou, de forma alternativa, em terra plana se o solo for macio e bem drenado.

A plantação é feita manualmente usando catanas para fazer as covas. A estaca deve ser introduzida verticalmente ou com um ângulo de 45°. As estacas podem ser espetadas no solo directamente usando a força do braço.

Se plantadas em camalhões em linha ou em montículos, a base da estaca deve ficar perto do centro do camalhão ou do montículo. Este posicionamento aumenta a estabilidade da planta da mandioca, tornando-a também mais resistente ao vento.

Dois terços da estaca devem ficar enterrados, um terço da estaca deve ficar de fora.

Geralmente, a plantação da mandioca é realizada manualmente. Não existe maquinaria disponível no mercado que permita a inserção da estaca da mandioca na posição vertical ou com um ângulo 45°: todos os plantadores mecânicos projectados até á data aplicam as estacas na posição horizontal, uma técnica que já se provou não permitir a obtenção dos rendimentos máximos.

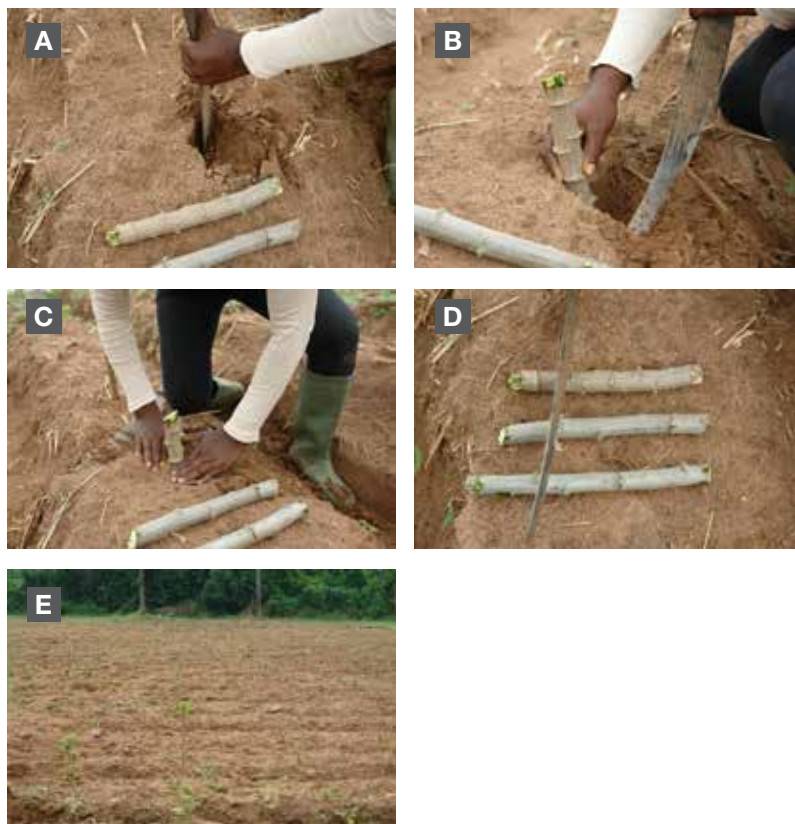


Foto 4. Plantação de mandioca (A) Escavando uma covacho para a plantação (foto: Stefan Hauser, IITA) (B) Inserindo a estaca no cume do camalhão (foto: Stefan Hauser, IITA) (C) Calcando o solo à volta da estaca para garantir uma boa cobertura e um bom contacto (foto: Stefan Hauser, IITA) (D) A catana indica a profundidade de plantação das estacas no solo: a parte direita a inserir no solo e a parte esquerda deixada de fora (2/3 da estaca devem ser espetados no solo) (foto: Stefan Hauser, IITA) (E) Plantação recente de mandioca em camalhões, feitas com um tractor. As linhas de mandioca são visíveis devido a manutenção de uma distância exacta entre os pés de mandioca nos camalhões (foto: Stefan Hauser, IITA)

Espaçamento

O espaçamento recomendado actualmente é de 1 m x 1 m, isto é, 1 planta de mandioca por m². Este espaçamento resulta em 10.000 plantas por hectare.

Para variedades que crescem muito em altura e sem alargamento da copa (ao contrário de variedades mais baixas e com mais ramos laterais), uma densidade superior de, por exemplo, 1 m x 0.5 m ou 1 m x 0.75 m poderá ser adoptada.

Para fim de multiplicação de estacas, em vez da produção de tubérculos, um espaçamento inferior de 0.5 m x 0.5 m poderá ser usado.

Espaçamento das culturas consociadas com a mandioca

A densidade óptima de plantação recomendada para uma consociação de mandioca-milho é de 10.000 plantas de mandioca por hectare (1 m x 1 m) e 40.000–50.000 plantas de milho por hectare.

O milho deve ser semeado em linhas com um espaçamento de 20 cm entre plantas (Foto 5). Evite deixar cair várias sementes de milho no mesmo sítio. O espaçamento em linha com 20 cm entre plantas é o melhor em termos de redução de competição com a mandioca, tendo portanto um efeito mínimo no rendimento nesta cultura. Deve posicionar-se uma única linha de sementeira de milho entre as linhas de plantação de mandioca (Foto 6).

Independentemente do tipo de legume consociado com a mandioca, a densidade de plantação da mandioca deve manter-se nas 10.000 plantas por hectare (Foto 2).

O espaçamento entre as plantas leguminosas varia contudo com o tipo de leguminosa usado na consociação. No caso do amendoim, a densidade recomendada é de 25 plantas por m² semeadas a lanço.

No caso da soja e do feijão-nhemba, duas linhas de sementeira podem ser posicionadas entre as linhas de mandioca, enquanto que no caso do feijão-boer, que cresce mais em altura, uma única linha deve ser semeada entre as linhas de mandioca.

Agricultores com experiência conhecem o melhor posicionamento para as culturas consociadas relativamente ao posicionamento da mandioca. Contudo, no caso das culturas semeadas em linha, deve manter-se sempre uma distância mínima entre linhas e entre plantas na linha de forma a que a sacha ao longo da linha possa ser feita mais facilmente.

No caso de algumas leguminosas, pode ser recomendável aumentar a distância entre as linhas da mandioca, reduzindo a distância entre plantas (de forma a manter as 10.000 plantas por hectare), de forma a proporcionar mais espaço para o crescimento das leguminosas. Por exemplo, a mandioca pode ser plantada com um distância de 1,5 m entre linhas e 0,67 m entre plantas, ou de 2 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Embora em todos estes casos a densidade de mandioca se mantenha nas 10.000 plantas por hectare, as operações culturais nas culturas leguminosas consociadas tornam-se mais fáceis, podendo estas ter rendimentos superiores quando mais espaço lhes é dispensado. Após a colheita das leguminosas, o espaço alargado na entre-linha pode ser ocupado por uma linha adicional de mandioca.

No caso dos camalhões em linha ou dos montículos, a regra geral é de que as culturas consociadas de porte erecto (como o milho e a soja) são semeadas a partir do meio para baixo do camalhão ou montículo; culturas mais rasteiras e de porte mais prostrado (como o amendoim) devem ser semeadas primeiro (antes da mandioca) no topo do camalhão ou montículo. Se for uma cultura de apoio à mandioca, deve ser colocada entre os camalhões.

A sequência de plantação das culturas consociadas depende do ciclo cultural das próprias culturas. Geralmente, o inhame, as leguminosas, o melão e o milho são semeados antes da plantação da mandioca.

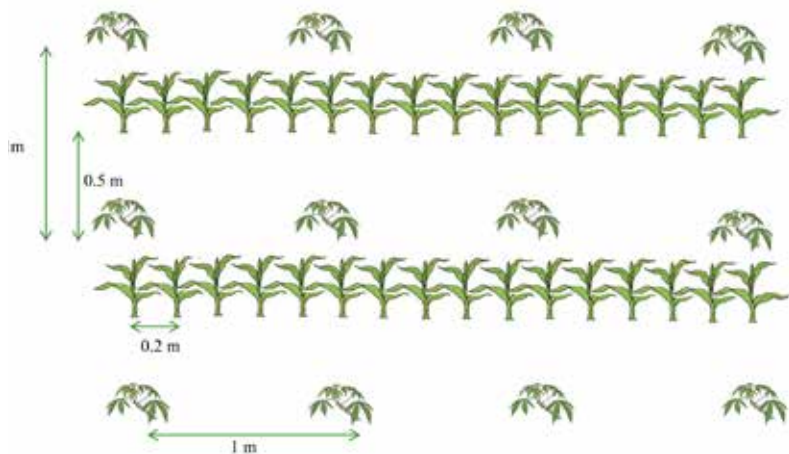
Aspectos chave:

- Escolha um solo fértil em terreno plano ou pouco inclinado.
- Em terrenos cultivados anteriormente, corte a vegetação infestante e faça a lavoura do solo, contudo, deverá usar herbicida se a Imperata (capim, erva milhã ou sapê) estiver presente. Após um pousio curto, deverá fazer a lavoura que incorpore a cultura de cobertura no solo; após pousio longo ou sob floresta, corte a vegetação, faça uma queimada controlada do material vegetal lenhoso antes da lavoura.
- No caso do sistema mecanizado, faça uma lavoura de 15-30 cm de profundidade, passe os discos até 10 cm de profundidade ou faça a amontoa dos camalhões em linha. Pode ainda optar por combinar estas operações numa só passagem. Em sistemas não mecanizados, devem fazer-se montículos ou camalhões em linha com a enxada.
- Opte por variedades resistentes a doenças e, se a produção for orientada para o mercado, seleccione variedades que respondam aos requisitos do mercado.
- Utilize estacas que não evidenciem sintomas de doença, colhidas de fresco, com pelo menos 2 cm de diâmetro e 20-25 cm de comprimento, obtidas com um corte limpo, retiradas da parte inferior do caule da mandioca.
- Plante as estacas verticalmente ou com um ângulo de 45° no solo, deixando dois terços da estaca no solo. No caso

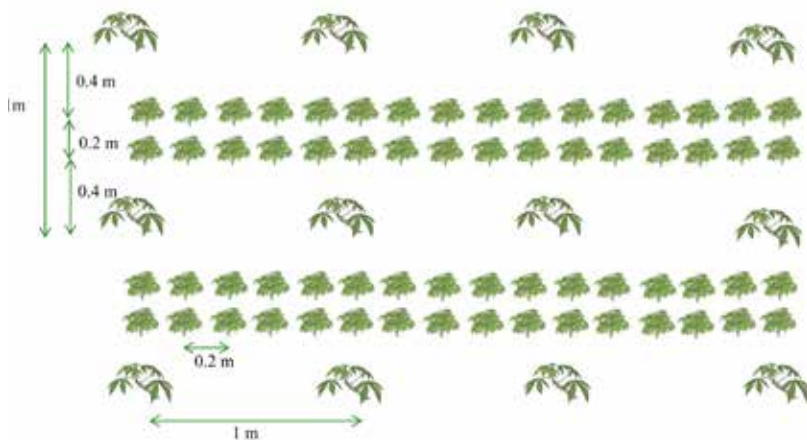
dos camalhões ou montículos, a base da estaca deve estar posicionada perto do centro do camalhão ou montículo.

- O espaçamento recomendado é, em geral, de 1 m x 1 m (10.000 por hectare), mas no caso das variedades que cresçam mais em altura e sem se prostrarem muito, a densidade pode aumentar para 1 m x 0,5 m ou 1 m x 0,75 m. Se o objectivo for a multiplicação de estacas em vez de tubérculos, uma densidade de 0,5 m x 0,5 m pode ser adoptada.
- No caso do cultivo consociado, devem manter-se as 10.000 plantas por hectare mas a distância entre as linhas de mandioca pode aumentar até 2 m x 0,5 m. Duas linhas de soja e feijão-nhema devem ser plantadas entre as linhas da mandioca, enquanto que no caso do feijão-boer, que tem um porte mais elevado, apenas uma linha deve ser semeada.

Figura 2: Espaçamento entre plantas de mandioca em consociação



a) Consociação milho-mandioca



b) Consociação mandioca-feijão nhemba



Foto 5: Exemplos de unidades de medida de comprimento (A) A distância desde a ponta do dedo até ao queixo é de aproximadamente 1 m (foto: CABI) **(B)** Imagem de grande plano de **(A)** demonstrando “1m” na fita métrica (foto: CABI) **(C)** A distância da ponta do polegar à ponta do dedo médio é de aproximadamente 20 cm (foto: CABI) **(D)** A distância da palma da mão até ao cotovelo é de aproximadamente 30 cm (foto: CABI)



Foto 6: Mandioca cultivada em monocultura e em consociação (A) Espaçamento da mandioca de 1m x 1m em monocultura (foto: Stefan Hauser, IITA) **(B)** Mandioca consociada com milho, em linhas de camalhões espaçadas de 1 m entre si. A mandioca é colocada no cume do camalhão e o milho nos lados (foto: Stefan Hauser, IITA)

5. Maneio da cultura da mandioca

Reposição das plantas nas falhas

Sob condições normais, cerca de 90% das estacas de mandioca rebentam duas semanas após plantação. As estacas que não rebentam devem ser removidas e destruídas a fim de prevenir a transmissão de vírus que possam estar na causa da falha (Foto 7).

As novas estacas, de boas condições sanitárias, devem ser adquiridas e plantadas antes do final da terceira semana após a data da plantação inicial, de forma a manter a densidade de plantas pretendida. Contudo, as novas estacas não devem ser plantadas exactamente nos mesmos covachos onde ocorreram as falhas, a fim de diminuir o risco de uma repetição da falha.

Condições de seca podem aumentar a taxa de falha na instalação da mandioca. Nesta situação o agricultor deverá esperar até que as chuvas recomecem antes de fazer a substituição das falhas.

Se se verificar uma elevada taxa de falha de instalação da cultura, os extensionistas rurais deverão procurar ajuda na estação de investigação agrícola mais próxima ou noutra fonte de conhecimento especializado a fim de esclarecer as causas.

Controlo de infestantes

As infestantes podem retardar o crescimento e reduzir desempenho da mandioca (Foto 8). Um campo onde se efectuou uma sacha cuidada das infestantes pode ter até 30% a 40% mais rendimento dos tubérculos de mandioca do que um campo onde não se efectuou a sacha. A sacha representa uma parte significativa dos custos (30% - 50%) na produção de mandioca.

A frequência exacta das operações da sacha vai depender do tipo de infestante e severidade de infestação mas, de forma geral:

- É importante começar as operações de monda de infestantes

(sacha) entre a 3^a e a 4^a semanas após o plantio. A primeira sacha pode ser efectuada na altura em que se faz a substituição das falhas (na 3^a semana), de forma a maximizar o trabalho.

- A sacha deve ser repetida entre a 8^a e 12^a semanas, enquanto que a sacha final deve ser efectuada entre a 20^a e a 24^a semana após a plantação, dependendo da quantidade de chuva caída durante o ciclo produtivo. Durante os períodos secos, a sacha pode não ser necessária, mas é sempre altamente recomendável a destruição das infestantes antes dos períodos secos e após o recomeço das chuvas.
- Logo que as copas da mandioca e das culturas de consociação (se presentes) fechem, o ensombramento facultado irá controlar de forma efectiva a emergência e crescimento de infestantes.

O número total de ciclos de sacha vai depender do tipo de espécies, da sua persistência e capacidade de invasão que, por sua vez, dependem das condições agro-ecológicas.

As sachas podem ser efectuadas manualmente (enxada e catana), mecanicamente (usando o tractor) ou quimicamente (embora não existam herbicidas específicos para a mandioca).

Deve ter-se em conta, contudo, que a sacha mecânica após as primeiras quatro semanas depois da plantação, poderá danificar as raízes da mandioca. Portanto, a sacha manual ou química são opções preferíveis após este período.

Os agricultores devem usar o conhecimento local para decidir quais as infestantes que podem ser deixadas no campo e as que devem ser removidas e destruídas após a sacha.

De forma geral, infestantes de folha larga e pequeno porte podem ser deixadas sobre o solo, pois estas irão secar sob o calor do sol e tornar-se-ão “mulch” (cobertura morta). Infestantes de grande

porte, com rizomas, ou com capacidade de formar raízes a partir dos (porções de) caules, tendem a rebentar de novo se cortadas e abandonadas à superfície do solo, e portanto o agricultor deve arrancá-las pela raiz e destruí-las num local afastado do campo com mandioca.

Gramíneas altas, devem ser arrancadas pela raiz e removidas do campo antes que estas floresçam e larguem sementes, o que iria propagar a infestante ainda mais.

A consociação da mandioca com leguminosas limita a escolha em termos de herbicidas que podem ser usados. Assistência técnica especializada deve ser procurada pelos agricultores de forma a obterem uma lista de herbicidas apropriados às suas culturas e permitidos por lei. Em algumas regiões de África, os agricultores podem recorrer a serviços especializados no controlo químico de infestantes, prestados por operadores móveis. Se estes estiverem a operar na região, poderão ser uma boa opção para o agricultor.



Foto 7: Brotação das estacas da mandioca (A) Brotação das estacas plantadas em camalhões em linha (foto: Stefan Hauser, IITA) (B) Erro típico de plantação: a estaca foi inserida do avesso, e o rebento brotou debaixo do solo (foto: Stefan Hauser, IITA) (C) Substituição das estacas que não brotaram (falhas) por volta da 4ª semana após plantação (foto: Stefan Hauser, IITA)

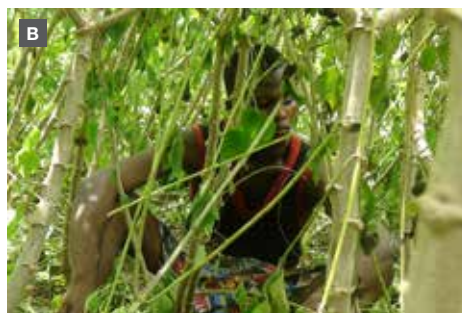


Foto 8: Controle de infestantes (A) O fechamento das copas limita o crescimento das infestantes (foto: CABI) (B) Sacha mal feita em campo de mandioca (foto: CABI)

Aplicação de nutrientes

Uso de fertilizante

Com a aplicação de fertilizantes na mandioca, os pequenos agricultores poderão aumentar o rendimento base de 10 para 16 toneladas por hectare. A utilização otimizada de fertilizantes é conseguida pelo seguimento de 4 princípios básicos (os '4 Cs'):

- Tipo de fertilizante “certo”
- Taxa de aplicação “certa”
- Aplicação na altura “certa”
- Utilização de um método de aplicação “certo”

A aplicação de nutrientes ao solo permite a manutenção da qualidade do solo e melhora a condição dos solos pobres ou esgotados. O esgotamento de nutrientes pode ocorrer após o cultivo contínuo da terra durante muitos anos.

Por cada tonelada de tubérculos de mandioca colhida, cerca de 2,3 kg de nitrogénio (N), 0,4 kg de fósforo (P) e 3,0 kg de potássio (K) são removidos do solo. Isto quer dizer que um rendimento médio de 10 toneladas de tubérculos remove 23 kg de N, 4 kg de P e 30 kg de K.

Se os caules das mandioqueiras forem retirados da parcela de onde foram colhidos os tubérculos, a exportação de nutrientes pode facilmente duplicar, triplicar ou mesmo quadruplicar, dado que os caules contêm mais nutrientes do que as raízes.

A aplicação de nutrientes ajuda a repor os nutrientes removidos do solo e a manter a fertilidade do solo, assegurando assim bons rendimentos nos anos subsequentes.

Fertilizantes compostos típicos, conhecidos como N-P-K, fornecem nitrogénio (N), fósforo (P) e potássio (K). A maior parte das marcas de fertilizantes N-P-K ilustra as combinações entre estes nutrientes em forma de proporção, por exemplo N-P-K 15-15-15 contém 15% de

N, 15 % de P_2O_5 e 15% de K_2O .

Outras formulações disponíveis de N-P-K fornecem os mesmos nutrientes noutras proporções relativas, por exemplo, N-P-K 17-17-17 contém 17% de N, 17% de P_2O_5 (cerca de 11% P) e 17% de K_2O (cerca de 14% K).

Contudo, fertilizantes compostos N-P-K não são indicados para a mandioca, pois estes fornecem:

- nitrogénio (N) em excesso, que leva a mandioca a produzir demasiada folhagem: a mandioca não requer doses elevadas de nitrogénio.
- fósforo (P) em excesso, o que implica uma despesa desnecessária: a mandioca não requer doses elevadas de fósforo.
- falta de potássio (K), que a mandioca necessita para a formação dos tubérculos: a mandioca requer doses elevadas deste nutriente.

A determinação da quantidade exacta de fertilizantes a aplicar numa dada parcela depende de vários factores e pode variar com o tipo de solo. Contudo uma maneira mais simplificada de determinar os requisitos em nutrientes baseia-se no rendimento esperado em raízes de mandioca.

Utilização de fertilizantes na mandioca em monocultura

Necessidades em nutrientes: Cerca de metade do peso de uma planta adulta de mandioca advém das raízes; folhas e caules constituem a outra metade da biomassa da planta. Portanto, se uma exploração tiver produzido 10 toneladas por hectare de raízes, pode assumir-se que a cultura terá produzido cerca de 20 toneladas de biomassa na sua totalidade (raízes, folhas e caules).

O teor em nutrientes varia entre as diferentes partes da planta: folhas e ramos jovens contêm 10 vezes mais nitrogénio do que as raízes, enquanto que ramos mais velhos contêm o mesmo teor em nitrogénio que as raízes mas um teor mais elevado de P e K.

Além disso, diferentes variedades de mandioca e as condições ambientais afectam a quantidade total de nutrientes absorvidos afectando, dessa forma, a quantidade total de nutrientes que são exportados na colheita de tubérculos ou de material (estacas) para plantação.

Portanto, apesar de não ser possível formular uma recomendação exacta, apresentaremos de seguida um intervalo de rendimentos razoáveis e quantidade de nutrientes contidos nas diferentes partes da planta, de forma a determinar o nível de absorção total e exportação de nutrientes de uma cultura de mandioca.

Os pontos principais a considerar são os seguintes:

- P_2O_5 contém 43,6% de P; K_2O contém 83% de K
- 100 kg de fertilizante composto N-P-K 15-15-15 contém 15 kg de N, 6,55 de kg P ($(15/100) \times (43,6/100) \times 100 = 6,55$ kg) e 12,5 kg de K ($(15/100) \times (83/100) \times 100 = 12,5$ kg)
- Uma tonelada de raízes colhidas de mandioca retira do solo 2,3 kg de nitrogénio (N), 0,4 kg de fósforo (P) e 3,0 kg de potássio (K)
- Para produzir uma tonelada de raízes, a cultura também precisa de produzir cerca de uma tonelada de biomassa aérea (folhas e caules) que remove mais 7,7 kg de N, 0,5 kg de P e 3,9 kg de K.

A Tabela 2 mostra a quantidade de nutrientes removidos do solo pela mandioqueira com rendimentos que variam ente 1, 10 ou 16 toneladas de tubérculos frescos.

Se considerarmos que o solo na sua condição natural tem reservas suficientes para fornecer os nutrientes necessários para um rendimento de 10 toneladas em tubérculos por hectare, então os nutrientes removidos do solo para se atingir um rendimento de 16 toneladas por hectare consistem na diferença entre os nutrientes contidos em 16 toneladas por hectare e os contidos em 10 toneladas

Tabela 2: Quantidade de N, P, K contidos nas raízes, folhas e caules e na planta na sua totalidade, em vários níveis de rendimento da mandioca.

Quantidade de nutrientes (kg) contidos em 1 tonelada de raízes frescas colhidas num hectare			
	Raízes	Folhas e caules	Absorção total
Nitrogénio	2,3	7,7	10,0
Fósforo	0,4	0,5	0,9
Potássio	3,0	3,9	6,9
Quantidade de nutrientes (kg) contidos em 10 toneladas de raízes frescas colhidas num hectare			
	Raízes	Folhas e caules	Absorção total
Nitrogénio	23,0	77,0	100,0
Fósforo	4,0	5,0	9,0
Potássio	30,0	39,0	69,0
Quantidade de nutrientes (kg) contidos em 16 toneladas de raízes frescas colhidas num hectare			
	Raízes	Folhas e caules	Absorção total
Nitrogénio	36,8	123,2	160,0
Fósforo	6,4	8,0	14,4
Potássio	48,0	62,4	110,4

por hectare. Neste caso

- 160 kg de N – 100 kg de N = 60 kg N por hectare
- 14,4 kg de P – 9,0 kg de P = 5,4 kg P por hectare
- 110,4 kg de K – 69 de kg K = 41,4 kg K por hectare

Como satisfazer as necessidades em nutrientes utilizando um fertilizante N-P-K: para fornecer 60 kg de N usando o N-P-K 15:15:15 seria necessário aplicar: $60 \text{ kg N} \times 100/15 = 400 \text{ kg}$ de fertilizante N-P-K, equivalente a 8 x 50 kg sacos por hectare.

400 kg de fertilizante N-P-K também forneceriam $400 \text{ kg} \times (15/100) \times (43.6/100) = 26,2 \text{ kg}$ de P e $400 \text{ kg} \times (15/100) \times (83/100) = 49,8 \text{ kg}$ de K.

Embora as quantidades de N e de K estejam aproximadamente correctas, esta quantidade de fertilizante N-P-K forneceria quase 5 vezes mais a quantidade necessária de P, tal como se pode ver na Tabela 3.

Contudo, quando se aplica fertilizantes para suprir as necessidades da cultura, o agricultor deverá ter em mente que nem todos os nutrientes aplicados são absorvidos e utilizados pela cultura: a “taxa de eficiência de utilização” normal dos nutrientes inorgânicos é de cerca de 50%, o que quer dizer que apenas metade dos nutrientes aplicados são de facto utilizados pela cultura.

O agricultor deverá portanto, aplicar duas vezes a quantidade requerida pela cultura, tendo em consideração esta “taxa de eficiência de utilização”, a fim de evitar o esgotamento dos nutrientes do solo. No nosso exemplo, esta duplicação significaria 800 kg, ou seja, 16 sacos de 50 kg de fertilizante N-P-K.

Contudo, a adição desta quantidade de fertilizante iria implicar um grande desperdício de P, que não é necessário à planta da mandioca (sendo esta a razão pela qual os fertilizantes N-P-K não são normalmente uma boa escolha na mandioca, embora sejam muitas

vezes os únicos fertilizantes disponíveis no mercado).

As quantidades de fertilizante N-P-K que devem ser aplicados por hectare por cada tonelada adicional de raízes de mandioca, em comparação com a parcela não fertilizada (rendimento de base de 10

Tabela 3: Nutrientes fornecidos por 400 kg de fertilizante composto N-P-K.

Nutriente	Quantidade necessária para a produção de 16 toneladas/hectare de raízes (kg)	Quantidade fornecida por 400 kg N-P-K 15-15-15 (kg)	Comentário
N	60	60	Quantidade correcta
P	5,4	26,2	Quase 5 vezes mais do que a quantidade necessária
K	41,4	49,8	Quantidade aproximadamente correcta

Nota: A proporção de fósforo e potássio descrita nos sacos de fertilizante refere-se aos óxidos P_2O_5 e K_2O e não aos elementos P e K.

Para fazer a conversão de P_2O_5 para P, multiplica-se a percentagem % descrita no saco de fertilizante por 43,6/100 (ou seja 0,436, como descrito na Tabela de referência 2).

Para fazer a conversão de K_2O para K, multiplica-se a percentagem % descrita no saco de fertilizante por 83/100 (ou seja 0,83).

Tabela 4: Quantidade de N-P-K necessária para a obtenção de rendimentos de 10 a 16 toneladas por hectare.

Rendimento toneladas/ hectare	Quaisquer destes fertilizantes	
	N-P-K 15-15-15 kg	N-P-K 17-17-17 kg
10	0	0
11	134	118
12	268	236
13	402	354
14	536	472
15	670	590
16	804	708

toneladas) seriam: 134 kg N-P-K 15-15-15 ou 118 kg de N-P-K 17-17-17. Estes valores são válidos para aumentos de rendimento até 16 toneladas por hectare como descrito na tabela 4 acima.

Se o agricultor planear usar o fertilizante composto N-P-K, a quantidade total de fertilizante requerida deverá ser aplicada em três fases:

Um terço da quantidade total deve ser aplicada entre 4 a 6 semanas após a plantação (usando as quantidades calculadas segundo os rendimentos antecipados ou desejados). Os agricultores deverão usar luvas para a protecção das mãos.

Metodologia de aplicação de fertilizante:

1. Usando um pequeno sachó (com 10-15 cm de largura), faça um sulco em forma de meia-lua, a cerca de 20 cm de distância do pé da planta de mandioca (Figura 3).
2. Coloque a quantidade correcta de fertilizante no sulco
3. Cubra o fertilizante com solo

O segundo terço da quantidade total deverá ser aplicado entre a 10^a e a 12^a semanas após a plantação.

O terceiro terço da quantidade total deverá ser aplicado entre a 16^a e a 20^a semanas após a plantação. Contudo, o momento certo para



Figura 3: Fertilizante aplicado num sulco em forma de meia-lua.

as aplicações depende da estação das chuvas: o fertilizante não deverá ser aplicado na fase final da estação chuvosa (Figura 4).

Por exemplo, se o rendimento pretendido for de 16 toneladas e se estiver a utilizar o fertilizante N-P-K 15-15-15, a quantidade de 268 kg (804 kg x 1/3) por hectare de fertilizante N-P-K deverá ser aplicada em cada uma das três aplicações faseadas.

Se a segunda estação chuvosa for curta e imprevisível, então as três aplicações poderão ser efectuadas com um menor intervalo de tempo entre elas, de forma a se aplicar a totalidade do fertilizante na primeira estação chuvosa.

Contudo, se a segunda estação chuvosa for previsível, então a última aplicação poderá ser efectuada quando as chuvas desta estação tiverem começado.

Para as aplicações de fertilizantes mais tardias, o uso da enxada pode já não ser apropriado, dado que as raízes mais próximas da superfície podem ser facilmente danificadas. O fertilizante pode ser aplicado em círculo ou semicírculo à volta da mandioca, num raio de cerca de 10-20 cm de distância. Nos casos em que a mandioca foi plantada com maior espaçamento entre-linhas e menor espaçamento entre plantas, o fertilizante poderá ser aplicado em banda a todo o comprimento da linha, mas mantendo sempre uma distância de 10-15 cm dos pés de mandioca.

Algumas regiões com um padrão de pluviosidade bi-modal, permitem que a plantação de mandioca se possa realizar em qualquer uma destas estações chuvosas. Nestas regiões, a aplicação de fertilizantes deverá ser agendada, de acordo com a duração das chuvas em cada estação chuvosa. Por exemplo, se a plantação ocorrer no início de uma estação de chuvas longa a que se seguirá uma curta, então duas aplicações de fertilizantes deverão ser realizadas na primeira estação chuvosa longa e uma aplicação deverá ser realizada durante a estação chuvosa curta. Por outro lado, se a plantação de mandioca for realizada no início da estação de chuvas curta, apenas uma aplicação de fertilizantes deverá ocorrer

nesta estação, deixando-se duas aplicações a realizar na estação chuvosa longa.

Em qualquer do caso, os agricultores deverão sempre evitar a aplicação de fertilizantes na fase final das chuvas, pois a absorção de nutrientes durante a estação seca é muito limitada, podendo ainda causar danos às plantas.

Recomendações de fertilização de fácil seguimento pelos agricultores:

Os agricultores vão provavelmente ter dificuldades em aplicar quantidades precisas de fertilizantes quando as recomendações são feitas em termos de kg por hectare.

É mais fácil sugerir uma recomendação em termos de quantidade de fertilizante a aplicar por planta de mandioca, sendo esta quantidade facilmente medida por um recipiente vulgar.

As caricas dos frascos de soda ou da garrafa de cerveja, ou ainda as tampas plásticas de frascos de água engarrafada de marcas e volumes específicos, polpas de frutas, etc ou caixas de fósforos, são tudo medidas muito úteis e que se arranjam facilmente (Foto 9). A partir do momento em que os agricultores se familiarizam com as quantidades adicionadas por planta, poderão deixar de precisar destas medidas, e poderão aplicar directamente com a mão (protegida com uma luva) o que tornará a operação de fertilização muito mais rápida. No exemplo descrito acima, 268 kg por hectare de N-P-K

15-15-15 deveriam ser aplicados numa primeira fase, entre a 4^a e a 6^a semanas após a plantação. Uma plantação de mandioca disposta em linha com um espaçamento de 1m x 1m, a densidade de plantação de 10.000 plantas por hectare requer:

268 kg = 268.000 g

268.000 g por hectare/10.000 plantas por hectare = 26,8 g por planta.

O extensionista rural deverá encontrar um recipiente localmente disponível, cuja medida de volume seja aproximadamente igual a esta quantidade de fertilizante N-P-K. No entanto, consoante a medida encontrada, poderá ser necessário fazer a aplicação de 2 ou 3 medidas.



Foto 9: Exemplo de unidades de medida de fertilizantes (A) Uma carga de refrigerante pode conter até 6 g de fertilizante. No caso de ser necessário aplicar 26 g de fertilizante a cada planta, a adição de 4 cargas e meia de fertilizante seria adequada (foto: CABI) (B) Uma tampa de plástico de uma garrafa de água pode conter até 8 g de fertilizante. No caso de ser necessário aplicar 26 g de fertilizante a cada planta, a adição de 3 tampas e meia de fertilizante seria adequada (foto: CABI) (C) Imagem em grande plano de uma tampa de garrafa de água contendo fertilizante (foto: CABI) (D) Esta tampa contém 26 g de fertilizante (foto: CABI) (E) A tampa em (D) pode conter até 78 g de fertilizante. No caso de ser necessário aplicar 26 g de fertilizante a cada planta, o conteúdo de 1 tampa pode ser distribuído por três plantas (foto: CABI)

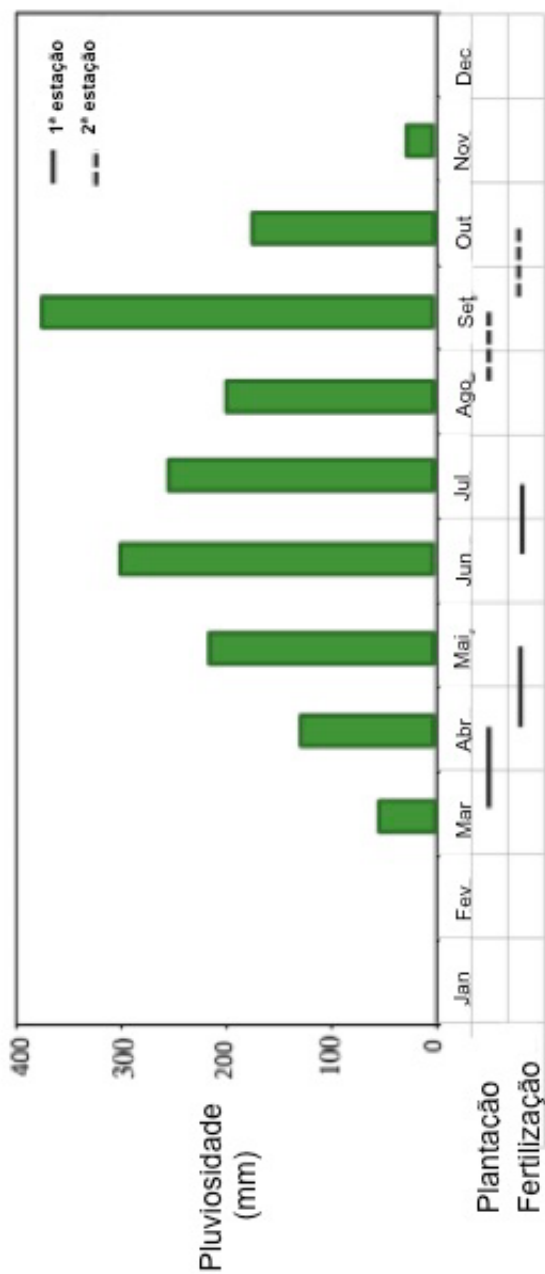


Figura 4: Calendário da 1ª e da 2ª estação de plantação e aplicação de fertilizante. Se a plantação ocorre na 1ª estação, o fertilizante é aplicado em duas fases, 1/3 em Abril-Maio e 2/3 em Junho-Julho. Se a plantação ocorre na 2ª estação, todo o fertilizante é aplicado de uma só vez.

Fertilizantes simples: Uma maneira mais eficiente, em termos de custo, para fornecer os nutrientes requeridos pela cultura, seria a substituição do fertilizante N-P-K, parcialmente ou totalmente, por fertilizantes simples tais como a ureia, o superfosfato simples (SFS) ou o superfosfato triplo (SFT), e o cloreto de potássio (KCl, também chamado de muriato de potássio). Através do uso combinado destes fertilizantes simples, uma aplicação mais correcta de N, P, K poderia ser conseguida, o que não acontece com os fertilizantes compostos N-P-K, que contêm proporções fixas de cada um dos nutrientes.

A ureia fornece apenas N (e não P ou K). A ureia contém 46% N, portanto, um saco de 50 kg fornece $50 \text{ kg} \times 46/100 = 23 \text{ kg N}$.

O superfosfato triplo fornece apenas P. Este fertilizante simples contém 19.8% P, portanto um saco de 50 kg $\times 19.8/100 = 9.9 \text{ kg P}$.

O cloreto de potássio fornece apenas K. Este fertilizante simples contém 48% K, portanto um saco de 50 kg $\times 48/100 = 25 \text{ kg K}$.

O teor em nutrientes destes e de outros fertilizantes é mostrado na Tabela de referência 1.

A utilização de fertilizantes simples requer mais cálculos, mas pode ser menos dispendiosa e mais eficiente.

Tal como no caso dos fertilizantes N-P-K, ao aplicar fertilizantes simples, os agricultores deverão ter em mente que nem todos os nutrientes vão ser absorvidos e utilizados pela cultura: a “eficiência de utilização” normal é de cerca de 50%, o que significa que apenas metade dos nutrientes aplicados irá ser efectivamente utilizada pela cultura. O agricultor deverá, portanto, aplicar duas vezes a quantidade requerida, tendo em conta esta “eficiência de utilização”, a fim de evitar o esgotamento de nutrientes do solo

Nos cálculos seguintes, utilizaremos as quantidades estimadas de

nutrientes removidos do solo (descritos anteriormente), dado um rendimento de 16 toneladas por hectare em tubérculos de mandioca (60 kg de N, 5,4 kg de P e 41,4 kg de K) para estimar as quantidades necessárias de fertilizantes simples a aplicar.

O fornecimento de 60 kg de N requer: $60 \text{ kg} \times 100/46 = 130 \text{ kg}$ de ureia. Esta quantidade precisa de ser duplicada tendo em conta a “taxa de eficiência” de 50% na utilização dos nutrientes aplicados: $130 \text{ kg} \times 2 = 260 \text{ kg}$, ou seja 5 sacos de 50 kg por hectare.

O fornecimento de 5,4 kg de P requer: $5,4 \text{ kg} \times 100/19,8 = 27,2 \text{ kg}$ de superfosfato triplo (SFT). Esta quantidade precisa de ser duplicada tendo em conta a “taxa de eficiência” de 50% na utilização dos nutrientes aplicados: $27,2 \times 2 = 54,4 \text{ kg}$, ou seja cerca de 1 saco de superfosfato triplo por hectare.

O fornecimento de 41,4 kg de K requer: $41,4 \times 100/48 = 86,25 \text{ kg}$ de cloreto de potássio (KCl). Esta quantidade precisa de ser duplicada tendo em conta a “eficiência” de 50% na utilização dos nutrientes aplicados: $86,25 \text{ kg} \times 2 = 172,5 \text{ kg}$, ou seja cerca de 3 sacos e meio de 50 kg de cloreto de potássio por hectare.

Portanto, a aplicação das quantidades totais de nutrientes requeridos com fertilizantes simples poderá ser conseguida com apenas 9,5 sacos de 50 kg por hectare, comparados com os 16 sacos de 50 kg, no caso da utilização de fertilizante composto N-P-K 15:15:15.

De forma a tomarem a decisão mais apropriada, os agricultores precisam de comparar preços e verificar a disponibilidade de cada tipo de fertilizante no mercado de agro-químicos local.

Se o fosfato de diamónio (FDA) for a única fonte disponível de P ou se tanto o SFT como o FDA estiverem disponíveis mas o FDA for mais barato, este último poderá ser usado como fertilizante fornecedor de P.

O fertilizante FDA irá fornecer algum do N requerido, e o restante poderá ser fornecido pela ureia.

Por exemplo, o fornecimento de 5,4 kg de P requer: $5,4 \text{ kg} \times 100/19,8 = 27,2 \text{ kg}$ FDA.

O N contido em 27,2 kg de FDA é de $27,2 \times 18/100 = 4,9 \text{ kg}$ de N.

A fim de se fornecer um total de 60 kg de N (tal como no exemplo descrito acima), o N restante requerido é de $60 - 4,9 = 55,1 \text{ kg}$. Este N pode ser fornecido por $55,1 \times 100/46 = 120 \text{ kg}$ de ureia.

O fornecimento de 41,4 kg de K requer: $41,4 \times 100/48 = 86,25 \text{ kg}$ de cloreto de potássio (KCl).

Exemplo de como comparar o custo de N-P-K 15-15-15 com o custo dos fertilizantes simples no caso exemplificado acima em que se pretende um rendimento de 16 toneladas por hectare.

Pressupostos:

Custo de um saco de 50 kg: N-P-K US\$ 30; ureia US\$ 25; TSP US\$ 40; KCl US\$ 40 (preços reais têm de ser verificados localmente).

Custo do N-P-K:

$$16 \times \text{US\$ } 30 = \text{US\$ } 480$$

Custo dos fertilizantes simples:

$$(5 \times \text{US\$ } 25 \text{ para a ureia}) + (1 \times \text{US\$ } 40 \text{ para o TSP}) + (3,5 \times \text{US\$ } 40 \text{ para o KCl}) = \text{US\$ } 125 + 40 + 140 = \text{US\$ } 305$$

Portanto, neste caso, a utilização de fertilizantes simples permitiria uma poupança significativa: $\text{US\$ } 480 - 305 = \text{US\$ } 175$ por hectare.

Assumindo uma eficiência de 50% na utilização dos nutrientes aplicados, é necessário fazer a aplicação de cerca de $27,2 \times 2 = 54,4 \text{ kg}$ de FDA (cerca de um saco de 50 kg), $120 \times 2 = 240 \text{ kg}$ de ureia (cerca de cinco sacos de 50 kg) e $86,25 \text{ kg} \times 2 = 172,5 \text{ kg}$ de KCl (cerca de 3 sacos e meio de 50 kg) por hectare.

O modo de aplicação de fertilizantes simples é diferente do modo de aplicação de fertilizantes N-P-K. A aplicação de fertilizantes simples tem a vantagem adicional de permitirem a aplicação de nutrientes nas alturas em que estes são mais necessários.

O SFT deverá ser aplicado à plantação de uma só vez.

A ureia e o cloreto de potássio devem ser aplicadas em três fracções, entre as 4^a e a 6^a, a 10^a e a 12^a e a 16^a e a 20^a semanas após a plantação, com a mesma técnica e tendo em conta as mesmas considerações que no caso dos fertilizantes N-P-K, evitando as aplicações quando grandes chuvas são eminentes e imediatamente antes dos períodos secos.

As seguintes quantidades de fertilizantes simples deverão ser adicionadas por cada tonelada adicional de tubérculos da mandioca em comparação com o rendimento da parcela não fertilizada (rendimento base de 10 toneladas por hectare): 45,5 kg de ureia, 9,1 kg de SFT e 28,8 kg de KCl por hectare (ver Tabela 5).

Considerações práticas: Uma consideração adicional a ter em conta durante a fertilização da mandioca é o desenvolvimento da copa da planta: um verde escuro exuberante e uma copa densa é uma indicação de que o N fornecido pelo solo é suficiente e portanto, o agricultor poderá reduzir ou mesmo eliminar a adição de ureia. Esta recomendação é particularmente recomendável nas aplicações feitas no início dos períodos secos.

De forma a conseguir-se uma maior eficiência da mão-de-obra durante a fertilização, os agricultores deverão seguir uma estratégia em “linha-de-montagem”. Por exemplo, 3 pessoas a trabalharem em conjunto, deverão ser capazes de fertilizar 10.000 plantas, isto é, 1 hectare em 1-2 dias.

Os factores mais importantes a considerar na fertilização são:

Tabela 5: Quantidades de fertilizantes simples necessários para a obtenção de rendimentos entre 10 e 16 toneladas por hectare.

Rendimento toneladas/hectare	Adição de 3 fertilizantes simples kg/hectare		
	Ureia	SFT	KCl
10	0	0	0
11	45,5	9,1	28,8
12	91	18,2	57,6
13	136	27,3	86,4
14	182	36,4	115,2
15	227,5	45,5	144
16	273	54,6	172,8

- Requisitos em termos de mão-de-obra: o agricultor tem o número de trabalhadores necessário na sua exploração?
- Condições climáticas: O agricultor não deverá aplicar o fertilizante imediatamente antes do momento previsto para a chegada das grandes chuvas, ou quando o solo está molhado ou encharcado, porque os nutrientes podem perder-se na água de escoamento superficial ou ser lixiviados para as camadas profundas e inacessíveis do solo. Também não se deverão aplicar fertilizantes sob condições de tempo seco pois a concentração elevada de sais nos solos com um nível de humidade baixo pode causar danos às plantas (problema conhecido por “queimaduras” na planta).
- Tipo de fertilizante: O agricultor é detentor dos tipos de fertilizantes mais adaptados à cultura? Terá levado em consideração as necessidades em nutrientes da cultura e o estado de fertilidade do solo? Note-se que os nutrientes podem ser fornecidos por fertilizantes simples ou compostos. Contudo a decisão final sobre o tipo de fertilizantes mais apropriado deverá depender do custo e disponibilidade de cada fertilizante.
- Disponibilidade de fertilizante: O agricultor conseguiu reunir as quantidades de fertilizante necessária ao fornecimento requerido de nutrientes por forma a atingir o rendimento desejado? Recomenda-se que quando a quantidade de fertilizante não for suficiente para toda a parcela, o agricultor deverá aplicar a quantidade recomendada do fertilizante apenas a uma parte da parcela, ou seja, à área para a qual a quantidade de fertilizante de que é detentor é suficiente, deixando a restante parte da parcela sem fertilização. Esta prática permitirá ao agricultor verificar por ele próprio os benefícios da aplicação de fertilizante em termos de aumento de rendimento. Os agricultores estarão a fazer um mini-ensaio do tipo com/sem fertilizante nos seus campos.

Utilização de fertilizantes na mandioca cultivada em consociação

Para a mandioca consociada com outras culturas, as seguintes recomendações poderão ser feitas:

Mandioca consociada com milho

Na consociação milho-mandioca, a aplicação de nitrogénio (N) é mais dirigida para o milho enquanto que o fósforo (P) é dirigido para ambas as culturas sendo o potássio (K) dirigido principalmente para a mandioca. O P deve ser aplicado na altura da plantação (utilizando SFT) ou pouco tempo após a plantação (neste caso é preferível que seja FDA). De forma a fornecer ao milho nitrogénio (um total de 60 a 90 kg de N por hectare deverão ser aplicados em três fases à 2^a, 4^a e 6^a semanas após a plantação).

Portanto, cada uma das aplicações de 20 kg N requer: $20 \text{ kg} \times 100/46 = 44 \text{ kg}$ de ureia (cerca de um saco de 50 kg) por hectare.

As necessidades em K do milho são relativamente baixas, e portanto o fornecimento deste nutriente pode ser dirigido à mandioca que tem uma grande necessidade em K durante a fase de enchimento dos tubérculos, que começa cerca de três meses após a plantação na maioria das variedades.

Contudo, a quantidade de N aplicada deve ser ajustada mediante a cor das folhas do milho: folhas verdes pálidas indicam carência de nitrogénio e neste caso, mais N precisa de ser fornecido. A ureia é aplicada em bandas, cerca de 10-15 cm de distância dos pés de milho (i.e. aplicação em banda estreita ao longo da linha de milho). Apesar da aplicação de ureia ser dirigida ao milho consociado com mandioca, o fertilizante acabará por ter também um impacto positivo na cultura da mandioca.

Mandioca consociada com culturas leguminosas

Nesta consociação, o nutriente que se encontra mais provavelmente

numa situação de carência é o fósforo (P). Um fornecimento baixo em fósforo vai reduzir a capacidade de fixação de nitrogénio das leguminosas. Esta diminuição da capacidade de fixação do nitrogénio vai limitar o rendimento em grão e diminuir a contribuição das leguminosas no restauro da fertilidade do solo.

O fertilizante recomendado para esta consociação é o superfosfato triplo (SFT) aplicado de uma só vez durante a sementeira das leguminosas à taxa de 1 x 50 kg por hectare, seguido de aplicações de ureia e KCl de forma semelhante às aplicações feitas em mandioca cultivada em monocultura (ver acima).

Os agricultores deverão observar a copa das plantas da mandioca: se a copa for pouco densa e de um verde pálido, a quantidade de N deve ser aumentada e aplicada no momento em que se observarem os sintomas.

Mandioca consociada com culturas hortícolas

Esta consociação requer mais nitrogénio (N) do que a mandioca cultivada em monocultura. O regime de fertilização é semelhante ao da mandioca consociada com milho, mas provavelmente com uma menor necessidade de nitrogénio. O N requerido irá variar dependendo dos tipos das hortícolas cultivadas, hortícolas de folha precisam de mais nitrogénio, e portanto, neste caso, mais N deverá ser aplicado.

Micronutrientes

Carências em micronutrientes são difíceis de diagnosticar em mandioca porque os seus sintomas podem ser facilmente confundidos com sintomas de doenças.

Se o agricultor tiver seguido as recomendações de fertilização constantes neste guia e os seus rendimentos se mantiverem abaixo das 16 toneladas por hectare num ano com nível de pluviosidade

favorável, o problema poder-se-á dever à deficiências de micronutrientes .

Por exemplo, a carência em zinco, cujos sintomas consistem em pontuações amarelas ou brancas nas regiões entre nervuras, pode por vezes ser observada em plantas jovens de mandioca. Sintomas tais como a podridão da raiz ou do caule poderão indicar carência em boro.

Muitos dos (micro)nutrientes podem ser fornecidos por fertilizantes (Tabela de referência 1). Fertilizantes à base de múltiplos micronutrientes estão disponíveis no mercado (incluindo formulações para pulverização), contudo o agricultor deverá procurar aconselhamento antes de adquirir estes produtos. De forma geral, é aconselhável procurar aconselhamento especializado na resolução dos problemas de carência de micronutrientes na mandioca.

Matéria orgânica

A mandioca tende a ser cultivada em áreas sem gado bovino, havendo portanto dificuldade em arranjar estrume de boi.

Nestas regiões, pequenos ruminantes são mantidos em pastoreio livre, dificultando a recolha do estrume. Os mercados de gado bovino, podem, contudo, ser uma boa fonte de estrume. A indústria aviária e suína coexistem com as explorações de mandioca em algumas regiões, sendo uma boa fonte de estrume animal.

O material orgânico, incluindo o estrume de aves e de boi, os restos (orgânicos) domésticos e os produtos de compostagem, fornece não só nutrientes como também o carbono orgânico que melhora as propriedades físicas do solo, a capacidade de retenção de água e a actividade microbiana do solo, propriedades estas que se conjugam para formar um solo “saudável” com menos pragas e doenças.

Em parcelas sob cultivo contínuo, a recomendação é que se deve aplicar a maior quantidade de materiais orgânicos possível antes da

lavoura do solo. Muito frequentemente, os estrumes são adicionados ao solo dos terrenos mais próximos da casa (onde se localizam os currais) e nas culturas de maior retorno financeiro, de forma a diminuir o custo em mão de obra associado ao transporte e distribuição dos estrumes. A matéria orgânica é um recurso muitas vezes escasso, e deve ser aplicado nas culturas de que resultarão maior retorno económico. Em muitos casos, esta cultura não será a mandioca.

A matéria orgânica derivada dos resíduos das culturas e de resíduos domésticos deverão ser compostados durante 4 a 6 meses antes da sua aplicação ao terreno a cultivar. Em termos de nutrientes, o estrume fornece sobretudo N, que pode não ser o nutriente mais limitante na mandioca. Contudo, também fornece outros nutrientes que ajudam a melhorar o estado de fertilidade do solo.

As limitações mais importantes no uso de fertilizante orgânico incluem:

1. Os materiais orgânicos para compostagem e conversão em estrumes existem em quantidades muito limitadas.
2. Os materiais orgânicos ocupam um grande volume, o que aumenta a sua dificuldade de manuseamento bem como de transporte a longa distância.
3. São muito variáveis em termos de teores totais de nutrientes
4. São muito variáveis em termos de disponibilidade de nutrientes e capacidade de libertação destes para a cultura.

Devido a estas limitações, os agricultores que utilizam recursos orgânicos deverão observar a sua cultura de mandioca mais frequentemente do que os agricultores que utilizam fertilizantes inorgânicos.

De forma geral, o fósforo (P) nos materiais orgânicos não se encontra numa forma facilmente disponível. Por isso todo o P aplicado deverá

provir de fertilizante inorgânico, sem fazer qualquer redução no fertilizante em virtude da aplicação de matéria orgânica.

Da mesma forma, o teor em potássio (K) dos estrumes e do material compostado é de forma geral bastante baixo. Por isso todo o K aplicado deverá provir de fertilizante inorgânico, sem fazer qualquer redução no fertilizante em virtude da aplicação de matéria orgânica.

A disponibilidade de nitrogénio (N) depende do tipo de material orgânico e pode ser de libertação rápida ou lenta. Os agricultores deverão observar cuidadosamente o desenvolvimento das copas das plantas de mandioca. Se elas se mostrarem pouco densas e pálidas, então mais nitrogénio deverá ser adicionado na forma de ureia. Este tipo de aplicação de N frequentemente acciona a decomposição da material orgânica do solo o que por sua vez, acelera a libertação de N, portanto as aplicações de fertilizante à base da ureia devem ser mais reduzidas a fim de evitar um excesso de N disponível.

Maneio de resíduos em sistemas de consociação

Recomenda-se que o máximo de resíduos das culturas seja deixado no terreno onde se desenvolveram. Isto é mais fácil no milho, quando apenas as espigas são retiradas, mas mais difícil no caso das culturas leguminosas. Por exemplo, no caso dos amendoins e da soja, as plantas são normalmente arrancadas ou cortadas e transportadas para fora da parcela, onde são debulhadas. No caso do feijão-nhamba nalgumas regiões, deixam-se as plantas no campo fazendo uma colheita progressiva das vagens da cultura ainda em crescimento. Em regiões em que se verifica uma intensa competição entre as diferentes utilizações dos resíduos das culturas tais como a utilização destes como forragem animal, combustível para a cozinha, materiais para telhados ou cercas, é possível que todos os resíduos das culturas consociadas sejam retirados da parcela de cultivo.

Em algumas regiões, a forragem à base da rama do feijão-nhamba pode trazer ao agricultor mais receita do que o próprio grão.

Se possível, as folhas e cascas de mandioca devem ser mantidas no terreno e incorporadas no solo.

Em locais em que os resíduos vegetais são utilizados como forragem, o estrume pode ser devolvido aos campos, especialmente se eles se localizarem próximos da moradia rural.

De uma forma geral, deve evitar-se queimar os resíduos das culturas: o carbono (C), o nitrogénio (N) e o enxofre (S) irão perder-se para a atmosfera: é muito melhor opção deixar ficar os resíduos das culturas como “mulch” à superfície do solo. As cinzas são um fertilizante pobre e tendem a ser levadas pelo vento ou lixiviadas para camadas profundas e inacessíveis do solo. As queimadas de resíduos também expõem o solo à erosão.

Colheita da mandioca

Para a colheita manual da mandioca deve proceder-se da seguinte maneira:

- Corte o caule entre a altura do joelho e a altura da cintura (como preferir).
- Use uma enxada ou catana para separar as raízes.
- Evite causar danos às raízes de mandioca.
- Arranque as raízes manualmente.
- Observe a base da mandioca a fim de detectar quaisquer raízes cortadas deixadas no solo e escave a terra de forma a retirá-las para fora.

Existe uma ferramenta especial para a colheita mecânica, que funciona como uma “alavanca” e que torna a colheita dos tubérculos muito mais fácil. Existe também uma máquina de colher mandioca operada por tractor. Para mais informações sobre estes instrumentos de colheita, visite a página do IITA <http://www.iita.org>.

Num campo de mandioca bem gerido e plantado à densidade recomendada de 10.000 plantas por hectare, cada pé de mandioca deverá produzir 1,6 kg de raízes em média para se obterem as 16 toneladas de mandioca fresca por hectare. Após o processamento, o rendimento bruto resultará em 3,2 a 4 toneladas de matéria seca destinadas à alimentação humana.

As folhas de mandioca podem ser também colhidas periodicamente e usadas como hortaliça. Embora haja alguma variação a entre variedades, tem-se verificado reduções no rendimento de tubérculos até 40% em campos onde as folhas são colhidas. O agricultor deverá ter em mente que a colheita das folhas poderá reduzir o rendimento em raízes.

Aspectos-chave:

- Duas semanas após a plantação, as estacas que não tiverem brotado deverão ser retiradas do solo e eliminadas num local afastado da parcela de cultivo. Se a falha na instalação foi devida à seca, o agricultor deverá esperar até que as chuvas recomecem antes de fazer a reposição das estacas.
- As reposições devem ser feitas com estacas em boas condições sanitárias, até à 3ª semana após a plantação. As novas estacas não deverão ser colocadas nos mesmos covachos onde ocorreram as falhas.
- A sacha deve começar à 3ª ou 4ª semanas após a plantação, e repetida à 8ª e 12ª semanas, e a sacha final deverá ser realizada entre a 20ª e a 24ª semanas, dependendo das chuvas. Infestantes com rizomas, ou com capacidade de formarem raízes a partir de porções cortadas do caule e outras partes vegetais, e as gramíneas deverão ser arrancadas pela raiz e eliminadas num local afastado da parcela da plantação.

- Se a mandioca estiver consociada com espécies leguminosas, a escolha de herbicida é bastante limitada. A aplicação de glifosato antes da sementeira das culturas é permitida.
- Por cada tonelada de tubérculos frescos de mandioca colhida, os agricultores precisam de aplicar 20 kg de N, 1,8 kg de P e 13,8 kg de K. Estas quantidades são o dobro das quantidades requeridas pela planta devido ao facto de apenas metade do fertilizante aplicado ser efectivamente absorvido pelas plantas. O fertilizante poderá ser do tipo N-P-K ou fertilizante simples.
- No caso do N-P-K, o primeiro terço da quantidade total a aplicar deve ser aplicada entre a 4^a e a 6^a semanas após a plantação, o segundo terço entre a 10^a e a 12^a semanas e o terceiro terço entre a 16^a e a 20^a semanas. O fertilizante deve ser aplicado num sulco em meia-lua a cerca de 20 cm de distância do pé de mandioca, devendo ser recoberto com solo no final.
- Se as copas de mandioca se mostrarem vigorosas e de um verde-escuro a fertilização com nitrogénio poderá ser reduzida ou eliminada.
- O fertilizante não deve ser aplicado imediatamente antes das chuvas intensas, ou quando o solo está muito molhado ou encharcado, ou ainda em condições de solo seco.
- Na mandioca consociada com milho, a fertilização com N deve ser dirigida para o milho, a fertilização com P para o milho e mandioca e a fertilização com K para a mandioca. Aplique cerca de 60–90 kg de N por hectare para o milho, em três fracções iguais à 2^a, 4^a e 6^a semanas após a plantação. Na mandioca consociada com legumes, 1 saco de 50 kg de SFT por hectare deverá ser dirigida aos legumes na sementeira, seguida de N (p.e. ureia) e K (p.e. KCl) dirigidos à mandioca.
- Na colheita, deixe ficar na parcela a maior quantidade possível de resíduos das culturas e, incorpore-os no solo antes da plantação.

6. O que pode correr mal?

A produção de mandioca envolve muitos processos técnicos, sociais e financeiros descritos neste guia. Mesmo que o agricultor tenha feito “tudo bem”, problemas inesperados podem ainda ocorrer. Alguns desses problemas (Foto 10) e possíveis formas de lidar com eles, são descritos na tabela abaixo (Tabela 6).

Tabela 6: O que pode correr mal?

Problema	O que fazer?
Seca (i.e. baixa ou ausência total de chuva)	Escolha variedades tolerantes à seca, especialmente em áreas com menos de 1000 mm de chuva por ano.
Doenças bacterianas e viroses	<p>Obtenha estacas livres de doenças</p> <p>Escolha variedades resistentes às doenças prevalentes na região de cultivo.</p> <p>Arranque pela raiz e queime plantas infectadas para reduzir a transmissão de doenças.</p> <p>No caso de doenças restritas a uma parte da parcela, faça pulverizações com insecticidas de forma a prevenir a disseminação da doença através de insectos-vectores.</p> <p>Reduza o habitat destes roedores pela sacha.</p> <p>Utilize armadilhas e laços legalmente permitidos.</p>
Pequenos roedores (ratazanas, ratos dos canaviais, etc) que podem danificar as raízes.	
Pássaros: As codornizes raspam a superfície do solo e danificam as raízes.	<p>Utilize espantalhos.</p> <p>Utilize armadilhas legalmente permitidas.</p>
Excesso de oferta na fase pós-colheita.	<p>Considere um possível armazenamento no campo (atraso na colheita)</p> <p>Considere as hipóteses de processamento para a obtenção de um produto secundário de valor acrescentado</p> <p>Explore as opções de produção por contrato.</p> <p>Considere aderir a um seguro de colheita (incidente na garantia do preço mínimo de colheita ou no crédito de inventário)</p> <p>Procure informação útil sobre mercados geograficamente mais afastados.</p>



Foto 10: Pragas e doenças (A) Planta de crescimento retardado devido à doença do vírus do mosaico da mandioca (foto: CABI) (B) Folhas infectadas com o vírus do mosaico da mandioca (foto: CABI) (C) Planta muito danificada pela cochonilha. Uma cochonilha está marcada pelo círculo a vermelho (foto: CABI) (D) Planta danificada por térmitas (foto: CABI)



Foto 11: Processamento das raízes da mandioca (A) Mandioca processada (foto: CABI) **(B)** Mandioca processada pode ser ensacada e vendida quando os preços forem favoráveis (foto: CABI)

7. Análise económica da produção de mandioca

Análise económica dos sistemas de mandioca

É importante estimar se uma nova tecnologia agrícola, tal como o uso de fertilizante, irá ser rentável (antes da sua implementação) e verificar se a estimativa se concretizou (após implementação).

Os benefícios potenciais de uma nova tecnologia são calculados com base em valores estimados, enquanto que os benefícios reais são baseados em valores obtidos na prática, após a implementação da tecnologia na exploração.

Indicações importantes sobre os custos e benefícios prováveis poderão ser obtidos de cálculos simples baseados num mínimo de informação de base.

Por exemplo, se um agricultor que tem tido rendimentos de 10 toneladas por hectare de tubérculos frescos sem recorrer a qualquer regime de fertilização decidir usar 16 sacos de 50 kg de fertilizante N-P-K 15-15-15, o aumento de rendimento necessário para cobrir o custo adicional em fertilizantes (assumindo que o preço do N-P-K é de US\$ 25 e o preço da mandioca é de 40\$ por tonelada de tubérculos frescos) pode ser calculado da seguinte maneira:

Aumento mínimo de rendimento necessário (t/ha) =

$$\frac{\text{Custo do fertilizante}}{\text{Preço por tonelada de mandioca}} = \frac{16 \times 25}{40} = 10 \text{ t/ha}$$

Portanto, neste exemplo, o agricultor precisaria de obter 20 toneladas por hectare (mais 10 toneladas do que sem fertilização) apenas para recuperar o custo do investimento em fertilizante.

Aprofundando ainda mais esta análise, os custos adicionais incorridos pela implementação da nova tecnologia, deverão ser

comparados aos benefícios obtidos pela mesma.

Por exemplo, se no exemplo acima o rendimento anteriormente obtido era de 10 toneladas por hectare, e se pelo uso de 16 sacos de fertilizante N-P-K por hectare o rendimento aumentasse para 21 toneladas com uma variedade de mandioca que respondeu bem ao fertilizante (“variedade eficiente”) e 13 toneladas com uma variedade com uma fraca capacidade de resposta ao fertilizante (“variedade ineficiente”), os benefícios económicos poderão ser calculados da seguinte forma (Tabela 7):

1º passo: Calcule a diferença em rendimento causada pela fertilização

2º passo: Qual o valor monetário dessa diferença em rendimento

3º passo: Quanto custa o fertilizante

4º passo: Qual o lucro (ou perda) depois de deduzido o custo do fertilizante

5º passo: O lucro (ou perda) pode ser comparado com o custo, usando a relação valor/custo (RVC)

De forma geral, uma relação valor/custo superior a 2 é necessária para um investimento ser economicamente interessante para os agricultores. Portanto, no exemplo acima o uso de fertilizante não seria eficiente em termos de custo; apenas se o preço por tonelada de mandioca aumentasse significativamente é que o uso desta quantidade de fertilizante faria economicamente sentido.

Se informações adicionais, por exemplo o custo da mão-de-obra, estiverem disponíveis, cálculos mais detalhados poderão ser feitos. Reduções no custo do mão-de-obra pelo uso de herbicidas podem revelar-se mais económicas, particularmente em parcelas com problemas de infestantes persistentes.

Os agricultores devem sempre ter em mente que cada recurso deve ser usado da melhor forma possível, de forma a que o retorno financeiro do uso desse recurso possa ser também o melhor possível.

Outro aspecto importante a ter em conta é a variação que pode ocorrer quer no preço dos factores de produção agrícola quer no preço dos produtos da colheita da mandioca. Por exemplo, melhores receitas poderão ser obtidas se os tubérculos da mandioca forem processadas e transformadas em produtos de valor acrescentado. Além disso, deve ter-se em mente que menos fertilizante deverá ser aplicado se houver um atraso nas chuvas ou se esperam períodos de seca, enquanto que mais fertilizante poderá ser aplicado se as chuvas são atempadas e de intensidade adequada.

Tabela 7: Exemplo do cálculo dos benefícios econômicos da tecnologia.

		“Variedade eficiente”	“Variedade ineficiente”
1º passo: diferença no rendimento	Rendimento com fertilizante – rendimento sem fertilizante	$21 - 10 = 11$	$13 - 10 = 3$
2º passo: valor monetário da diferença	Diferença de rendimento \times preço da mandioca	$11 \times 40 = 440$	$3 \times 40 = 120$
3º passo: Custo do fertilizante	Quantidade de fertilizante \times preço de fertilizante	$16 \times 25 = 400$	$16 \times 25 = 400$
4º passo: “lucro” ou “perda” obtido	Valor do rendimento – custo do fertilizante	$440 - 400 = 40$	$120 - 400 = -260$
5º passo: Relação valor/custo	Valor do rendimento \div custo do fertilizante	$440 \div 400 = 1,1$	$120 \div 400 = 0,3$

8. Tabelas de referência

Tabela de referência 1: Teor em nutrientes (%) de fertilizantes facilmente disponíveis na África Subsaariana.

Fertilizante		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S	Outros
Ureia	-	46						
Cloreto de amónio	CA	25						66 Cl
Nitrato de amónio	NA	34						
Nitrato de cálcio	NC	15				26		
Nitrato de cálcio e amónio	NAC	27			2	4		
Sulfato de amónio	SA	21					24	
Fosfato de monoamónio	FMA	11	48-55		0,5	1,2	1-3	
Fosfato de diamónio	FDA	18-21	46-53				1-1,5	
Fosfato rochoso	FR		25-41			25-50		
Termofosfato (de magnésio)	FMF		12-20		10-15	12-16		
Superfosfato simples	SFS		16-22			28	11-14	
Superfosfato duplo	SF36		32-36				5-6	
Superfosfato triplo	SFT		44-53		0,5	12-19	1-1,5	
Cloreto de potássio	KCl			60-62				47 Cl
Sulfato de potássio	SOP			50-53				17-18
Nitrato de potássio	NK	13		44	0,5	0,5	0,2	
Kieserite	Kies				27		22	
Langbeinite	SKMg			22	18		22	
Dolomite	GML				10-22	35-45		
Agrilime (calcite)	-					47		
Gesso	-					22-30	13-16	
N-P-K 15-15-15	-	15	15	15				
N-P-K 16-16-8	-	16	16	8			1	
N-P-K 13-13-21	-	13	13	21				
N-P-K 12-12-17 + 2(Mg) + (TE)	-	12	12	17	2			Micro
N-P-K	-	15	15	6	4			
15-15-6 + 4(Mg)	-	15	15	6	4			
N-P-K 5-18-10		5	18	10			8	
N-P-K 5-17-15		5	17	15				
N-P-K 8-14-7		8	14	7	34			

Tabela de referência 2. Factores de conversão de nutrientes.

A partir de	Multiplique por	Para obter/A partir de	Multiplique por	Para obter
NO ₃	0,226	N	4,426	NO ₃
NH ₃	0,823	N	1,216	NH ₃
NH ₄	0,777	N	1,288	NH ₄
P ₂ O ₅	0,436	P	2,292	P ₂ O ₅
K ₂ O	0,83	K	1,205	K ₂ O
SO ₂	0,500	S	1,998	SO ₂
SO ₄	0,334	S	2,996	SO ₄
SiO ₂	0,468	Si	2,139	SiO ₂
MgO	0,603	Mg	1,658	MgO
CaO	0,715	Ca	1,399	CaO
CaCO ₃	0,560	CaO	1,785	CaCO ₃

Africa Soil Health Consortium: melhorando a fertilidade do solo, melhorando a produção de alimentos, melhorando os meios de subsistência.

O ASHC trabalha com iniciativas na África Subsariana a fim de aumentar a adoção de práticas de manejo integrado de fertilidade do solo (MIFS). O modo operativo do ASHC consiste no apoio ao desenvolvimento de materiais de extensão rural com informação acessível sobre os princípios e práticas de MIFS.

O ASHC opera através de equipas multidisciplinares que incluem especialistas em ciência do solo e em sistemas de cultivo, especialistas em comunicação, escritores e editores técnicos, economistas, especialistas em monitorização e avaliação de resultados de campanha e especialistas em questões antropológicas de género. Esta abordagem tem permitido ao ASHC facultar a produção de recursos materiais de extensão rural muito práticos e inovadores.

O ASHC define MIFS como: um conjunto de práticas de manejo da fertilidade do solo, que incluem obrigatoriamente a utilização de fertilizantes, a adição de materiais orgânicos e a utilização de germoplasma melhorado, combinadas com o conhecimento de como adaptar estas práticas às condições locais, a fim de otimizar a eficiência agronómica dos nutrientes aplicados e melhorar a produtividade das culturas. Todos os recursos de produção deverão ser fundamentados em princípios agronómicos e económicos sólidos.

A série de Guias de Cultivo em Maneio Integrado da Fertilidade do Solo foi produzida pelo ASHC sob a coordenação da CABI.



Este guia de cultivo foi publicado em 2013 pelo ASHC, CABI.
P.O. Box 633-00621, Nairobi, Kenya
Tel: +254-20-2271000/ 20 Fax: +254-20-712 2150 Email: Africa@cabi.org
Website: www.cabi.org/ashc