

SANIA LÚCIA CAMARGOS

DIAGNOSE FOLIAR EM MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz.).
COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES E CORRELAÇÃO
COM ANÁLISE DE SOLO E PRODUÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

STAVIA LUCIA CAMARGOS

1990

ANÁLISE DE SOLO E PRODUÇÃO
COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES E CORRELAÇÃO
COM ANÁLISE DE SOLO E PRODUÇÃO
DIAGNOSE-FOLIAR EM MANDIOCA (*Xanthosoma indicum* Cratz.)

Trabalho apresentado à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte
das exigências do curso de Mestrado
em Agronomia, área de concentração

ESCOLA SUPERIOR

LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

SANIA LÚCIA CAMARGOS

DIAGNOSE FOLIAR EM MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz.).
COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES E CORRELAÇÃO
COM ANÁLISE DE SOLO E PRODUÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

RAÍSA LÚCIA CAMARGOS

DIAGNOSE FOLIAR EM MANDIOCA (Canna edulis Marten)
COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES E CORRELAÇÃO
COM ANÁLISE DE SOLO E PRODUÇÃO

Diagnostico apresentado à Faculdade de Engenharia de Lavras, com parte das experiências de campo de Lavras em Agronomia, área de concentração de...

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

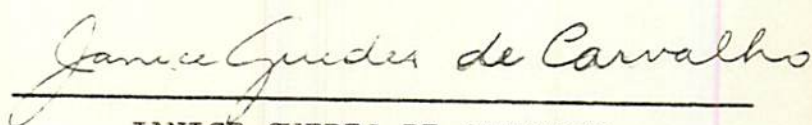
1990

DIAGNOSE FOLIAR EM MANDIOCA (Manihot esculenta Crantz.).

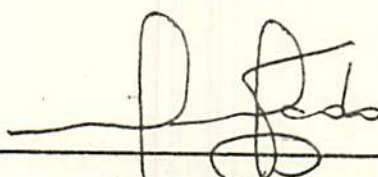
COMPARAÇÃO ENTRE CULTIVARES E CORRELAÇÃO COM

ANÁLISE DE SOLO E PRODUÇÃO

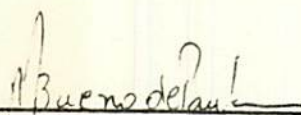
APROVADA:



JANICE GUEDES DE CARVALHO



MÁRCIO JOSÉ FURTADO



MIRALDA BUENO DE PAULA

À minha mãe Vitória,
aos meus irmãos José Carlos, Kátia e Márcia
aos meus cunhados Rogério e Rosângela
e ao meu sobrinho Rafael,
pela compreensão e carinho.

HOMENAGEM

Ao Márcio, pelo
companheirismo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, especialmente ao Departamento de Agricultura, pelos ensinamentos e oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsa de estudos durante a realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela concessão do campo experimental e auxílio na realização das análises estatísticas.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão - FAEPE, pelo apoio na publicação deste trabalho.

À Professora Janice Guedes de Carvalho, pela orientação, ensinamentos, estímulo, apoio e pela estimada amizade.

À Pesquisadora Miralda Bueno de Paula, pela orientação, incentivo, dedicação e amizade.

Ao Professor Hélio Corrêa, pelos ensinamentos, apoio prestado e sugestões.

Ao Pesquisador e colega Márcio José Furtado pela amizade, apoio, empenho, valiosa colaboração, e transmissão de seus conhecimentos.

Ao Professor Gilney de Souza Duarte e ao Técnico José Francisco Faria pelo apoio na elaboração e realização das análises estatísticas.

À funcionária do Departamento de Ciências do Solo Anamaria Alvarenga Pereira pelo apoio e grande amizade.

Ao funcionário da EPAMIG Elair Rios (in memoriam) pelo auxílio prestado nos trabalhos de campo.

Ao funcionário do Departamento de Ciências do Solo José Roberto Fernandes, pelo auxílio na coleta das amostras foliares e de solo.

Aos funcionários do Departamento de Química pela realização das análises foliares.

Aos funcionários dos Departamentos de Agricultura e Ciências do Solo pelo agradável convívio.

À todas aquelas pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos gerais	3
2.2. Nitrogênio	10
2.3. Fósforo	11
2.4. Potássio	12
2.5. Cálcio	14
2.6. Magnésio	15
2.7. Enxofre	16
2.8. Boro	17
2.9. Cobre	18
2.10. Ferro	20
2.11. Manganês	21
2.12. Zinco	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Aspectos gerais	24
3.2. Características avaliadas	27
3.3. Amostragem e análise de solo	28

	Página
3.4. Amostragem e análise foliar	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Avaliação do estágio de crescimento e produção ...	30
4.2. Análise do solo	32
4.3. Análise foliar	41
4.3.1. Macronutrientes	41
4.3.1.1. Nitrogênio	43
4.3.1.2. Fósforo	46
4.3.1.3. Potássio	49
4.3.1.4. Cálcio	52
4.3.1.5. Magnésio	55
4.3.1.6. Enxofre	58
4.3.2. Micronutrientes	60
4.3.2.1. Boro	62
4.3.2.2. Cobre	64
4.3.2.3. Ferro	67
4.3.2.4. Manganês	70
4.3.2.5. Zinco	73
4.4. Considerações finais	76
5. CONCLUSÕES	78
6. RESUMO	80
7. SUMMARY	82
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE	95

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. para diâmetro do caule e altura de planta (aos 4 meses de idade) e produção (aos 18 meses) de dez cultivares de mandioca. Lavras /MG, 1990	30
2	Altura da planta e diâmetro do caule (aos 4 meses de idade) e produção (aos 18 meses) de dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	32
3	Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. dos parâmetros do solo amostrados nas entrelinhas e projeção da copa nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	34
4	Valores médios das análises químicas de amostras de solo da camada de 0-20 cm, coletadas nas entrelinhas e na projeção da copa em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	35

5	Valores médios das análises químicas de amostras de solo da camada de 20-40 cm coletadas nas entrelinhas e na projeção da copa em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	36
6	Coefficientes de correlação simples (r) envolvendo os teores de nutrientes nas amostras de solo e produção. Lavras/MG, 1990	41
7	Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. dos teores foliares de macronutrientes em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990 ...	42
8	Coefficientes de correlação simples (r) envolvendo os teores de macronutrientes nas amostras foliares e produção. Lavras/MG, 1990	43
9	Teores foliares de N (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	44
10	Coefficiente de correlação simples (r) envolvendo N nas folhas e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	46
11	Teores foliares de P (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	47

Quadro		Página
12	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo P nas folhas, P no solo e produção para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	49
13	Teores foliares de K (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	50
14	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo K nas folhas, K no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	52
15	Teores foliares de Ca (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	53
16	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Ca nas folhas, Ca no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	55
17	Teores foliares de Mg (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	56
18	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Mg nas folhas, Mg no solo e produção para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	57
19	Teores foliares de S (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	59

Quadro		Página
20	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo S nas folhas e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	60
21	Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. dos teores foliares de micronutrientes em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	61
22	Teores foliares de B (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	63
23	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo B nas folhas e produção, para duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	64
24	Teores foliares de Cu (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	65
25	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Cu nas folhas, Cu no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	67
26	Teores foliares de Fe (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	68
27	Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Fe nas folhas, Fe no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	70

Quadro

Página

28	Teores foliares de Mn (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	71
29	Coefficientes de correlação simples (r) envolvendo Mn nas folhas, Mn no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	73
30	Teores foliares de Zn (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990	74
31	Coefficientes de correlação simples (r) envolvendo Zn nas folhas, Zn no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990	76

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Valores médios das análises químicas de P, K e Ca nas entrelinhas e projeção da copa às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Lavras/MG, 1990	38
2	Valores médios das análises químicas de Fe, Mn e Zn nas entrelinhas e projeção da copa às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Lavras/MG, 1990	39
3	Valores médios das análises químicas de H + Al e pH nas entrelinhas e projeção da copa às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Lavras / MG, 1990	40

1. INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (Manihot esculenta Crantz) apresenta grande importância econômica para o Brasil, pois além de ser um alimento básico, principalmente para as populações de baixa renda, apresenta ainda grande potencial como matéria prima para a fabricação de produtos industrializados como farinhas panificáveis, raspa, rações balanceadas, amido e etanol, para uso como combustível automotivo.

Apesar do esforço da pesquisa para elevar o conceito de cultura de subsistência para comercial, a mandioca ainda continua a ser cultivada por métodos arcaicos principalmente pelo pequeno produtor, comprometendo assim a produtividade média nacional que está em torno de 12 t/ha. Dentre os fatores limitantes da produtividade destacam-se a falta do uso de fertilizantes e a utilização de áreas com solos esgotados por culturas anteriores ou com baixa fertilidade natural, devido à falsa concepção de que a mandioca produz bem, mesmo em solos pobres em nutrientes.

Ainda que se obtenha com frequência alguma produção em solos pobres em nutrientes, para que sejam obtidas produções médias a altas, há uma exigência considerável de nutrientes e é através da aplicação de fertilizantes em doses adequadas que se obtém um aumento significativo na produção de raízes e evita-se o esgotamento progressivo do solo.

Para se fazer um bom programa de adubação, o uso da diagnose foliar e da análise do solo são ferramentas de grande utilidade.

O principal objetivo deste trabalho foi comparar os teores foliares de nutrientes entre cultivares de mandioca e estabelecer correlações desses teores com a fertilidade do solo e com a produção. Objetivou-se também avaliar o estágio de crescimento das plantas, através da idade e das medições do diâmetro do caule e da altura das mesmas. Esta avaliação foi feita visando relacionar os dados de crescimento obtidos com os dados de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais

O crescimento e desenvolvimento das plantas superiores requer luz, CO_2 , água e nutrientes minerais. Um dos problemas mais fundamentais do desenvolvimento das plantas é como os íons inorgânicos penetram nas células da raiz e se movem através da mesma até a parte aérea. É bem conhecido o fato de que as plantas verdes convertem a energia da luz em energia química pela fotossíntese e fornecem às raízes um suprimento de energia na forma de compostos de carbono reduzido. Certamente, função vital das mais importantes da raiz é a utilização dessa energia na absorção de íons inorgânicos essenciais. Embora as raízes tenham outras funções importantes como sustentação, absorção e translocação de água e nutrientes para a parte aérea, metabolismo para o seu próprio crescimento, síntese de reguladores de crescimento, sua capacidade singular de extrair e concentrar seletivamente íons inorgânicos surge como uma das suas funções mais essenciais (FERRI, 1979 e MEYER et alii, 1983).

A absorção de nutrientes pelas raízes das plantas, a partir da solução do solo, é um fato há muito conhecido. O primeiro passo nesse processo de absorção é o contato do íon ou nutriente com a raiz. A partir daí os íons passam da solução do solo para o interior das células através, basicamente, de um processo de troca de íons à semelhança da troca de cátions na superfície dos colóides do solo. Em seguida, o nutriente penetra na raiz e é translocado para a parte aérea (MALAVOLTA, 1980).

Os nutrientes, entretanto, precisam primeiramente chegar até a superfície das raízes para que possam ser absorvidos e isto pode ocorrer por três processos, geralmente funcionando ao mesmo tempo, embora com participação relativa no global muito diferente: 1) intercepção radicular - à medida que as raízes crescem, entram em contato com alguns íons nutrientes presos à fase sólida; 2) fluxo de massa - à medida que as raízes absorvem solução do solo, estabelece-se um gradiente de tensão de água e a solução se move para a superfície da raiz; e 3) difusão - os íons movem-se até as raízes a favor de um gradiente de concentração dos pontos de maior concentração para os de menor concentração, segundo JONES (1982).

De acordo com este mesmo autor, a produtividade do solo pode ser definida como a sua capacidade para sustentar o desenvolvimento das plantas. Ela pode ser medida em termos de produção de uma dada cultura, a qual reflete a influência combinada de todos os fatores que afetam o desenvolvimento da planta, incluindo espécie, cultivar, clima, organismos, água, topografia, propriedades químicas e físicas e fertilidade do solo. Por sua

vez, a fertilidade do solo refere-se à habilidade do solo em disponibilizar os nutrientes essenciais em quantidades, formas e proporções requeridas para o máximo desenvolvimento das plantas. Ela é medida em termos da quantidade das formas disponíveis dos elementos essenciais em um solo, em um dado momento.

O sistema radicular das plantas se desenvolve quando as características físicas e químicas do substrato são favoráveis, segundo KUPPER (1981). Embora seja conhecido que a mandioca tolera solos ácidos mais do que outras culturas, a faixa favorável de pH varia de 5,5 a 7,0, sendo 6,5 o ideal. Isso, porém, não elimina a possibilidade da cultura se desenvolver bem em solos com pH entre 4,0 e 5,0 como acontece na Amazônia, de acordo com NORMANHA (1961).

Apesar da mandioca ser cultivada em todo o Brasil e se adaptar aos mais diferentes tipos de clima e solo, para que sejam obtidas produções médias a altas há uma exigência considerável de nutrientes. Uma grande parte dos nutrientes absorvidos é armazenada nos tubérculos de tal forma que ao se colher estes, há um esgotamento progressivo do solo (CARVALHO, 1982; GOMES et alii, 1981; GOMES, 1982; LOPES & GUEDES, 1978 e SOUZA, 1979).

Segundo NAIME (1979), dentro de certos limites, as características químicas do solo apresentam menor importância do que as físicas, uma vez que as primeiras podem ser corrigidas com aplicações de fertilizantes, quando os nutrientes não se encontram em formas ou quantidades adequadas no solo para suprir a demanda das plantas.

Entre os métodos usados para a predição da quantidade de fertilizantes a aplicar, podem ser citados: análises de solo, análises de tecido vegetal, análises microbiológicas, testes bioquímicos, a sintomatologia, a avaliação da produção ou do crescimento das plantas e da qualidade dos produtos.

A identificação de sintomas de carências e/ou excessos nutricionais como método diagnóstico revela, muitas vezes, tardiamente, os eventuais problemas de ordem nutricional e, além disso, a correta interpretação destes sintomas é difícil, pois, diversos fatores não nutricionais podem estar contribuindo para determinada manifestação sintomatológica, (DECHEN et alii, 1988 e LOPES, 1989). Por outro lado, conforme enfatiza Aldrich, citado por EZETA et alii (1981), a identificação de sintomas de anomalias nutricionais é ainda assim indispensável.

Asher et alii, citado pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985) e KROCHMAL & SAMUELS (1968), conduziram ensaios em solução nutritiva com a finalidade de estudarem as manifestações sintomatológicas de deficiências minerais na cultura da mandioca. Neste sentido, estes autores criaram um Banco de Informações a respeito da sintomatologia das deficiências nutricionais nesta cultura.

A análise química do solo é um dos processos mais usados para a predição da quantidade de fertilizantes a aplicar. Com esta análise, pretende-se determinar o grau de suficiência de nutrientes no solo, bem como condições adversas que podem prejudicar as culturas, tais como acidez ou salinidade. As informações obtidas através desta técnica são limitadas, pois, normalmente não

são feitas determinações de N, S e micronutrientes, por serem estas análises de difícil interpretação. Nesses casos, a diagnose foliar é mais aconselhável, (BOARETTO et alii, 1988; HIROCE, 1979; VAN RAIJ, 1983).

A análise foliar tem sido desenvolvida em vários países como um valioso método auxiliar no diagnóstico do estado nutricional das plantas. Esta técnica se baseia no princípio de que, dentro de certos limites, existe uma correlação entre dose de nutriente aplicada ao solo, teor do mesmo na folha e a produção. Por sua vez, a comparação de resultados de análise, com padrões, permite avaliar o estado nutricional da planta, segundo HIROCE (1983) e LOTT et alii (1956).

De acordo com MALAVOLTA (1988), análises foliares, estabelecendo o teor de nutrientes em diferentes tecidos vegetais e em várias etapas de crescimento, têm permitido avaliar o estado nutricional da planta e corrigir possíveis problemas, a tempo de não prejudicarem a produção.

No caso de culturas arbóreas perenes e semi-perenes, segundo BRAGA (1970), citando Archibald e Reitemeierer, a análise foliar é de particular interesse, uma vez que a análise química do solo apresenta limitações sérias, em razão do restrito volume de solo analisado em relação ao grande volume de solo explorado pelo sistema radicular da planta. Desta maneira, na análise foliar são determinados os teores dos nutrientes nas folhas, os quais serão indicativos do suprimento dos nutrientes no solo, (EMERT, 1959; MALAVOLTA, 1981 e MALAVOLTA et alii, 1989). Entretanto, de acordo com BATAGLIA (1988), a técnica da diagnose fo-

liar possui algumas limitações uma vez que há necessidade de padronização e de cuidados nas diversas fases do processo, desde a amostragem, o preparo das amostras, as técnicas analíticas e a interpretação dos resultados.

Vários fatores podem influenciar os teores de nutrientes nas folhas e que, portanto, devem ser considerados na diagnose foliar. Dentre eles podem ser apontados os fatores de origem interna tais como cultivar, estágio fenológico das plantas, idade, posição e porção das folhas, além da interação entre nutrientes, bem como outros fatores de origem externa como clima, solo, parasitismo e tratos culturais, de acordo com trabalhos de diversos autores (HIROCE, 1979; LOTT et alii, 1956; MALAVOLTA, 1980; ROSOLEM & BOARETTO, 1989 e VAN RAIJ, 1983). Estes fatores atuam de forma isolada ou associadamente sobre os níveis dos diversos nutrientes nas folhas.

Segundo MARTIN-PRÉVEL (1980), a comparação imediata dos níveis foliares dos elementos obtidos de amostras coletadas em diferentes áreas homogêneas, constitui o melhor método para que se possa interpretar com segurança os resultados. Este autor ressalta, ainda, a importância da padronização das amostras, da coleta do material em curto espaço de tempo, da obtenção de dados de produção e condições fitossanitárias, além do dimensionamento das plantas amostradas.

Um outro ponto que deve ser considerado e que interfere decisivamente sobre a determinação de níveis foliares de nutrientes é o procedimento laboratorial, pelo menos no que diz respeito à comparação de dados obtidos em diferentes trabalhos,

(BATAGLIA & QUAGGIO, 1988).

São escassas as pesquisas que utilizam a análise química das folhas para levantamento nutricional em plantas de mandioca. Entretanto, alguns autores vêm tentando estabelecer padrões para os teores foliares dos nutrientes e de acordo com Aldrich, citado por EZETA et alii (1981), a parte da planta a ser amostrada para uma análise satisfatória necessita ser ainda mais estudada em cultivos específicos e diversos estágios de desenvolvimento, para que o padrão de referência seja mais completo e a interpretação da análise mais segura.

Em estudo visando determinar faixas críticas de concentração de nutrientes em diversas partes e épocas de crescimento em plantas de mandioca, EZETA et alii (1981) verificaram que somente as análises foliares de fósforo revelaram melhor o estado nutricional da planta, possibilitando o estabelecimento de padrão referencial capaz de definir as faixas de concentração deste elemento em partes e épocas diferentes do crescimento. Este estudo mostrou que tanto a lâmina foliar como os pecíolos funcionam como bons tecidos indicativos na avaliação do estado nutricional da planta para o fósforo.

Em trabalho preliminar de levantamento nutricional da cultura da mandioca, em solos de Santa Catarina, PINHEIRO et alii (1985) encontraram uma baixa correlação entre os teores de nutrientes analisados no solo e nas folhas e, também, entre estes e as produções, embora as produções observadas estivessem de acordo com as estimativas previstas.

A absorção dos elementos minerais pela cultura da mandioca se dá durante todo o ciclo, (BOERBOOM, 1978). No entanto, segundo HOWELER (1978) a idade fisiológica mais apropriada para se fazer diagnósticos precisos sobre a absorção e conteúdo de nutrientes na cultura é de 3 a 4 meses e é nesta idade que a planta alcança o índice máximo de absorção de nutrientes, coincidindo com o período de crescimento mais intenso da planta.

2.2. Nitrogênio

Segundo EPSTEIN (1975), para a maioria das plantas, o N é o nutriente mais abundante depois do C, H, O. A matéria seca das plantas, no geral, contém cerca de 2 a 4% de N, (MENGEL & KIRKBY, 1982).

Os teores médios de N, nas diferentes partes da planta de mandioca, estão assim distribuídos: 0,91% nas folhas, 0,28% nas ramas e 0,3% nas raízes, conforme relatos de DIAS (1966). Por outro lado, LORENZI et alii (1980) encontraram a seguinte distribuição percentual para o N nas cultivares de mandioca Branca de Santa Catarina e Mantiqueira: 0,59 e 0,44 nas raízes; 0,56 e 0,58 na haste; 4,21 e 4,25 nas folhas, respectivamente, aos 6 meses de idade.

Com relação ao teor de N na matéria seca de folhas de mandioca, FOX et alii (1975) indicam que um nível de 5%, entre 4 e 5 meses de idade, corresponde ao rendimento máximo. De acordo

com os padrões do CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985), o nível crítico para N na matéria seca da folha, em mandioca é de 4,7%.

A mandioca extrai quantidades relativamente grandes de nitrogênio do solo e de acordo com OELSLIGLE (1975) para uma produção de 43 t/ha são removidos 174 kg de N/ha. Embora as informações variem consideravelmente entre diferentes autores, devido às diversas condições de clima, solo e cultivares, a mandioca extrai do solo, em média, 2,14 kg de N por tonelada de raízes produzidas, (HOWELER, 1978). A maior parte desta absorção ocorre no período compreendido entre o 1º e o 4º mês de idade da planta, estabilizando-se a partir do 6º mês, segundo Nijholt, citado por MORAES et alii (1981).

Os sintomas de deficiência de N na mandioca, são, de modo geral, semelhantes ao de outras culturas onde as folhas apresentam uma clorose total no limbo foliar e, em casos extremos, paralização do crescimento (DIAS, 1966; KROCHMAL & SAMUELS, 1968). As folhas mais velhas são as primeiras a serem afetadas, pois o N contido nestas é mobilizado para os tecidos e órgãos em crescimento, conforme descrito por MENGEL & KIRKBY (1982).

2.3. Fósforo

Embora seja absorvido em menor quantidade que outros macronutrientes, o fósforo é um dos elementos que mais tem

contribuído para aumentar a produtividade e o teor de amido na cultura da mandioca (NUNES et alii, 1974; MALAVOLTA et alii, 1954). De acordo com dados de OELSLIGLE (1975), esta cultura remove 21kg de P_2O_5 para se obter uma produção de 43 t/ha; e em média, extrai por tonelada de raízes 0,45 kg de P, quando se colhem exclusivamente as raízes, (HOWELER, 1978).

Segundo dados apresentados por Mendes, citado por DIAS (1966), os teores de P nas folhas, ramas e raízes estão em torno de 0,151%; 0,053% e 0,090%, respectivamente.

De acordo com os padrões estabelecidos por HOWELER (1985) para folhas jovens totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, os teores de P são assim classificados: deficiente ($< 0,30\%$), baixo (0,30 - 0,36%), suficiente (0,36 - 0,50%) e alto ($> 0,50\%$).

Segundo KROCHMAL & SAMUELS (1968) os sintomas de deficiência de fósforo, na parte aérea da mandioca, caracterizam-se por hastes delgadas, pecíolos curtos, lóbulos foliares estreitos, menor número de lobos por folha, folhas inferiores cloróticas, com margens enroladas para cima, e as folhas de algumas cultivares podem apresentar cor vermelho-púrpura.

2.4. Potássio

Como ocorre com todas as plantas sintetizadoras de carboidratos, a mandioca apresenta alta demanda de potássio, es-

gotando rapidamente os solos, se estes não estão dotados da quantidade de nutriente equivalente à extraída pela cultura (MORAES et alii, 1981). Entretanto, DIAS (1966) observou que, apesar de sua elevada absorção pelas plantas, o potássio apresenta menor importância que o nitrogênio e o fósforo para a cultura.

Dos nutrientes, o N e K são absorvidos em maiores quantidades pela cultura da mandioca, entretanto, ao contrário do N, o K possui absorção constante do 2º ao 12º mês e se acumula inicialmente nas folhas e hastes passando para as raízes após o 4º mês, (HOWELER, 1985). Devido às ações do K e do N se complementam nas plantas, LOPES & GUEDES (1978) relatam que a manutenção de uma satisfatória relação entre estes dois elementos é de grande importância tanto para a produção de raízes de mandioca como também para a eficiência de cada nutriente na cultura.

De acordo com os padrões estabelecidos por HOWELER (1985), para as folhas jovens totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, os teores de K na matéria seca das folhas de mandioca são classificados em: deficiente ($< 1,0\%$), baixo ($1,0 - 1,3\%$), suficiente ($1,3 - 2,0\%$) e alto ($> 2,0\%$), sendo este último considerado como consumo de luxo. Segundo este mesmo autor, os níveis críticos para o K são variáveis, pois dependem dos métodos de determinação, da idade da planta tomada como amostra, da cultivar, do solo e das condições climáticas.

Com base nesta classificação, PAULA et alii (1983) verificaram que os teores foliares de K encontrados nas cultivares Riqueza e Branca de Santa Catarina, em Minas Gerais, estavam abaixo do nível considerado normal ($1,3 - 2,0\%$). No CENTRO INTER

NACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1974) foram obtidos rendimentos mais altos com um conteúdo foliar de 1,1 - 1,3% de K.

A deficiência de potássio, segundo KROCHMAL & SAMUELS (1968), se caracteriza por diminuição do índice de crescimento da planta e, em casos severos, há o enroscamento das margens foliares, clorose e necrose do ápice e dos bordos das folhas. As folhas mais velhas e os pecíolos envelhecem prematuramente e caem; os entre-nós são mais curtos e as plantas paralisam o crescimento.

2.5. Cálcio

Embora tenha sido relatado com frequência por diversos autores que a cultura da mandioca não responde à calagem, LOPES & GUEDES (1978) mencionam que, apesar de ser uma cultura tolerante à acidez do solo, esta conclusão parece não ter fundamento científico, uma vez que há falta de estudos detalhados de interações entre calagem e alguns nutrientes como o zinco e o fósforo.

Pelos resultados apresentados por LORENZI et alii (1980), verificou-se que a quantidade de cálcio absorvida pelas duas cultivares de mandioca em estudo (Branca de Santa Catarina e Mantiqueira) foi alta, vindo logo após, o potássio. Segundo estes autores, a extração de cálcio (planta inteira) para a produção correspondente a uma tonelada de raízes, varia entre 1,00 a 9,9 kg/t.

Ainda que os níveis críticos variem com a cultivar, o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) considera que 0,7% de Ca nas folhas são teores bastante razoáveis. Por sua vez, PAULA et alii (1983) relatam que acima deste valor, provavelmente, não haveria resposta à fertilização.

De acordo com os padrões estabelecidos por HOWELER (1985) as concentrações de cálcio em folhas jovens totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, são classificadas da seguinte maneira, em percentagens: deficiente ($< 0,65$); baixo ($0,65 - 0,75$); suficiente ($0,75 - 0,85$) e alto ($> 0,85$).

Em plantas de mandioca, a deficiência de cálcio se manifesta com redução do crescimento das raízes sem sintomas foliares definidos, (KROCHMAL & SAMUELS, 1968).

2.6. Magnésio

Estudos de PERIM (1982) mostram que as cultivares de mandioca Sonora e Mantiqueira apresentaram semelhança quanto à acumulação de Mg na parte aérea e nas raízes. Resultado semelhante foi obtido, com as cultivares Branca de Santa Catarina e Mantiqueira por LORENZI et alii (1980). Estas mesmas cultivares, quando estudadas por GOMES & EZETA (1982) extraíram em média por tonelada de raiz 0,36 e 1,0 kg de Mg, respectivamente.

Segundo PAULA et alii (1983), os teores médios de Mg nas raízes, ramas e folhas das cultivares Riqueza e Branca de

Santa Catarina, com adubação, foram os seguintes: 0,15 e 0,13 ; 0,33 e 0,23; 0,38 e 0,35% e, na ausência de adubação foram: 0,14 e 0,11; 0,28 e 0,20; 0,36 e 0,33%, respectivamente. Valores encontrados por Nijholt, citado por HOWELER (1978), aos quatro meses de idade foram de 0,28% nas folhas, 0,27% nos talos e 0,07% nas raízes.

Os padrões estabelecidos por HOWELER (1985) para folhas jovens de mandioca totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, quanto ao teor de Mg são assim classificados: deficiente ($< 0,27\%$), baixo ($0,27 - 0,29\%$), suficiente ($0,29 - 0,31\%$) e alto ($> 0,31\%$).

Por ser um constituinte da molécula de clorofila, a deficiência de Mg se caracteriza por clorose entre as nervuras das folhas inferiores (mais velhas), começando pelo ápice e pelos bordos foliares, sendo que as nervuras permanecem com a cor verde-escuro, (KROCHMAL & SAMUELS, 1968). Segundo Asher e Lozano, citados por HOWELER (1978), o nível de Mg nas folhas inferiores que apresentavam deficiência era de 0,05 ppm e das folhas normais de 0,26 ppm, e nos pecíolos era de 0,40 e 0,28 ppm, respectivamente.

2.7. Enxofre

O enxofre tem sido muito pouco estudado em mandioca, sendo escassos os dados disponíveis quanto à extração e acúmulo de S nesta cultura. Trabalho de GOMES & EZETA (1982) com as

cultivares Branca de Santa Catarina e Mantiqueira mostrou que estas cultivares extraíram em média 0,09 e 0,46 kg de S, respectivamente. Quanto aos teores de acumulação de S, LORENZI et alii, (1980) observaram os seguintes valores para raiz, haste e folhas das cultivares Branca de Santa Catarina e Mantiqueira, respectivamente: 0,018 e 0,017; 0,082 e 0,083; 0,182 e 0,194%.

Trabalhos conduzidos pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1975) mostram que os conteúdos de S variaram de 0,34 a 0,37% nas lâminas foliares e de 0,13 a 0,14% nos pecíolos.

De acordo com os padrões de HOWELER (1985), os teores de S em folhas jovens totalmente expandidas com 3 a 4 meses de idade, são classificados em deficiente ($< 0,24\%$); baixo (0,24-0,26%); suficiente (0,26 - 0,30%) e alto ($> 0,30\%$).

A deficiência de S se manifesta com uma coloração verde-pálido a amarelo nas folhas superiores, semelhante à deficiência de N, de acordo com KROCHMAL & SAMUELS (1968).

2.8. Boro

Trabalho conduzido por PAULA et alii (1983) mostra que os teores médios de B nas raízes, ramas e folhas das cultivares Riqueza e Branca de Santa Catarina, com adubação, foram os seguintes: 0,12 e 12,0 ppm; 17,0 e 16,0 ppm; 35,0 e 30,0 ppm e, sem adubação, foram: 16,0 e 17,0 ppm; 15,4 e 14,0 ppm; 30,0 e 31,0

ppm, respectivamente.

Os padrões estabelecidos por HOWELER (1985), para os teores de B em folhas jovens totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, foram classificados em: deficiente (< 20%); baixo (20 - 30%); suficiente (30 - 60%); alto (60 - 100%) e tóxico (> 100%).

De acordo com LORENZI et alii (1981), a extração máxima de B em duas cultivares estudadas foi de 14,2 g, necessários para a produção de uma tonelada de raiz e a exportação máxima foi de 2,7 g por tonelada de raiz.

Em mandioca, conforme relatam o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985) e KROCHMAL & SAMUELS (1968), a deficiência de B provoca pequenas manchas cloróticas situadas perto do ápice das folhas jovens; plantas e folhas pequenas; morte do ápice radicular e inibição de formação de raízes laterais. Segundo estes mesmos autores a toxicidade de B provoca manchas necróticas e queima do ápice foliar e dos bordos das folhas inferiores.

2.9. Cobre

De acordo com experimentos de CHEW et alii (1978), desenvolvidos em solos tropicais da Malásia com micronutrientes na cultura da mandioca, observou-se que o Cu foi o único elemento

cuja deficiência afetou o teor de amido, a matéria seca total e dos tubérculos e a produção, quando da deficiência deste.

Conforme resultados obtidos por LORENZI et alii (1981), os intervalos de 8-9 ppm; 11-13 ppm e 2-3 ppm de Cu nas folhas, hastes (120 dias) e raízes (180 dias), respectivamente, são considerados adequados para efeito de diagnose nutricional. Segundo estes autores, a extração máxima necessária de Cu para a produção de uma tonelada de raízes foi de 2,1 g e a exportação máxima foi de 0,9 g de Cu por tonelada de raízes, para duas cultivares em estudo.

PAULA et alii (1983) observaram que os teores médios de Cu foram semelhantes nas raízes e nas ramas da cultivar Branca de Santa Catarina.

Os padrões estabelecidos por HOWELER (1985) para os teores de Cu (ppm) em folhas jovens totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, foram classificados em: deficiente (< 5); baixo (5 - 6); suficiente (6 - 10); alto (10 - 15) e tóxico (> 15).

A deficiência de Cu se apresenta com uma coloração branca na lâmina foliar entre as nervuras, assemelhando-se à deficiência de zinco. Em casos extremos, a parte superior da planta torna-se amarelada e há diminuição do desenvolvimento das raízes (CHEW et alii, 1978 e CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1985).

2.10. Ferro

Os teores médios de Fe nas raízes, ramas e folhas da cultivar Riqueza, com dois níveis de adubação (sem e com adubação), foram respectivamente: 152-163 ppm; 254-344 ppm e 215-277 ppm e, para a cultivar Branca de Santa Catarina foram respectivamente: 429,0-178; 369,0-181,0 e 348,0-239,0, de acordo com dados obtidos por PAULA et alii (1983). Entretanto estes valores são bastante variáveis, conforme citações de HOWELER (1978) e LORENZI et alii (1981).

Segundo o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1974), os níveis normais de Fe nas lâminas foliares superiores de plantas de mandioca são de 100-200 ppm. Para HOWELER (1985), estes valores foram distribuídos de acordo com a seguinte classificação: deficiente (< 100 ppm); baixo (100 - 120 ppm); suficiente (120 - 140 ppm); alto (140 - 200 ppm) e tóxico (> 200 ppm).

Por ser um elemento indispensável à síntese de clorofila na planta, o Fe apresenta, como deficiência, clorose no tecido foliar entre nervuras, seguida por um amarelecimento uniforme ou descoloração completa das folhas superiores da planta (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1985).

2.11. Manganês

Resultados obtidos por LORENZI et alii (1981) mostraram que, em média, a extração máxima necessária de Mn para a produção de uma tonelada de raízes foi de 34,4 g e a exportação máxima por tonelada de raízes foi de 4,2 g. Segundo estes autores os intervalos de valores de Mn que podem ser considerados adequados nas folhas, hastes (120 dias) e raízes (180 dias), para efeito de diagnose nutricional, foram os seguintes: 262-280 ppm ; 106-113 ppm e 7-12 ppm, respectivamente.

Os níveis normais de Mn nas lâminas foliares superiores são de aproximadamente 50-100 ppm, conforme relatos do CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985). Esta faixa de valores foi classificada por HOWELER (1985) em (ppm): deficiente (< 45); baixo (45 - 50); suficiente (50 - 120); alto (120 - 150) e tóxico (> 150).

A deficiência de Mn é relatada pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1935) como sendo semelhante à causada por Fe, sendo que o amarelecimento causado pela carência de Mn é mais pálido e o contraste entre a cor das nervuras e a faixa de tecido entre as nervuras é menor. Por outro lado, um alto fornecimento de Mn inibe a absorção de Ferro e, devido a isso, pode mostrar, nas folhas superiores, sintomas de deficiência de Fe e, nas folhas inferiores, sintomas de toxicidade de Manganês.

Embora a toxidez de Mn seja mais frequente e severa que sua deficiência em solos ácidos das regiões tropicais e

subtropicais, a cultura da mandioca tem sido considerada como tolerante neste tipo de solo.

2.12. Zinco

Resultados obtidos por PAULA et alii (1983) mostram que as folhas apresentaram teores de Zn mais altos que ramos e raízes. Segundo estes autores, a adubação elevou o teor deste elemento nas folhas, uma vez que, na cultivar Riqueza, o teor médio de Zn aumentou de 37 para 53 ppm e, na cultivar Branca de Santa Catarina, o aumento foi de 36 para 60 ppm.

As necessidades de Zn são altas para a cultura da mandioca. Com base nisto, LORENZI et alii (1981) verificaram que, em média, a extração máxima necessária de Zn foi de 7,5 g para a produção de uma tonelada de raízes e a exportação máxima por tonelada de raiz foi de 3,0 g.

O CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985) considera normais, nas folhas superiores, níveis de Zn entre 60 a 100 ppm. Entretanto, padrões de HOWELER (1985) para os teores (ppm) de Zn em folhas jovens totalmente expandidas, com 3 a 4 meses de idade, podem ser classificados em: deficiente (< 25); baixo (25 - 30); suficiente (30 - 60); alto (60 - 120) e tóxico (> 120).

Segundo o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985) a deficiência de Zn, elemento ao qual a cultura tem

susceptibilidade, aparece nas folhas superiores com uma cor amarelada nas faixas de tecido entre nervuras, ocorrendo também produção de folhas muito pequenas de cor verde-pálido no ponto de crescimento. Em casos severos de deficiência as folhas perdem a coloração normal, ficando com uma cor branca ou amarela.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos gerais

O trabalho foi realizado através da coleta e análise de amostras foliares e de solo, das medidas de crescimento (diâmetro e altura de planta) e produção em um campo experimental de mandioca, instalado na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), localizada na região Sul de Minas Gerais, a aproximadamente 21°14'6" de latitude sul e 45°00' de longitude oeste e a uma altitude média de 900 m. A região apresenta um clima do tipo Cwb, de acordo com a classificação de Koppen, citado por BAHIA (1975).

Foram utilizadas dez cultivares de mandioca com as seguintes características:

- 'Iracema' - ramificação tricotômica, caule escuro, folhas estreitas, broto roxo, raízes pediceladas com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex de cor branca e polpa de cor creme.

- 'Mantiqueira' - ramificação dicotômica, caule escuro, folhas largas, broto roxo, raízes sésseis com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex rosa e polpa branca.
- 'IAC 12-829' - ramificação dicotômica, caule escuro, folhas largas, broto verde, raízes pediceladas com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex branco e polpa branca.
- 'Mico' - ramificação dicotômica baixa, caule escuro, folhas largas, broto roxo, raízes pediceladas com película suberosa rugosa de cor marrom-claro, córtex branco e polpa branca.
- 'Engana Ladrão' - ramificação tricotômica, caule escuro, folhas largas, broto verde, raízes pediceladas com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex branco e polpa branca.
- 'BGM 347' - ramificação com di e tricotomia, caule escuro, folhas estreitas, broto terminal roxo, raízes pediceladas com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex branco e polpa branca.
- 'BGM 354' - ramificação tricotômica, caule claro, folhas largas, broto terminal roxo, raízes sésseis com película suberosa lisa de cor creme, córtex branco e polpa branca.

- 'BGM 356' - ramificação dicotômica, caule escuro, folhas largas, broto terminal verde, raízes pediceladas com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex branco e polpa branca.
- 'BGM 361' - ramificação tricotômica, caule escuro, folhas largas, broto terminal verde, raízes sésseis, com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex creme e polpa branca.
- 'BGM 593' - ramificação dicotômica, caule escuro, folhas largas, broto terminal verde, raízes sésseis com película suberosa rugosa de cor marrom-escuro, córtex creme e polpa branca.

As amostragens foliares e de solo e as medidas de crescimento (diâmetro do caule e altura da planta) foram realizadas durante o mês de abril de 1987. As plantas encontravam-se dispostas no espaçamento de 1,0 x 0,60 m e com aproximadamente 4 meses de idade. A produção foi obtida com base na matéria fresca de raízes (t/ha), aos 18 meses após o plantio.

As análises estatísticas foram feitas através da análise de variância dos parâmetros do solo e das folhas, aplicação do teste de Tukey nas médias desses parâmetros, através do cálculo dos coeficientes de correlação simples entre os parâmetros de solo e da folha (lâmina e pecíolo) e destes com a produção.

Na análise de variância das medidas de crescimento (diâmetro e altura de planta) e produção, utilizou-se o delinea-

mento blocos casualizados com 10 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 40 parcelas.

Na análise de variância dos parâmetros do solo utilizou-se o delineamento blocos casualizados com esquema de parcela subsubdividida, com 10 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 160 parcelas, sendo as parcelas constituídas pelas cultivares, as subparcelas pela localização das amostras (entrelinhas e projeção da copa) e nas sub-subparcelas, as profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

Na análise de variância dos parâmetros foliares o delineamento foi blocos casualizados com esquema de parcela subdividida, também com 10 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 80 parcelas, sendo as parcelas constituídas pelas cultivares e as sub-parcelas, pelas partes da folha (lâmina foliar e pecíolo).

3.2. Características avaliadas

Esta avaliação foi feita por meio de medidas do diâmetro do caule e da altura das plantas, relacionada à idade das mesmas. A altura foi medida desde o colum da planta até a sua extremidade mais alta, enquanto que o diâmetro do caule foi medido a 20 cm do colum, utilizando-se um paquímetro.

3.3. Amostragem e análise de solo

O solo onde foi conduzido o experimento pertence ao grande grupo Latossolo Roxo Distrófico, classe textural argilosa. Foi realizada previamente uma calagem, 1 t/ha de calcário dolomítico e a adubação de manutenção constou de 60 kg de P_2O_5 /ha na forma de superfosfato simples, 150 kg de K_2O /ha na forma de cloreto de potássio e 5 kg de Zn/ha na forma de sulfato de zinco, sendo estes aplicados no sulco por ocasião do plantio. A adubação em cobertura constou de 30 kg de N/ha, na forma de sulfato de amônio, aplicado dois meses após o plantio.

Cada amostra de solo foi composta de 15 subamostras coletadas em pontos próximos à projeção da copa das plantas e nas entrelinhas de cada cultivar constituinte da parcela, às profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm.

As análises de solo foram feitas de acordo com os métodos descritos por TEDESCO et alii (1985).

O pH em água foi medido potenciometricamente em suspensão solo:água 1:2,5; o P e o K foram extraídos com uma solução de HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N e determinados por colorimetria e espectrofotometria de chama, respectivamente; o Ca, Mg e Al extraídos com KCl 1N, sendo o Ca e o Mg determinados por titulação com EDTA e o Al por titulação com NaOH; os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn foram extraídos com ácido clorídrico 0,1M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com EMBRAPA (1979).

3.4. Amostragem e análise foliar

As amostras foliares foram constituídas de 36 folhas/parcela, sendo a área útil desta constituída de 18 plantas. Foram coletadas folhas novas superiores, totalmente expandidas separadas em lâmina e pecíolo, isentas de sintomas causados por pragas e/ou doenças, em plantas com 4 meses de idade.

Nas amostras foliares foram avaliados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com métodos descritos por LOTT et alii (1956) e SARRUGE & HAAG (1974).

O N foi determinado pelo método micro Kjeldahl; os nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram submetidos à digestão no extrato nitro-perclórico sendo as determinações do P feitas por colorimetria, K por espectrofotometria de chama, S por turbidimetria e os demais nutrientes por espectrofotometria de absorção atômica; o B foi determinado colorimetricamente pelo método da curcumina.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação do estágio de crescimento e produção

Conforme mostra o Quadro 1, através da análise de variância constataram-se diferenças significativas pelo teste F das medidas de crescimento e produção, entre as cultivares estudadas.

QUADRO 1 - Resumo da análise de variância com os valores de Q.M., para diâmetro do caule e altura de planta (aos 4 meses de idade) e produção (aos 18 meses) de dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.

Fontes de Variação	G.L.	Altura de Planta	Diâmetro de Caule	Produção
Blocos	3	891,8299	0,2047	120,3887
Cultivares	9	644,4969*	0,0628*	74,5232*
Resíduo	27	65,2977	0,0115	24,6811
CV (%)	-	8,86	6,77	18,24

* Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos resultados contidos no Quadro 2, verificou-se que as cultivares Mantiqueira e BGM 593 não diferem entre si quanto à altura da planta e diâmetro do caule. De um modo geral, estas cultivares apresentaram maior crescimento que as demais, principalmente quanto à altura da planta, porém não foram as que apresentaram maior produção. Já a cultivar Engana Ladrão foi a que apresentou maior diâmetro do caule e maior produção, juntamente com as cultivares Iracema e BGM 347. A 'Mico' apresentou menor altura, a 'IAC 12-829' apresentou o menor diâmetro e a 'BGM 354', a menor produção.

O fato das cultivares de mandioca Mantiqueira, Engana Ladrão, BGM 593, BGM 361 e BGM 356 terem apresentado de um modo geral maior crescimento, principalmente em altura de planta, em relação às demais cultivares, deve-se provavelmente às características determinantes do crescimento das plantas nestas cultivares.

À parte das diferenças entre as cultivares, observa-se pelos dados apresentados no Quadro 2, que todas elas apresentaram um crescimento adequado à idade das mesmas, ou seja, com 1,58 cm de diâmetro e 0,91 m de altura. Nota-se, ainda, que a altura da planta e diâmetro do caule nem sempre se constituem em bons parâmetros para estimar a produção, uma vez que plantas com porte mais exuberante não foram as mais produtivas.

QUADRO 2 - Altura da planta e diâmetro do caule (aos 4 meses de idade) e produção (aos 18 meses) de dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Dados de Crescimento		Produção (t/ha)
	Altura (m)	Diâmetro (cm)	
Iracema	0,80 bc	1,45 bc	30,7 a
Mantiqueira	1,09 a	1,72 a	27,6 ab
IAC 12-829	0,83 bc	1,38 c	27,0 ab
Mico	0,73 c	1,61 abc	26,4 ab
Engana Ladrão	0,97 ab	1,76 a	31,2 a
BGM 593	1,10 a	1,69 ab	21,8 bc
BGM 361	0,96 ab	1,62 abc	29,7 ab
BGM 347	0,80 bc	1,44 bc	30,4 a
BGM 356	0,95 ab	1,57 abc	29,4 ab
BGM 354	0,87 bc	1,59 abc	17,8 c
DMS (5%)	0,19	0,26	12,1

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (Tukey a 5%).

4.2. Análise do solo

A análise de variância dos parâmetros do solo (Quadro 3) mostra que apenas os parâmetros Mg, Cu e Al não apresenta-

ram significância quanto aos seus valores nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, nas entrelinhas e projeção da copa. Observa-se, também, que o nível de fertilidade do solo não variou significativamente entre as áreas plantadas com cada cultivar.

A significância observada para as variações entre as profundidades e os locais de amostragem nos parâmetros pH (H_2O), P, K, Ca, Fe, Mn, Zn, H + Al (Quadro 3) repete-se na análise dos valores médios desses parâmetros (Quadros 4 e 5).

De acordo com GOMES (1985), os coeficientes de variação dos parâmetros do solo podem ser considerados baixos para pH (H_2O), Mn e H + Al; médios para K, Ca e Fe; altos para Cu e Zn e muito altos para P, Mg e Al.

O fato de não terem sido encontradas diferenças significativas no nível de fertilidade do solo entre as áreas ocupadas pelas cultivares, pode ser explicado pelo mesmo tipo de solo, classe textural, topografia, adubação igual para todas as cultivares e, também, por se tratar de uma área experimental relativamente pequena.

Com relação à influência do local e profundidade de amostragem, podem-se destacar nas Figuras 1, 2 e 3 os seguintes resultados: a) nas amostras coletadas na projeção da copa e entrelinhas os teores de P, K, Ca, Zn e H + Al são superiores na camada de 0-20 cm em relação à camada de 20-40 cm; b) os teores de Mn são maiores nas camadas de 20-40 cm nos mesmos locais de coleta; c) os teores dos elementos são maiores nas amostras coletadas na projeção da copa, em ambas profundidades, com exceção do pH.

QUADRO 3 - Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. dos parâmetros do solo amostrados nas entrelinhas e projeção da copa nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.

Parâmetros	Fontes de Variação				CV (%)
	Local (1 G.L.)	Profundidade (1 G.L.)	Cultivar (9 G.L.)	Local x Profundidade (1 G.L.)	
pH (H ₂ O)	0,0855**	0,7425**	0,0001	0,0006	1,44
P (ppm)	823,6**	1606,6**	11,8257	628,0563**	102,30
K (ppm)	1282,6**	11373,8**	28,9646	26,4062	20,32
Ca (meq 100 cm ⁻³)	0,4840**	10,201**	0,0189	0,0009	16,09
Mg (meq 100 cm ⁻³)	0,0276	0,0016	0,0270	0,0681	52,78
Cu (ppm)	1,1239	0,3910	1,3109	0,3871	30,14
Fe (ppm)	34,969*	6182,6**	12,9819	43,5765*	14,45
Mn (ppm)	6,7486	99,446**	10,6767	51,9384*	7,39
Zn (ppm)	5,8102**	179,882**	0,0323	0,5893	27,42
Al (meq 100 cm ⁻³)	0,0062	0,0010	0,0040	0,0004	39,24
H + Al (meq 100 cm ⁻³)	0,5640*	13,514**	0,0822	0,6375*	6,81

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

QUADRO 4 - Valores médios das análises químicas de amostras de solo da camada de 0-20 cm, coletadas nas entrelinhas e na projeção da copa em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Parâmetros de Solo	Entrelinha	Projeção da Copa	DMS (Tukey 5%)
pH (H ₂ O)	5,15 A	5,11 A	0,03
P (ppm)	3,67 B	12,17 A	2,24
K (ppm)	32,58 A	39,05 A	2,56
Cu (ppm)	2,51 A	2,55 A	0,36
Fe (ppm)	22,68 A	22,80 A	1,09
Mn (ppm)	43,59 A	42,04 B	1,48
Zn (ppm)	2,29 A	2,79 A	0,19
Ca (meq 100 cm ⁻³)	1,54 A	1,64 A	0,09
Mg (meq 100 cm ⁻³)	0,28 A	0,26 A	0,06
Al (meq 100 cm ⁻³)	0,31 A	0,31 A	0,06
H+Al (meq 100 cm ⁻³)	4,37 B	4,61 A	0,13

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

QUADRO 5 - Valores médios das análises químicas de amostras de solo da camada de 20-40 cm coletadas nas entrelinhas e na projeção da copa em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Parâmetros do Solo	Entrelinha	Projeção da Copa	DMS (Tukey 5%)
pH (H ₂ O)	5,02 A	4,97 A	0,03
P (ppm)	1,30 A	1,87 A	2,24
K (ppm)	16,52 A	21,37 A	2,56
Cu (ppm)	2,49 A	2,76 A	0,36
Fe (ppm)	9,20 B	11,16 A	1,09
Mn (ppm)	44,03 A	44,76 A	1,48
Zn (ppm)	0,29 A	0,55 A	0,19
Ca (meq 100 cm ⁻³)	1,03 A	1,15 A	0,09
Mg (meq 100 cm ⁻³)	0,23 A	0,30 A	0,07
Al (meq 100 cm ⁻³)	0,29 A	0,32 A	0,06
H+Al (meq 100 cm ⁻³)	3,91 A	3,90 A	0,13

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Esta redução nos valores de pH nas amostras coletadas na projeção da copa, pode ter ocorrido devido à acidificação pelos adubos aplicados nesta área (Figura 3).

Os teores de P, K, Ca, Zn e H + Al nas amostras coletadas nas projeções da copa e entrelinhas foram maiores na camada de 0-20 cm devido à adubação e calagem efetuada nesta profundidade.

Os teores de Mn nas amostras coletadas na profundidade de 20-40 cm foram maiores que os determinados na profundidade de 0-20 cm, o que era esperado por se tratar de um solo de cerrado e também pelo efeito da calagem na camada superficial do solo (0-20 cm) (Figura 2).

O Quadro 6 mostra os coeficientes de correlação simples (r) entre os teores dos nutrientes P, Ca e Mn nas amostras de solo e a produção. De acordo com estes resultados o P e Ca na projeção da copa e na profundidade de 0-20 cm, se correlacionaram significativamente com a produção. Na camada de 20-40 cm e com amostragem na projeção da copa, apenas a correlação Mn x produção foi significativa, sendo inclusive negativa e, possivelmente, indicando o efeito prejudicial de altos níveis de Mn em relação à produção.

De acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989), os níveis de pH em água e H + Al situaram-se numa faixa média e os teores de K, Mg e Al, verificados no solo, são considerados baixos, com exceção do P e do Ca na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa, que são considerados médios.

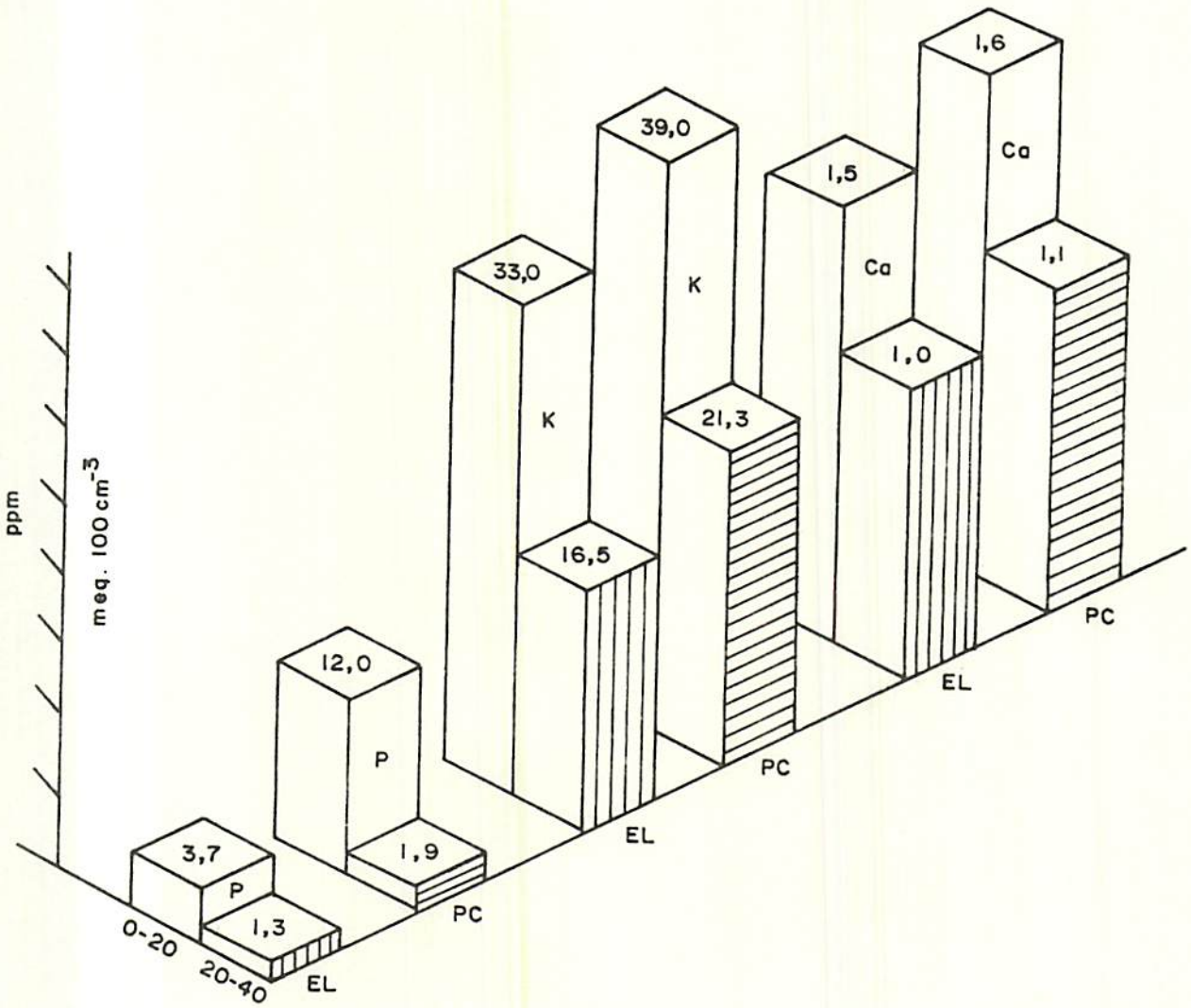


FIGURA 1 - Valores médios das análises químicas de P, K e Ca nas entrelinhas e projeção da copa às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Lavras/MG, 1990.

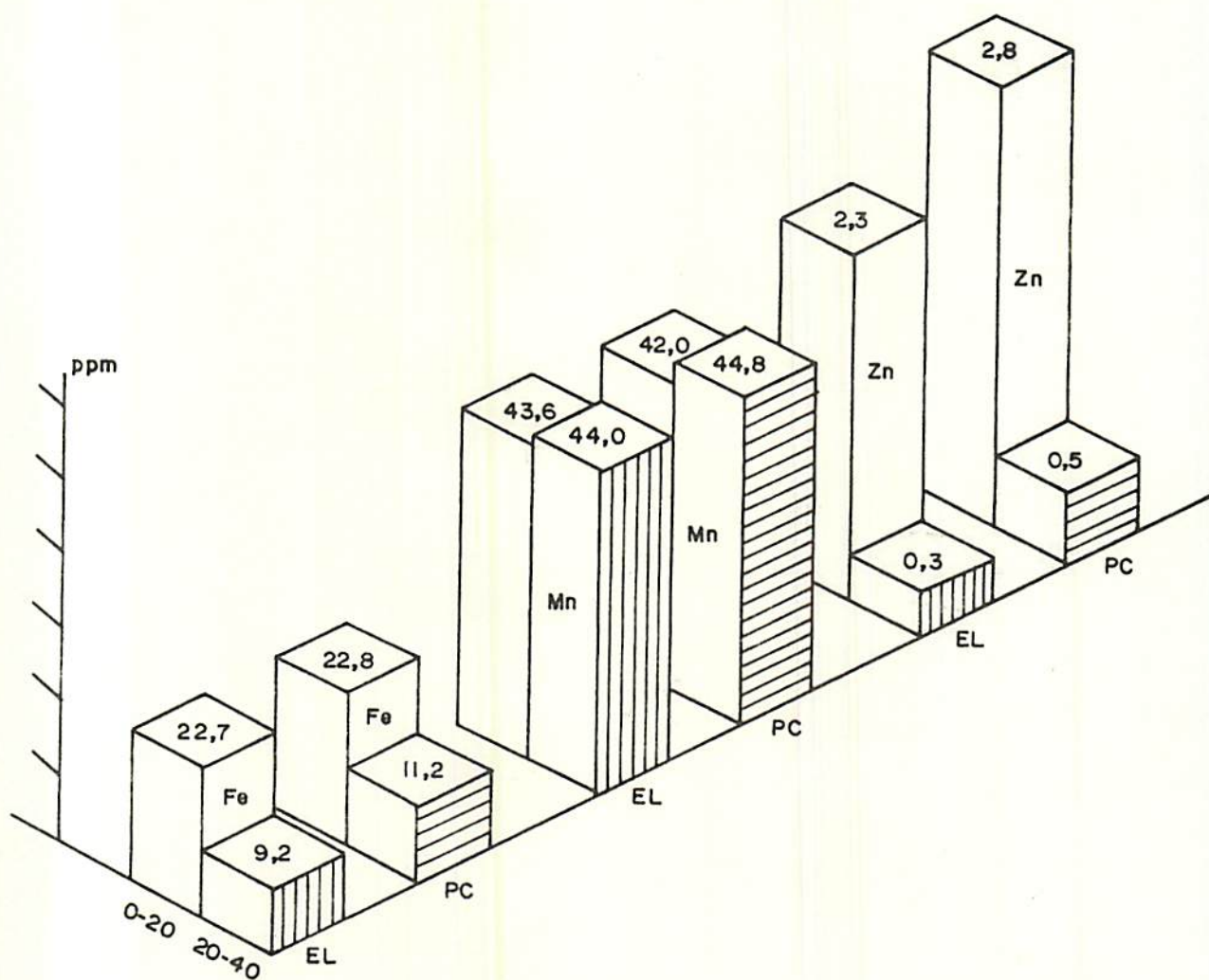


FIGURA 2 - Valores médios das análises químicas de Fe, Mn e Zn nas entrelinhas e projeção da copa às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Lavras/MG, 1990.

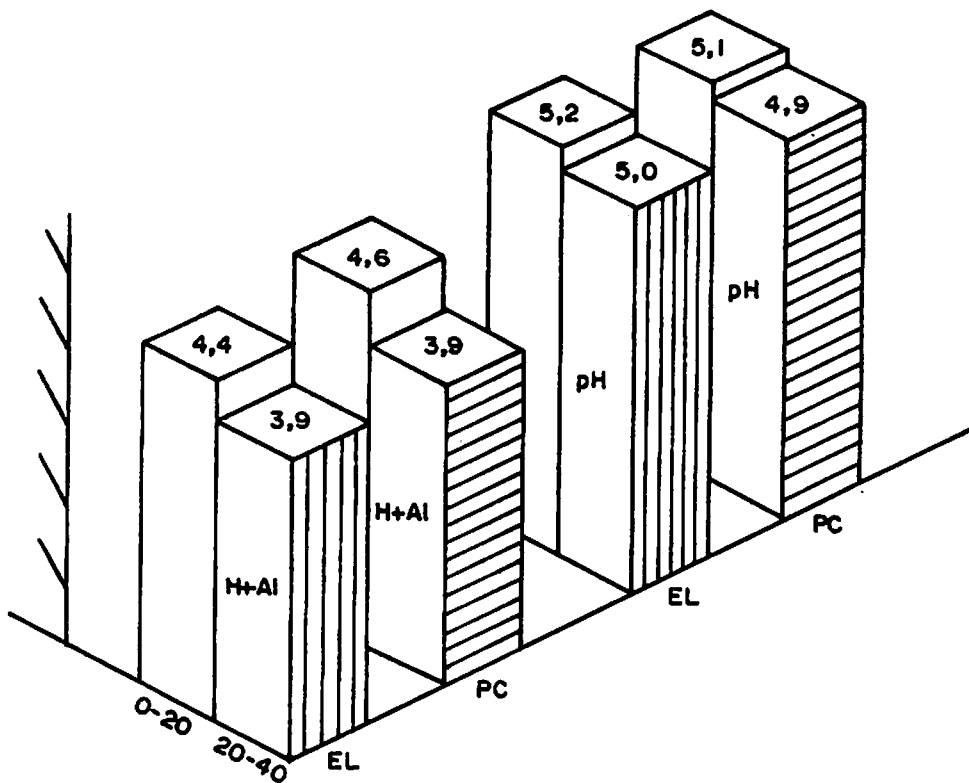


FIGURA 3 - Valores médios das análises químicas de H + Al e pH nas entrelinhas e projeção da copa às profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Lavras/MG, 1990.

QUADRO 6 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo os teores de nutrientes nas amostras de solo e produção. Lavras/MG, 1990.

	Nutrientes		
	P	Ca	Mn
L_2P_1 ^{a/}	0,3002*	0,2891*	-0,1512
L_2P_2 ^{b/}	-0,1963	-0,2264	-0,2687*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

^{a/} L_2P_1 - Amostras coletadas na projeção da copa na profundidade de 0-20 cm

^{b/} L_2P_2 - Amostras coletadas na projeção da copa na profundidade de 20-40 cm.

4.3. Análise foliar

4.3.1. Macronutrientes

Os resultados da análise de variância dos teores foliares de macronutrientes podem ser observados no Quadro 7. Conforme se pode verificar, com exceção do Mg, todos os demais macronutrientes mostraram variações significativas para as diferentes cultivares. Com relação às partes foliares, as variações nos teores de todos os macronutrientes foram significativas e, para a in

QUADRO 7 - Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. dos teores foliares de macronutrientes em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.

Fontes de Variação	G.L.	Macronutrientes (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	0,3612	0,0844	2,9638	0,0185	0,0273	0,0044
Cultivares (a)	9	0,7015*	0,0149*	0,2710*	0,2091*	0,0113	0,0012*
Partes foliares (b)	1	0,1769E+03*	0,3393*	0,2010E+02*	0,3532E+01*	0,1931*	0,5814*
Cult. x Partes	9	0,1085	0,0027	0,1404*	0,9847*	0,0081	0,0014*
Resíduo (a)	27	0,1165	0,0042	0,0815	0,0268	0,0072	0,0004
Resíduo (b)	30	0,0816	0,0027	0,0388	0,0188	0,0055	0,0002
CV (%) (a)	-	8,88	18,31	13,65	20,30	33,60	13,20
CV (%) (b)	-	7,43	14,48	9,42	17,44	29,49	10,72

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

teração cultivares x partes, as variações nos teores foram significativas apenas para K, Ca e S.

As correlações entre os teores de macronutrientes nas amostras foliares e a produção foram significativas para P, K e Mg no pecíolo (Quadro 8), mostrando que para a diagnose foliar, o pecíolo seria a parte da folha mais indicada para se fazer uma estimativa da produção, nas condições em que foi realizado o trabalho.

QUADRO 8 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo os teores de macronutrientes nas amostras foliares e produção. Lavras/MG, 1990.

Partes Foliaves	Macronutrientes		
	P	K	Mg
Lâmina	0,0895	0,1996	-0,0368
Pecíolo	0,3819**	0,4222**	0,3138*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

4.3.1.1. Nitrogênio

No Quadro 9 são apresentados os teores foliares de N em função das partes foliares amostradas para as diferentes cul

tivares. Observa-se que os teores de N apresentaram diferenças significativas entre as cultivares e entre as partes foliares. De acordo com estes resultados, verifica-se que as cultivares Iracema, BGM 361 e BGM 356 apresentaram os maiores teores de N tanto na lâmina foliar como no pecíolo e as cultivares IAC 12-829 e a Mico apresentaram os menores teores.

QUADRO 9 - Teores foliares de N (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	5,36	2,81	4,09 a
Mantiqueira	5,15	2,36	3,76 abc
IAC 12-829	4,77	2,00	3,38 bc
Mico	4,92	1,82	3,37 c
Engana Ladrão	5,62	2,31	3,97 ab
BGM 593	5,43	2,34	3,89 abc
BGM 361	5,83	2,78	4,30 a
BGM 347	5,48	2,23	3,86 abc
BGM 356	5,53	2,61	4,07 a
BGM 364	5,23	2,31	3,77 abc
Médias	5,33 A	2,36 B	3,84

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula, na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey a 5%).

Com relação às partes foliares, os teores de N na lâmina foliar foram estatisticamente maiores do que aqueles observados no pecíolo. Resultados semelhantes foram registrados pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) e HOWELER & CADAVID (1983).

De acordo com o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985) e HOWELER (1985), a faixa normal do teor de nitrogênio situa-se entre 5,1% e 5,8% na lâmina foliar e entre 1% e 2% nos pecíolos. No presente trabalho, os teores médios de N nas lâminas foliares e nos pecíolos foram, respectivamente, de 5,33% e 2,36%, estando, portanto, dentro dos níveis citados como ideais. Entretanto, o teor de matéria orgânica no solo é considerado baixo, 1,53% e 1,18% nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente, nos dois locais de coleta, de acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989). Estes resultados indicam, provavelmente, que parte do nitrogênio total absorvido pela planta deve-se à fixação de nitrogênio por associação simbiótica das raízes com microorganismos do solo e que nem sempre o teor de matéria orgânica no solo é um bom indicador da disponibilidade de N.

De acordo com resultados obtidos por EZETA et alii (1981), a análise foliar não foi boa indicadora do estado nutricional da planta para o nitrogênio, uma vez que esta análise não possibilitou o estabelecimento de um padrão de referência capaz de definir as faixas do teor de nitrogênio nos tecidos e nas várias etapas de crescimento da cultura, devido a não resposta à aplicação de adubos nitrogenados.

Conforme pode se verificar no Quadro 10, as correlações entre os teores foliares de N nas duas partes foliares e a produção não foram significativas.

QUADRO 10 - Coeficiente de correlação simples (r) envolvendo N nas folhas e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlação	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
N folhas x produção	0,1709	0,2551

4.3.1.2. Fósforo

No Quadro 11 são apresentados os teores foliares de P em função das partes foliares amostradas para as diferentes cultivares. As variações nos teores de P entre a lâmina foliar e pecíolo foram significativas. Pode-se notar que os teores de P foram maiores nas lâminas do que nos pecíolos. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) e HOWELER & CADAVID (1983).

QUADRO 11 - Teores foliares de P (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras /MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	0,46	0,36	0,41 a
Mantiqueira	0,40	0,25	0,33 abc
IAC 12-829	0,35	0,23	0,29 bc
Mico	0,38	0,20	0,28 c
Engana Ladrão	0,39	0,29	0,34 abc
BGM 593	0,48	0,30	0,39 abc
BGM 361	0,41	0,33	0,37 abc
BGM 347	0,44	0,35	0,40 ab
BGM 356	0,43	0,30	0,37 abc
BGM 354	0,45	0,28	0,37 abc
Médias	0,42 A	0,29 B	0,35

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Considerando-se como ideal o teor de P na lâmina foliar entre 0,36% e 0,50% e no pecíolo entre 0,12% e 0,20% (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1985 e HOWELER, 1985), pode-se verificar que, no presente trabalho, os teores de P na lâmina foliar situaram-se dentro desta faixa e os teores de P no pecíolo, acima desta faixa.

No presente estudo (Quadro 11), é importante notar que a cultivar Iracema apresentou os maiores teores médios de P em relação às demais cultivares e a cultivar Mico, os menores teores.

De acordo com os dados da Figura 1, observam-se altos teores de P no solo nas amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa. Este fato mostra que a análise foliar de fósforo pode servir como padrão referencial na avaliação das necessidades nutricionais da planta para este nutriente, uma vez que foram encontrados na lâmina e no pecíolo, teores considerados normais e altos, respectivamente, (Quadro 11).

Resultados obtidos por EZETA et alii (1981) também mostram que, através de análises foliares, tem sido possível observar o estado nutricional da planta, em especial, quando se aplica fósforo no solo.

Por outro lado, PINHEIRO et alii (1985) observaram quantidades normais de fósforo nas folhas, apesar dos teores deste nutriente no solo serem muito baixos. Segundo estes autores, isto está relacionado com a eficiência desta cultura em extrair o fósforo do solo, sendo que esta característica está ligada à associação com fungos micorrízicos (EZETA & CARVALHO, 1982).

No Quadro 12 são apresentados os coeficientes de correlação simples (r) entre P nas folhas, P no solo e produção. De acordo com estes resultados, verifica-se que são significativas as correlações entre teores de P no pecíolo e produção e entre teores de P no pecíolo e P no solo. A correlação entre P solo x produção também foi significativa.

QUADRO 12 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo P nas folhas, P no solo e produção para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
P folhas x produção	0,0895	0,3819**
P solo ^{1/} x P folhas	0,2858	0,4616**
P solo ^{1/} x produção	-	-
		0,3002*

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

4.3.1.3. Potássio

No Quadro 13 são apresentados os teores de K em função das partes foliares amostradas para as diferentes cultivares. Observa-se que a interação cultivares x partes foliares foi significativa, sendo que os pecíolos apresentaram os maiores teores de K do que as lâminas foliares. Não houve diferenças significativas entre as cultivares estudadas.

QUADRO 13 - Teores foliares de K (%) em função das partes folia -
res amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/
MG, 1990. 1/

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	1,74 B a	2,82 A a	2,28
Mantiqueira	1,57 B a	2,44 A ab	2,01
IAC 12-829	1,50 B a	2,50 A a	2,00
Micc.	1,40 B a	1,88 A ab	1,64
Engana Ladrão	1,46 B a	2,75 A a	2,11
BGM 593	1,76 B a	2,52 A a	2,14
BGM 361	1,52 B a	2,90 A a	2,21
BGM 347	1,64 B a	2,83 A a	2,35
BGM 356	1,65 B a	2,72 A a	2,19
BGM 354	1,66 B a	2,55 A a	2,11
Médias	1,59	2,59	2,10

1/ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscu-
la na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Em trabalhos do CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTU-
RA TROPICAL (1978) e de HOWELER & CADAVID (1983) também foram en-
contrados maiores teores de K nos pecíolos do que nas lâminas fo-
liares.

De acordo com o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTU-
RA TROPICAL (1985) e HOWELER (1985) a faixa ideal do teor de po-

tássio nas lâminas foliares e nos pecíolos são de, respectivamente, 1,3% a 2,0% e 1,5% a 3,0%. No presente trabalho, os teores de K se situaram dentro da faixa normal citada acima tanto para a lâmina foliar como para o pecíolo.

Apesar dos teores de potássio no solo serem considerados baixos, as quantidades desse elemento nas folhas são consideradas normais, possivelmente indicando a capacidade de extração pela planta de formas de potássio que se encontram no solo e que não são extraídas pelas soluções extratoras comuns, além da ação de microorganismos, entre outros fatores.

De acordo com resultados obtidos por EZETA et alii (1981), as análises foliares de potássio não revelaram a situação nutricional da planta pela adição do fertilizante potássico, o que não permitiu a adoção de um padrão de referência para definir faixas de concentração de potássio nos tecidos e nas várias e tapas de crescimento da planta.

PINHEIRO et alii (1985), fazendo um levantamento nutricional da cultura da mandioca em solos de Santa Catarina, encontraram baixos teores de K nas folhas, em solos onde os teores de K também foram baixos. Já em solos onde os níveis de K eram considerados médios a altos, os teores de K nas folhas foram normais.

Conforme os resultados de correlações simples (r) apresentados no Quadro 14, observa-se que apenas o valor de r da correlação K no pecíolo x produção foi significativo.

QUADRO 14 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo K nas folhas, K no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
K folhas x produção	0,1996	0,4222**
K solo ^{1/} x K folhas	0,2942	0,0579
K solo ^{1/} x produção	-	-0 0287

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

4.3.1.4. Cálcio

No Quadro 15 podem ser observados os teores de Ca em função das partes foliares amostradas para as diferentes cultivares. Verifica-se que a interação cultivares x partes foliares foi significativa. Semelhante aos resultados obtidos pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) e HOWELER & CADAVID (1983), os teores de Ca foram maiores nos pecíolos do que nas lâminas foliares. Com relação às cultivares, não houve variações significativas quanto ao teor de Ca na lâmina foliar, mas foram detectadas diferenças significativas quanto ao teor de Ca nos pecíolos, tendo sido os maiores e os menores teores de Ca apresenta

dos pelas cultivares Mico e BGM 593, respectivamente.

QUADRO 15 - Teores foliares de Ca (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras /MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	0,47 B a	0,90 A bc	0,69
Mantiqueira	0,69 B a	0,99 A bc	0,84
IAC 12-829	0,62 B a	0,11 A b	0,87
Mico	0,71 B a	1,61 A a	1,16
Engana Ladrão	0,57 B a	1,10 A b	0,84
BGM 593	0,43 B a	0,70 A c	0,57
BGM 361	0,55 B a	1,01 A bc	0,78
BGM 347	0,47 B a	0,88 A bc	0,67
BGM 356	0,67 B a	0,86 A bc	0,77
BGM 354	0,57 B a	0,79 A bc	0,68
Médias	0,58	1,00	0,80

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

HOWELER (1985) indica como ideal para o Ca na lâmina foliar teores variando entre 0,75% e 0,85%. Os dados obtidos no presente trabalho mostram que os valores de Ca na lâmina foliar estão abaixo desta faixa para todas as cultivares estudadas.

Entretanto, de acordo com o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985), a faixa considerada como normal para os teores de Ca na lâmina foliar e pecíolo, situa-se entre 0,6% a 1,5% e 1,5 a 3,0%, respectivamente. As cultivares Mico e IAC 12-829 apresentaram os teores de Ca na lâmina dentro desta faixa e, para o pecíolo apenas a cultivar Mico apresentou os teores de Ca dentro desta faixa.

PINHEIRO et alii (1985) encontraram teores foliares de Cálcio, em torno de 0,7%, considerados normais.

No presente estudo, vale ressaltar que os teores de Ca encontrados no solo são considerados baixos, com exceção das amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e nas projeção da copa. Deste modo, as análises foliares para Cálcio podem servir para indicar o estado nutricional da planta em relação a este nutriente.

De acordo com o Quadro 16, verifica-se que somente a correlação entre os teores de Ca no solo e a produção foi significativa. As correlações entre os teores foliares de Ca e os teores deste elemento no solo e entre os teores foliares de Ca e a produção não foram significativas para nenhuma das duas partes amostradas.

QUADRO 16 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Ca nas folhas, Ca no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliaves	
	Lâmina	Pecíolo
Ca folhas x produção	- 0,0263	0,2626
Ca solo ^{1/} x Ca folhas	- 0,0161	0,0022
Ca solo ^{1/} x produção	-	-
		0,2891*

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

4.3.1.5. Magnésio

No Quadro 17 são apresentados os teores foliares de Mg em função das diferentes cultivares estudadas nas duas partes foliares amostradas. Observa-se que houve variação significativa somente nas partes foliares amostradas, encontrando-se os maiores teores médios de Mg no pecíolo. Resultados semelhantes a estes foram observados pelo CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) e HOWELER & CADAVID (1983).

QUADRO 17 - Teores foliares de Mg (%) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990. 1/

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	0,20	0,28	0,24 a
Mantiqueira	0,19	0,27	0,23 a
IAC 12-829	0,20	0,28	0,24 a
Mico	0,22	0,35	0,28 a
Engana Ladrão	0,20	0,30	0,25 a
BGM 593	0,21	0,27	0,24 a
BGM 361	0,17	0,28	0,22 a
BGM 347	0,20	0,29	0,25 a
BGM 356	0,21	0,27	0,24 a
BGM 354	0,22	0,28	0,25 a
Médias	0,20 B	0,30 A	0,25

1/ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

De acordo com os níveis estabelecidos como normais por HOWELER (1985) entre 0,29% e 0,31%, o teor de Mg nas lâminas foliares são considerados baixos. Quanto ao teor de Mg no pecíolo, não se encontra na literatura faixas indicadas como ideais. No entanto, em trabalhos do CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) e HOWELER & CADAVID (1983) foram encontrados valores

de 0,30% e 0,38%, respectivamente, superiores aos encontrados no presente estudo.

Os teores foliares de Magnésio encontrados por PINHEIRO et alii (1985) foram em torno de 0,3%.

Da mesma forma que o Cálcio, as análises foliares para o Magnésio podem servir para avaliar o estado nutricional das plantas de mandioca, em relação a este nutriente, uma vez que foram encontrados baixos teores de Mg no solo.

Conforme pode se observar no Quadro 18, somente a correlação teor de Mg no pecíolo e produção foi significativa.

QUADRO 18 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Mg nas folhas, Mg no solo e produção para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Mg folhas x produção	- 0,0368	0,3138*	
Mg solo ^{1/} x Mg folhas	0,1680	0,2701	
Mg solo ^{1/} x produção	-	-	-0,0268

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

4.3.1.6. Enxofre

Os teores foliares de S em função das cultivares estudadas nas duas partes foliares amostradas podem ser observados no Quadro 19. Verifica-se que a interação cultivar x partes foliares foi significativa. Em trabalhos do CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1978) e de HOWELER & CADAVID (1983) também foram encontrados maiores teores de S na lâmina foliar do que no pecíolo.

Com relação às cultivares, observa-se que a BGM 361 e a BGM 354 apresentaram os maiores teores de S nas lâminas foliares e a BGM 356 apresentou o menor teor deste elemento. No pecíolo, as cultivares Iracema e BGM 593 apresentaram os maiores e menores teores de S, respectivamente.

A faixa adequada de S nas lâminas tem sido considerada como sendo de 0,26% a 0,30% e nos pecíolos de 0,13 a 0,15% (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1985 e HOWELER, 1985). No presente estudo foram verificados teores de S, tanto nas lâminas foliares como nos pecíolos, abaixo desta faixa.

As correlações entre os teores foliares de S com a produção não foram significativas para nenhuma das partes foliares amostradas. (Quadro 20).

QUADRO 19 - Teores foliares de S (%) em função das partes folia -
res amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/
MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliares		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	0,24 A ab	0,09 B a	0,17
Mantiqueira	0,24 A ab	0,06 B abc	0,15
IAC 12-829	0,20 A bc	0,04 B bc	0,12
Mico	0,23 A ab	0,06 B abc	0,15
Engana Ladrão	0,23 A ab	0,05 B bc	0,14
BGM 593	0,24 A ab	0,04 B c	0,14
BGM 361	0,25 A a	0,05 B abc	0,15
BGM 347	0,22 A abc	0,06 B abc	0,14
BGM 356	0,19 A c	0,08 B ab	0,14
BGM 354	0,25 A a	0,07 B abc	0,16
Médias	0,23	0,06	0,15

^{1/} Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

QUADRO 20 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo S nas folhas e produção, para as duas partes foliares a mostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliaves	
	Lâmina	Pecíolo
S Folhas x produção	0,0169	0,1630

4.3.2. Micronutrientes

Os resultados da análise de variância dos teores foliares de micronutrientes podem ser observados no Quadro 21. Dentre os micronutrientes, não houve significância entre as cultivares para Fe e Zn. Com relação às partes foliares, observa-se que somente para o Cu não houve efeito significativo. Os teores foliares de Cu, Fe e Mn apresentaram variações significativas com relação à interação cultivares x partes foliares.

Os coeficientes de variação observados podem ser considerados médios a altos, de acordo com GOMES (1985), tendo variado de 28,08% e 24,19% (para o B) até 15,29% e 13,06% (para o Fe) para as cultivares e partes foliares, respectivamente.

Não são muitos os estudos realizados quanto à extração e concentração de micronutrientes na planta de mandioca; da mesma forma são escassas as informações sobre as deficiências que

QUADRO 21 - Resumo da análise de variância com os valores de Q.M. dos teores foliares de m_1 cronutrientes em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.

Fontes de Variação	G.L.	Micronutrientes (ppm)				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Blocos	3	1,2813E+01	1,7982E+01	4,3370E+02	6,4407E+02	1,8484E+03
Cultivares (a)	9	9,9282E+01*	2,2935E+01*	2,9595E+02	4,3588E+03*	3,9984E+02
Partes foliares (b)	1	4,9213E+02*	4,9005	1,6021E+05*	1,1883E+04*	4,1328E+03*
Cult. x Partes	9	2,1701E+01	7,3294*	3,4736E+02*	8,6212E+02*	2,5763E+02
Resíduo (a)	27	2,7529E+01	4,0831	1,4476E+02	4,5627E+02	1,8471E+02
Resíduo (b)	30	2,0442E+01	2,9822	1,0562E+02	2,7262E+02	1,2778E+02
CV (%) (a)	-	28,08	15,34	15,29	21,06	26,97
CV (%) (b)	-	24,19	13,11	13,06	16,28	22,43

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

estes elementos provocam nesta cultura.

4.3.2.1. Boro

Os teores foliares de B, em função das diferentes cultivares nas duas partes foliares amostradas, podem ser observados no Quadro 22. Verifica-se que, em média, os maiores teores de B foram encontrados nas lâminas foliares. Nas cultivares Mico e BGM 354 foram encontrados os maiores teores de B, enquanto que a Engana Ladrão foi a que apresentou o menor teor deste nutriente.

Segundo PAULA et alii (1983) os teores médios de B encontrados nas folhas (incluindo o pecíolo) das cultivares Riqueza e Branca de Santa Catarina, aos 4 meses de idade, com adubação, foram de 35,0 e 38,0 ppm e na ausência de adubação foram de 30,0 e 28,0 ppm, respectivamente. Entretanto, HOWELER & CADAVID (1983), em estudo semelhante a este, encontraram teores de B de 15,0 e 13,0 ppm com adubação e de 7,1 e 8,1 ppm na ausência de adubação, nas lâminas foliares e pecíolos, respectivamente.

HOWELER et alii (1982) encontraram teores de B na lâmina foliar de 35,0 ppm, aos 2 meses de idade, sendo este valor considerado como nível crítico; o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985), porém, tem sugerido o teor de 17 ppm nas partes aéreas da planta como a concentração crítica, aos 4 meses de idade.

QUADRO 22 - Teores foliares de B (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliaves		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	15,60	15,50	15,55 ab
Mantiqueira	24,13	14,80	19,47 ab
IAC 12-829	19,87	18,60	19,24 ab
Mico	24,40	23,20	23,80 a
Engana Ladrão	15,20	11,47	13,33 b
BGM 593	19,40	12,20	15,80 ab
BGM 361	23,46	16,00	19,73 ab
BGM 347	18,90	12,90	15,90 ab
BGM 356	24,50	15,90	20,20 ab
BGM 354	26,20	21,50	23,85 a
Médias	21,17 A	16,21 B	18,69

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

De acordo com HOWELER (1985) os teores de B na lâmina foliar, considerados adequados, estão na faixa de 30 a 60 ppm. No entanto, no presente trabalho, foram encontrados teores de B na lâmina foliar abaixo desta faixa para todas as cultivares.

Conforme se verifica no Quadro 23, os coeficientes de correlação entre os teores de B nas folhas e a produção não fo

ram significativos para nenhuma das partes foliares amostradas.

QUADRO 23 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo B nas folhas e produção, para duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlação	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
B folhas x produção	- 0,2646	0,1056

4.3.2.2. Cobre

No Quadro 24 são apresentados os teores de Cu entre as diferentes cultivares estudadas em função das partes foliares amostradas, sendo a interação cultivares x partes foliares, significativa. Observa-se que os teores de Cu foram menores para as cultivares Mico e BGM 593 no pecíolo e na lâmina, respectivamente. Quanto às cultivares, não houve significância nos teores de Cu na lâmina foliar; todavia, no pecíolo, as cultivares BGM 593, BGM 347 e BGM 354 apresentaram os maiores teores de Cu e a cultivar Engana Ladrão apresentou o menor teor deste nutriente.

QUADRO 24 - Teores foliares de Cu (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliare				Médias
	Lâmina		Pecíolo		
Iracema	15,30	A a	14,17	A ab	14,74
Mantiqueira	13,07	A a	13,35	A abc	13,21
IAC 12-829	14,70	A a	12,47	A abc	13,59
Mico	13,50	A a	10,27	B bc	11,89
Engana Ladrão	11,57	A a	9,10	A c	10,34
BGM 593	12,10	B a	15,15	A a	13,62
BGM 361	11,30	A a	10,17	A bc	10,74
BGM 347	14,70	A a	15,47	A a	15,09
BGM 356	13,47	A a	13,40	A abc	13,44
BGM 354	14,47	A a	15,67	A a	15,07
Médias	13,42		12,92		13,17

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Apesar de ter sido encontrado efeito significativo para o teor de Cu entre partes da folha apenas nas cultivares Mico e BGM 593, observa-se uma tendência de valores mais elevados na lâmina foliar. Conforme verificaram HOWELER & CADAVID (1983), os maiores teores de Cu foram encontrados nas lâminas foliares com 11,9 e 12,4 ppm, sendo que nos pecíolos esses teores foram de 7,9 e 9,9 ppm, com adubação e na ausência de adubação, respectivamente.

PAULA et alii (1983) verificaram que os maiores teores foliares de Cu foram obtidos pela cultivar Riqueza com adu**ba**ção (8,8 ppm). Para a cultivar Branca de Santa Catarina, os teores médios de Cu foram semelhantes na presença e ausência de adubação (em torno de 7,9 ppm).

De acordo com HOWELER (1985), a faixa considerada normal para os teores de Cu na lâmina foliar está entre 6,0 e 10,0 ppm. No presente trabalho, foram encontrados teores de Cu na lâmina foliar acima desta faixa, CHEW et alii (1978) encontraram teor foliar de 14,0 ppm, em plantas que haviam recebido uma quantidade adequada de Cobre e de 7,0 ppm em plantas com deficiên**ci**a deste elemento. Entretanto, LORENZI et alii (1981) citam como adequados níveis foliares de Cu entre 8,0 e 9,0 ppm.

HOWELER et alii (1982) sugerem como níveis críticos nos pecíolos, para a deficiência e toxicidade de Cu, 3,0 e 10,0 ppm, respectivamente.

De acordo com o Quadro 25, observa-se que todas as correlações apresentaram valores de r não significativos.

QUADRO 25 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Cu nas folhas, Cu no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliaves		
	Lâmina	Pecíolo	
Cu folhas x produção	0,0023	- 0,1961	
Cu solo ^{1/} x Cu folhas	0,0412	0,1248	
Cu solo ^{1/} x produção	-	-	0,0088

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa.

4.3.2.3. Ferro

No Quadro 26, podem ser observados os teores de Fe para as diferentes cultivares em função das partes foliares amostradas. A exemplo do que aconteceu na análise de variância para os teores de Fe, (Quadro 21), a comparação das médias observadas no Quadro 26 também revela o efeito significativo entre as partes foliares e para a interação cultivares x partes foliares. Entre cultivares, só houve diferença nos teores de Fe para lâmina foliar, tendo a 'BGM 354' se destacado das demais. Observa-se, também, que os teores de Fe foram maiores na lâmina foliar para todas as cultivares estudadas, (Quadro 26).

Conforme verificaram HOWELER et alii (1982), os teores de Fe encontrados no pecíolo (de 29,0 ppm a 54,0 ppm) foram muito menores do que os encontrados na lâmina foliar. De acordo com estes autores, o pecíolo não é a parte da planta mais indicada para determinar o teor de Fe nas plantas de mandioca.

QUADRO 26 - Teores foliares de Fe (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliaves		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	121,00 b A	33,25 a B	77,12
Mantiqueira	128,75 ab A	32,25 a B	80,50
IAC 12-829	116,25 b A	28,00 a B	72,12
Mico	113,75 b A	33,25 a B	73,50
Engana Ladrão	109,50 b A	42,25 a B	75,87
BGM 593	126,25 ab A	35,50 a B	80,87
BGM 361	119,50 b A	34,50 a B	77,00
BGM 347	116,25 b A	30,00 a B	73,12
BGM 356	132,25 ab A	38,75 a B	85,50
BGM 354	151,00 a A	31,75 a B	91,37
Médias	123,45	33,95	78,70

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

Os teores médios de Fe nas folhas das cultivares Riqueza e Branca de Santa Catarina, com dois níveis de adubação (sem e com adubação) foram, respectivamente, de 215,0 e 277,0 ppm e 348,0 e 239,0 ppm, de acordo com resultados obtidos por PAULA et alii (1983).

HOWELER & CADAVID (1983) encontraram teores médios de Fe na lâmina foliar e pecíolo de 202,0 e 59,0 ppm com adubação e de 150,0 e 74,0 ppm, na ausência de adubação, respectivamente.

Os níveis de Fe na lâmina foliar considerados adequados por HOWELER (1985) são de 120,0 a 140,0 ppm. No presente estudo, foram observados teores dentro desta faixa para as cultivares Iracema, Mantiqueira, BGM 593 e BGM 356. A cultivar BGM 354 apresentou teores de Fe acima e as demais cultivares apresentaram teores abaixo desta faixa.

De acordo com o CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1985), os níveis adequados de Fe no pecíolo estão na faixa de 30,0 a 50,0 ppm. Verifica-se que, com exceção da cultivar IAC 12-829, todas as outras apresentaram teores dentro desta faixa.

Conforme se pode verificar no Quadro 27 todas as correlações estudadas não foram significativas.

QUADRO 27 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Fe nas folhas, Fe no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliaves		
	Lâmina	Pecíolo	
Fe folhas x produção	- 0,2488	0,2350	
Fe solo ^{1/} x Fe folhas	- 0,0676	- 0,1889	
Fe solo ^{1/} x produção	-	-	0,2004

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa.

4.3.2.4. Manganês

Os teores foliares de Mn das diferentes cultivares em função das duas partes foliares amostradas podem ser verificadas no Quadro 28. Exceto para as cultivares IAC 12-829, Engana Ladrão, BGM 593 e BGM 347, os teores de Fe foram maiores que no pecíolo.

QUADRO 28 - Teores foliares de Mn (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliare		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	100,75 A abcd	75,00 B b	87,87
Mantiqueira	127,50 A abc	92,00 B b	109,75
IAC 12-829	145,00 A a	166,75 A a	155,87
Mico	131,75 A ab	90,25 B b	111,00
Engana Ladrão	100,25 A bcd	79,25 A b	89,75
BGM 593	80,75 A d	69,25 A b	75,00
BGM 361	120,25 A abcd	92,75 B b	106,50
BGM 347	84,25 A cd	66,25 A b	75,25
BGM 356	135,25 A ab	77,75 B b	106,50
BGM 354	110,25 A abcd	83,00 B b	96,62
Médias	113,60	89,22	101,41

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

De acordo com resultados obtidos por HOWELER et alii (1982), os níveis críticos de Mn, na lâmina foliar para deficiência e toxicidade, foram de 50,0 e 250,0 ppm e, no pecíolo, foram de 30,0 e 182,0 ppm, respectivamente. Segundo estes autores, tanto a lâmina como o pecíolo são bons indicadores do estado nutricional da planta para este nutriente.

Entretanto, HOWELER & CADAVID (1983) encontraram teores de Mn na lâmina foliar inferiores (456,0 e 344,0 ppm) aos encontrados no pecíolo (604,0 e 462,0 ppm), com adubação e sem adubação, respectivamente.

PAULA et alii (1983), encontraram teores foliares de Mn, em plantas com 4 meses de idade, das cultivares Branca de Santa Catarina e Riqueza, de 200,0 e 190,0 ppm sem adubação e de 150,0 e 50,0 ppm, com adubação, respectivamente.

Os níveis adequados de Mn nas lâminas foliares são de 50,0 a 120,0 ppm, segundo HOWELER (1985). No presente estudo, foram encontrados teores acima desta faixa para as cultivares Mantiqueira, IAC 12-829, Mico e BGM 356 e as demais cultivares apresentaram teores de Mn dentro desta faixa.

De acordo com LORENZI et alii (1981), a faixa que pode ser considerada adequada nas folhas para efeito de diagnose nutricional é de 262,0 a 280,0 ppm.

Conforme se verifica no Quadro 29, entre todas as correlações estudadas, apenas Mn no solo x produção foi significativa.

QUADRO 29 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Mn nas folhas, Mn no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliares		
	Lâmina	Pecíolo	
Mn folhas x produção	- 0,1254	- 0,0251	
Mn solo ^{1/} x Mn folhas	0,1425	0,1575	
Mn solo ^{1/} x produção	-	-	- 0,2687 *

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

4.3.2.5. Zinco

No Quadro 30 são apresentados os teores foliares de Zn para as diversas cultivares em função das partes foliares amostradas. Da mesma forma como ocorre para o Mg, houve variação significativa apenas para as partes foliares estudadas, sendo encontrados os maiores teores de Zn na lâmina foliar.

QUADRO 30 - Teores foliares de Zn (ppm) em função das partes foliares amostradas em dez cultivares de mandioca. Lavras/MG, 1990.^{1/}

Cultivares	Partes Foliarias		Médias
	Lâmina	Pecíolo	
Iracema	54,95	43,65	49,30 a
Mantiqueira	56,77	52,82	54,80 a
IAC 12-829	66,92	34,40	50,66 a
Mico	56,00	29,05	42,52 a
Engana Ladrão	37,42	35,00	36,21 a
BGM 593	60,20	48,00	54,10 a
BGM 361	52,80	47,30	50,05 a
BGM 347	62,40	36,05	49,22 a
BGM 356	62,70	60,50	61,60 a
BGM 354	65,60	45,25	55,42 a
Médias	57,58 A	43,20 B	50,50

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey a 5%).

HOWELER & CADAVID (1983) também encontraram maiores teores de Zn na lâmina foliar do que no pecíolo, sendo estes de 128,0 ppm e 106,0 ppm, com adubação e de 86,0 ppm e 73,0 ppm, sem adubação.

Conforme verificaram PAULA et alii (1983), os teores foliares de Zn, aos 4 meses de idade, para as cultivares Bran

ca de Santa Catarina e Riqueza, foram de 20,0 ppm e 30,0 ppm, sem adubação e de 25,0 ppm e 35,0 ppm, com adubação, respectivamente.

Teores foliares de Zn entre 30,0 e 60,0 ppm têm sido apontados por HOWELER (1985) como adequados. Por sua vez, LORENZI et alii (1981) citam como adequados os níveis de 37,0 a 40,0 ppm de Zn nas folhas. Considerando estas faixas no presente estudo foram verificados teores médios acima de 60 ppm apenas para a cultivar BGM 356, enquanto que as demais cultivares apresentaram os teores de Zn dentro da mesma, apesar de, estatisticamente, terem apresentado os mesmos valores (Quadro 30).

Resultados obtidos por HOWELER et alii (1982) mostraram que o nível crítico da lâmina foliar completamente expandida foi de 30,0 ppm e do pecíolo foi de 20,0 ppm.

De acordo com o Quadro 31, verifica-se que, entre todas as correlações estudadas, apenas Zn solo x Zn folhas foi significativa para as duas partes foliares estudadas.

QUADRO 31 - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Zn nas folhas, Zn no solo e produção, para as duas partes foliares amostradas. Lavras/MG, 1990.

Correlações	Partes Foliares		
	Lâmina	Pecíolo	
Zn folhas x produção	- 0,0391	0,0746	
Zn solo ^{1/} x Zn folhas	0,5633**	0,5503**	
Zn solo ^{1/} x produção	-	-	0,1037

^{1/} Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

4.4. Considerações finais

Os coeficientes das correlações apresentadas na discussão sobre macro e micronutrientes foram baixos, mesmo nos casos em que houve significância. Este fato decorre, possivelmente, de que o trabalho foi realizado em condições de campo. Acrescente-se a isto o fato de que para o cálculo dos valores de r foi utilizado um número de pares de dados relativamente elevado (40 pares) o que implica num número de graus de liberdade, no teste de significância, também elevado.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho observa-se que todas as correlações entre o teor do nutriente

te na folha x produção, mesmo nos casos onde não houve significância foram maiores no pecíolo do que na lâmina foliar, com exceção da correlação Cu folhas x produção onde o valor de r foi maior na lâmina foliar. Entretanto, deve ser considerada ainda a necessidade de novos trabalhos, inclusive, variando níveis de adubação, visando a avaliar o comportamento da amostragem feita com o pecíolo acerca de sua viabilidade, principalmente com relação aos micronutrientes.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

- a) A altura da planta e o diâmetro do caule não constituem bons parâmetros para estimar a produção de raízes das cultivares estudadas.
- b) Dos parâmetros do solo, apenas o Mg, Cu e Al não variaram com os locais e profundidades.
- c) Com relação ao local e profundidade de amostragem de solo verificou-se a importância de serem feitas amostragens nas entrelinhas e projeções das copas, às profundidades de 0-20 e 20-40cm, visando a detectar nutrientes em níveis tóxicos nas camadas subsuperficiais, como é o caso do Mn em solos de cerrado, que pode limitar a produção.
- d) As cultivares apresentaram diferenças significativas quanto aos teores foliares de nutrientes, com exceção de Mg, Fe e Zn.
- e) Em função das partes foliares amostradas, encontraram-se maiores teores de N, P, S e micronutrientes na lâmina foliar e

de K, Ca e Mg no pecíolo.

- f) No pecíolo foi observado maior número de parâmetros correlacionando-se significativamente com a produção.

6. RESUMO

Com o objetivo de comparar os teores foliares entre diferentes cultivares de mandioca e estabelecer correlações desses teores com a fertilidade do solo e com a produção, procedeu-se à coleta e análise de amostras foliares e de solo em um campo experimental da Escola Superior de Agricultura de Lavras/MG, utilizando-se 10 cultivares de mandioca, com 4 meses de idade. Foram tomadas as medidas do diâmetro do caule e altura da planta (aos 4 meses) e avaliou-se a produção com base na matéria fresca de raízes (t/ha) 18 meses após o plantio. Foram coletadas folhas novas superiores totalmente expandidas, separadas em lâmina e pecíolo. As amostras de solo foram tomadas em pontos próximos à projeção da copa das plantas e nas entrelinhas de cada cultivar constituinte da parcela, às profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm. As cultivares utilizadas foram Iracema, Mantiqueira, IAC 12-829, Mico, Engana Ladrão, BGM 593, BGM 361, BGM 347, BGM 356, BGM 354. As cultivares Mantiqueira e BGM 593 apresentaram maior crescimento que as demais, principalmente em altura da planta, mas não foram as que apresentaram maior produção. As maiores

produções foram obtidas pelas cultivares Iracema, Engana Ladrão e BGM 347. Entre os parâmetros de solo, apenas o Mg, Cu e Al não variaram significativamente com os locais e as profundidades de amostragem. As correlações entre teores no solo e produção foram significativas para o P e Ca na projeção da copa, na profundidade de 0-20 cm e para o Mn na projeção da copa e na profundidade de 20-40 cm, sendo, inclusive, negativa. Nos parâmetros foliares não houve significância para Mn, Fe e Zn entre cultivares, para Cu entre as partes foliares e para N, P, Mg, B e Zn na interação cultivares x partes. Foram encontrados maiores teores de N, P, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na lâmina foliar e de K, Ca e Mg no pecíolo. Na amostragem do pecíolo observou-se um maior número de parâmetros, correlacionando-se significativamente com a produção. No entanto, este assunto merece ainda maiores estudos, visando avaliar o comportamento da amostragem feita com o pecíolo acerca de sua viabilidade.

7. SUMMARY

FOLIAR DIAGNOSE IN CASSAVA (Manihot esculenta Crantz). COMPARISON AMONG CULTIVARS AND CORRELATION WITH SOIL FERTILITY AND YIELD

Aiming to compare leaves nutrients amount among different cassava cultivars and to establish correlations of these quantities with soil fertility and yield there were collected leaves from ten cassava cultivars at four months of age and soil samples in an experimental field at Escola Superior de Agricultura de Lavras, State of Minas Gerais. There were taken measurements of stem diameter and plant height (at 4 months of age) and yield expressed as ton per hectare of root fresh weight at 18 months after planting. There were collected upper young leaves fully expanded which were separated in sheath and petiole. Soil samples were taken near the canopy projection and in between plant rows for each cultivar in the plot, at 0 to 20 cm deep and 20 to 40 cm deep. The cultivars used were Iracema, Mantiqueira, IAC 12-829, Mico, Engana Ladrão, BGM 593, BGM 361, BGM 347, BGM 356, and BGM 354. Cultivars Mantiqueira and BGM 593 presented

larger growth than the others, especially in plant height, but did not present greater yield. The largest root yield were obtained by cultivars Iracema, Engana Ladrão, and BGM 347. Among soil parameters, only Mg, Cu, and Al did not vary significantly with place and deep of sampling. Correlations among soil nutrients amounts and yield were significant for P and Ca under canopy projection at 0 to 20 cm deep. For Mn amount under canopy projection at 20 to 40 cm deep the correlation with yield was negative. In the foliar parameters no significance were detected for Mn, Fe, and Zn among cultivars, for Cu between leaf parts, and for N, P, Mg, B, and Zn in cultivars x leaf parts interaction. There were found greater amounts of N, P, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn in leaf sheath and K, Ca, and Mg in the petiole. There were observed a greater number of parameters in the petiole which were significantly correlated with root yield. However, more studies are needed to evaluate the possibility in using petiole samples.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAHIA, V.G. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras-MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67p. (Tese Doutora -- do).
2. BATAGLIA, O.C. Análise química de plantas para micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, Jaboticabal, 1988. Anais... Jaboticabal, Fundação Banco do Brasil, 1988. p.473-501. (Versão Preliminar).
3. _____ & QUAGGIO, J.A. Controle de qualidade de resultados analíticos. In: SIMPÓSIO SOBRE INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO E PLANTA PARA FINS DE ADUBAÇÃO, Botucatu, 1988. Simpósio... Botucatu, UNESP, 1988. p.1-19.
4. BOARETTO, A.E.; CHITOLINA, J.C. & CRUZ, A. de P. Fundamentos para a amostragem de solo. In: SIMPÓSIO SOBRE INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO E PLANTA PARA FINS DE ADUBAÇÃO, Botucatu, 1988. Simpósio... Botucatu, UNESP, 1988. p.1-46.

5. BOERBOOM, B.W.J. A model of dry matter distribution in cassava (Manihot esculenta Crantz). Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, 26(3):267-77, Jan. 1978.
6. BRAGA, J.M. Estado nutricional de um pomar cítrico e influência de fatores ambientais no teor de elementos na folha. Revista Ceres, Viçosa, 17(91):61-75, jan./mar. 1970.
7. CARVALHO, P.C.L. de. Alguns aspectos sobre nutrição mineral da mandioca. Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMP, 1982. n.p. (Curso Intensivo Nacional de Mandioca, 4).
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Sistemas de producción de yuca. In: _____. Informe anual - 1974. Cali, 1974. p.57-118.
9. _____. Annual Report - 1975. Cali, Colômbia, Centro Internacional de Agricultura Tropical.
10. _____. Annual Report - 1978. Cali, Colômbia, Centro Internacional de Agricultura Tropical.
11. _____. Distúrbios nutricionais da planta de mandioca. Brasília, 1985. 47p.

12. CHEW, W.Y.; JOSEPH, K.T. & RAMLI, K. Influence of soil-applied micronutrients on cassava (Manihot esculenta) in Malaysian tropical oligotrophic peat. Experimental Agriculture, Great Britain, 14(2):105-11, 1978.
13. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1989. 159p.
14. DECHEN, A.R.; HAAG, H.P. & CARMELLO, Q.A. de C. Micronutrientes: diagnose visual. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, Jaboticabal, 1988. Anais... Jaboticabal, Fundação Banco do Brasil, 1988. p.451-71.
15. DIAS, C.A. de C. Cultura da mandioca. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1966. 38p. (Série Instruções Técnicas, 20).
16. EMMERT, F.H. Chemical analysis of tissue as a means determining nutrient requirements of deciduous fruit plants. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Geneva, 73:521-47, 1959.
17. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento de Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1979. n.p.

18. EPSTEIN, E. Nutrição mineral de plantas - princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.
19. EZETA, F.N. & CARVALHO, P.C.L. de. Influência da endomicorriza na absorção de P e K no crescimento da mandioca. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 6(1):25-9, jan./abr. 1982.
20. _____; MACEDO, M.C.M.; DANTAS, J.L.L.; GOMES, J. de C. & CARVALHO, P.C.L. de. Análise foliar na avaliação do requerimento nutricional da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2, Vitória, 1981. Anais... Vitória, Sociedade Brasileira de Mandioca, 1981. p.62-78.
21. FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EDUSP, 1979. v.1, 331p.
22. FOX, R.H.; TALLEYRAND, H. & SCOTT, T.W. Effect of nitrogen fertilization on yields and nitrogen content of cassava Lhanera cultivar. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Puerto Rico, 59(2):115-24, abr. 1975.
23. GOMES, F.P. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. 2.ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1985. 162p.

24. GOMES, J. de C. Adubação e calagem da mandioca. Cruz das Almas, s.ed., 1982. 19p. (Curso Intensivo Nacional de Mandioca, 4).
25. _____ & EZETA, F.N. Nutrição e adubação potássica da mandioca no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. Anais... Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1982. p.487-506.
26. _____; MACEDO, M.G.M.; EZETA, F.N.; SOUZA, L. de & CALDAS, R.G. Doses e modos de aplicação de potássio em cultivos sucessivos de mandioca. Cruz das Almas, EMBRAPA/CNPMPF, 1981. 18p.
27. HIROCE, R. Alguns métodos para perfeita adubação dos solos. O Estado de São Paulo, São Paulo, 1979. Suplemento Agrícola (1265):5-19.
28. _____. Diagnose foliar em cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. & GUIDOLIN, J.A. Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. p.117-37.
29. HOWELER, R.H. Nutricion mineral y fertilizacion de la yuca. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Curso de producción de yuca. Cali, 1978. p.274-321.

30. HOWELER, R.H. Potassium nutrition of cassava. In: MUNSON, R.D., ed. Potassium in agriculture. Madison, American Society of Agronomy, 1985. cap.35, p.819-41.
31. _____ & CADAVID, L.F. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during a 12 month growth cycle of cassava. Field Crops Research, Amsterdam, 7:123-39, 1983.
32. _____; EDWARDS, D.G. & ASHER, C.I. Micronutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solutions. I. Critical tissue concentrations. Journal of Plant Nutrition, New York, 5(8):1059-76, 1982.
33. JONES, U.S. The soil plant growth situation. In: _____. Fertilizers and soil fertility. 2.ed. Reston, Reston Publishing, 1982. p.1-19.
34. KROCHMAL, A. & SAMUELS, G. Deficiency symptoms in nutrient pot experiments with cassava. Ceiba, Califórnia, 14(2):1-9, Dec. 1968.
35. KUPPER, A. Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira. In: INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. Nutrição e adubação do cafeeiro, Piracicaba, 1981. p.27-54.

36. LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. São Paulo, ANDA-POTAFOS, 1989. 155p.
37. _____ & GUEDES, G.A.A. Considerações sobre calagem e adubação química para a cultura da mandioca. In: REIS, A.J. dos & REIS, R.P. Aspectos econômicos da mandioca. Lavras, ESAL, 1978. p.250-76.
38. LORENZI, J.O.; GALLO, J.R. & MALAVOLTA, E. Absorção de micro nutrientes por duas cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2, Vitória, 1981. Resumos... s.l., SBM, 1981. n.p.
39. _____: _____ & _____. Exigências de macronutrientes de dois cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 37(1):443-62, jan./dez. 1980.
40. LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R. & MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. São Paulo, IBEC Research Institute, 1956. 40p. (IBEC - Boletim Técnico, 9).

41. MALAVOLTA, E. Diagnose foliar - princípios e aplicações.
In: SIMPÓSIO SOBRE INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SO-
LO E PLANTA PARA FINS DE ADUBAÇÃO, Botucatu, 1988. Simpó-
sio... Botucatu, UNESP, 1988. p.1-86.
42. _____. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Pau-
lo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.
43. _____. Manual de Química Agrícola. 3.ed., São Paulo, Ce-
res, 1981. 596p.
44. _____; CARVALHO, J.A. de; PACHECO, J.A. de C.; GRANER, E.
A.; COURY, T. & BRASIL SOBRINHO, H.O.C. do. Estudos sobre
a alimentação mineral da mandioca (Manihot utilissima
Pohl). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", Piracicaba, 11:21-40, 1954.
45. _____; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do es-
tado nutricional das plantas - Princípios e aplicações.
Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa
e do Fosfato, 1989. 201p.
46. MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier dans le
monde-première parte. Fruits, Paris, 35(9):503-18, sept.
1980.

47. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition.
3.ed. Berne, International Potash Institute, 1982. 655p.
48. MEYER, B.; ANDERSON, D.; BOHNING, R. & FRATIANNE, D. Introdução à fisiologia vegetal. 2.ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1983. 710p.
49. MORAES, O. de; MONDARDO, E.; VIZZOTTO, V.J. & MACHADO, M.O. Adubação química e calagem da mandioca. Florianópolis, EMPASC, 1981. 20p. (Boletim Técnico, 8).
50. NAIME, U.J. Solos para citros. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(2):13-5, abr. 1979.
51. NORMANHA, E.S. Adubação da mandioca, FIR, São Paulo, 3(8):18-9, abr. 1961.
52. NUNES, W. de O.; BRITTO, D.P.P. de S.; MENEGUELLI, C.A.; ARRUDA, N.B. & OLIVEIRA, A.L. Resposta da mandioca à adubação mineral e a métodos de aplicação do potássio em solos de baixa fertilidade. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 9(9):1-9, set. 1974.
53. OELSLIGUE, D.D. Accumulation of dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium in cassava (Manihot esculenta Crantz). Turrialba, Costa Rica, 25(1):85-87, ene./mar. 1975.

54. PAULA, M.B. de; NOGUEIRA, F.D. & TANAKA, R.T. Nutrição mineral da mandioca: absorção de nutrientes e produção de matéria seca por duas cultivares de mandioca. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, 2(1):31-49, 1983.
55. PERIM, S. Efeitos de níveis de fósforo e de calcário no crescimento e na acumulação de P, Ca, Mg e Zn pela mandioca (Manihot esculenta Crantz) em casa-de-vegetação. Lavras, ESAL, 1982. 100p. (Tese Mestrado).
56. PINHEIRO, S.L.G.; ANJOS, J.T. dos; TERNES, M. & MONDARDO, E. Levantamento nutricional da mandioca em solos de Santa Catarina. Florianópolis, EMPASC, 1985. Cap.7, p.1-7. (Pesquisa em Andamento, 38).
57. ROSOLEM, C.A. & BOARETTO, A.E. Avaliação do estado nutricional das plantas cultivadas. In: _____. Adubação foliar. Campinas, Fundação Cargill, 1989. v.1, p.117-44.
58. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
59. SOUZA, L. da S. Características do solo para a cultura da mandioca. Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMPF, 1979. 17p. (Curso Intensivo Nacional de Mandioca, 2).

60. TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5).
61. VAN RAIJ, B. Avaliação da fertilidade do solo. 2.ed. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 142p.

A P Ê N D I C E

QUADRO 1A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo P nas folhas, P no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
P solo ^{1/} x P folhas	0,2058	0,1616
P solo ^{2/} x P folhas	0,1166	0,0012
P solo ^{3/} x P folhas	- 0,1331	- 0,1897
P solo ^{1/} x produção		0,1023
P solo ^{2/} x produção		0,1141
P solo ^{3/} x produção		- 0,1963

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P₁L₁)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P₂L₁)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P₂L₂)

QUADRO 2A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo K nas folhas, K no solo e produção nas 2 partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliaves	
	Lâmina	Pecíolo
K solo ^{1/} x K folhas	0,2194	0,2298
K solo ^{2/} x K folhas	0,1539	0,1959
K solo ^{3/} x K folhas	- 0,1592	- 0,1661
K solo ^{1/} x produção		0,0147
K solo ^{2/} x produção		0,0852
K solo ^{3/} x produção		- 0,0017

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P₁L₁)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P₂L₁)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P₂L₂)

QUADRO 3A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Ca nas folhas, Ca no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliaves	
	Lâmina	Pecíolo
Ca solo ^{1/} x Ca folhas	0,0001	0,0330
Ca solo ^{2/} x Ca folhas	0,0703	0,1721
Ca solo ^{3/} x Ca folhas	- 0,0453	- 0,0805
Ca solo ^{1/} x produção		0,1083
Ca solo ^{2/} x produção		0,0930
Ca solo ^{3/} x produção		- 0,2064

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P_1L_1)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P_2L_1)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P_2L_2)

QUADRO 4A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Mg nas folhas, Mg no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
Mg solo ^{1/} x Mg folhas	0,1097	0,1621
Mg solo ^{2/} x Mg folhas	0,0178	- 0,0275
Mg solo ^{3/} x Mg folhas	- 0,0583	0,1714
Mg solo ^{1/} x produção		- 0,1438
Mg solo ^{2/} x produção		- 0,0374
Mg solo ^{3/} x produção		0,2051

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P₁L₁)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P₂L₁)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P₂L₂)

QUADRO 5A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Cu nas folhas, Cu no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliaves	
	Lâmina	Pecíolo
Cu solo ^{1/} x Cu folhas	0,2137	0,2191
Cu solo ^{2/} x Cu folhas	0,2109	0,1764
Cu solo ^{3/} x Cu folhas	0,0502	0,0266
Cu solo ^{1/} x produção		- 0,1204
Cu solo ^{2/} x produção		- 0,0272
Cu solo ^{3/} x produção		0,0664

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P_1L_1)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P_2L_1)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P_2L_2)

QUADRO 6A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Fe nas folhas, Fe no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
Fe solo ^{1/} x Fe folhas	0,0719	- 0,1244
Fe solo ^{2/} x Fe folhas	- 0,0141	- 0,1232
Fe solo ^{3/} x Fe folhas	- 0,0531	- 0,1743
Fe solo ^{1/} x produção		- 0,0128
Fe solo ^{2/} x produção		- 0,0233
Fe solo ^{3/} x produção		- 0,2143

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P₁L₁)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P₂L₁)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P₂L₂)

QUADRO 7A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Mn nas folhas, Mn no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliares	
	Lâmina	Pecíolo
Mn solo ^{1/} x Mn folhas	0,0024	- 0,1228
Mn solo ^{2/} x Mn folhas	0,1955	0,1094
Mn solo ^{4/} x Mn folhas	0,1909	0,1802
Mn solo ^{1/} x produção		0,0500
Mn solo ^{2/} x produção		- 0,0682
Mn solo ^{4/} x produção		- 0,1512

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P_1L_1)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P_2L_1)

4/ Amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm e na projeção da copa (P_1L_2)

QUADRO 8A - Coeficientes de correlação simples (r) envolvendo Zn nas folhas, Zn no solo e produção nas duas partes foliares amostradas.

Correlação	Partes Foliaves	
	Lâmina	Pecíolo
Zn solo ^{1/} x Zn folhas	0,1903	0,1688
Zn solo ^{2/} x Zn folhas	- 0,1169	0,2193
Zn solo ^{3/} x Zn folhas	- 0,1375	- 0,1275
Zn solo ^{1/} x produção		0,0443
Zn solo ^{2/} x produção		0,1682
Zn solo ^{3/} x produção		- 0,2020

1/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 cm e na entrelinha (P_1L_1)

2/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na entrelinha (P_2L_1)

3/ Amostras de solo coletadas na profundidade de 20-40 cm e na projeção da copa (P_2L_2)



Considerações de correlação entre as variáveis
 nas folhas - da no caso e procedimentos para a análise
 de regressão.

Folhas Folhadas		
folhas	folhas	
0.1556	0.1503	folhas x 2m folhas
0.2193	- 0.1169	folhas x 2m folhas
0.0133	- 0.1373	folhas x 2m folhas
0.0443		folhas x produção
0.1483		folhas x produção
0.2010		folhas x produção

As análises de regressão foram realizadas em profundidade de 0-10 cm e de 10-20 cm. Os resultados são apresentados nas tabelas seguintes.

As análises de regressão foram realizadas em profundidade de 0-10 cm e de 10-20 cm. Os resultados são apresentados nas tabelas seguintes.