

Bio-253

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

TRABALHO DE LICENCIATURA

TEMA: Estudo do nível de cianetos em 4 variedades de mandioca sob diferentes condições de irrigação

Autor: Gilda Monjane

Supervisor: Dr. Orlando António Quilambo

Co-Supervisor: Eng^a. Anabela M. Zacarias

Maputo, Junho de 2003

503/DC
27/06/03

Agradecimentos

Endereço a mais profunda gratidão:

- Ao Departamento de Ciências Biológicas, pelas facilidades que concedeu para a realização deste trabalho.
- Ao projecto DEIBI (Projecto de Desenvolvimento de Ensino e Investigação na Área de Biologia) pelo apoio financeiro e material prestados.
- Aos meus supervisores Doutor Orlando Quilambo e Engenheira Anabela Zacarias pelo incansável apoio e paciência demonstrados na transmissão dos seus conhecimentos.
- Ao Doutor Peter Masawe, pelo apoio concedido durante a análise estatística.
- Ao Engenheiro Constantino Cumbe e a todos trabalhadores no sector de raízes e tubérculos na estação agrária de Boane, pelo apoio prestado durante o trabalho no campo.
- À Engenheira Isabel Mondlane, pela transmissão dos seus conhecimentos durante durante a análise de cianetos.
- Ao dr. Américo Uaciquete (meu esposo) pela paciência, encorajamento e apoio concedidos ao longo de toda a minha carreira estudantil.
- À minha mãe e irmãos pelo amor e carinho demonstrados ao longo de toda minha carreira estudantil.
- Aos meus colegas, Olímpio Chirindza, Isac Chirindza, Alice Massinga e Verónica Casmo, pela amizade e apoio prestado.
- Finalmente aos demais colegas e a todos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização do presente trabalho.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente trabalho é da minha autoria e é o culminar duma investigação por mim levada a cabo, o relatório foi por mim elaborado, os dados apresentados são resultado do trabalho de campo por mim executado.

Gilda Monjane

Dedicatória

Dedico o presente trabalho

aos meus filhos Diva Flora e Amerson José

ao meu esposo Américo Uaciquete

a minha mãe Penina Novela

Glossário

a	Factor (a)
b	Factor (b)
°C	Graus centígrados
C.V.	Coeficiente de variação
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
-CN	Radical cianeto
g	Gramas
G.L.	Graus de liberdade
HCN	Ácido cianídrico
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
INIA	Instituto Nacional de Investigação Agronómica
L ₁	Zona de sequeiro, que corresponde ao nível de irrigação 1.
L ₂	Zona parcialmente irrigada, que corresponde ao nível de irrigação 2.
L ₃	Zona totalmente irrigada, que corresponde ao nível de irrigação 3.
m	Metro
M	Molar
m ²	Metro quadrado
mg	Miligramas
ml	Mililitros
mm	Milímetros
°N	Graus norte
NPK	Nitrogénio, fósforo, potácσιο
Prob.	Probabilidade
Q.M.	Quadrados médios
r	Repetição
°S	Graus sul
S	Enxofre

S.Q.	Soma dos quadrados
V1	Variedade 1
V2	Variedade 2
V3	Variedade 3
V4	Variedade 4

ÍNDICE

Agradecimentos.....	i
Declaração de Honra	ii
Dedicatória	iii
Glossário.....	iv
ÍNDICE	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE TABELAS DOS ANEXOS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Origem e distribuição da mandioca.....	5
2.2. Produção da mandioca.....	5
2.3. Taxonomia e morfologia	6
2.3.1. <i>Taxonomia</i>	6
2.3.2. <i>Morfologia</i>	6
2.4. Factores edafo-climáticos favoráveis à mandioca	9
2.4.1. <i>Condições climáticas</i>	9
2.4.2. <i>Solos</i>	10
2.5. Importância da cultura de mandioca	10
2.5.1. <i>Utilização</i>	12
2.6. Factores que afectam a produção e consumo da mandioca	13
2.6.1. <i>Pragas e doenças</i>	13
2.6.2. <i>Conteúdo em cianetos</i>	14
2.6.3. <i>Aspectos toxicológicos da mandioca</i>	16
2.7. Métodos de análise do ácido cianídrico	16
2.8. Alternativas para redução do nível de cianetos na mandioca para consumo	17
3. OBJECTIVOS.....	18
3.1. Geral	18
3.2. Objectivos específicos.....	18

4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Material	19
4.2. Métodos	20
4.2.1. <i>Preparação do solo</i>	20
4.2.2. <i>Delineamento</i>	20
4.2.3. <i>Plantação</i>	21
4.2.4. <i>Determinação do HCN</i>	22
4.2.5. <i>Preparação dos discos de papel de filtro com o tampão e papel picado</i>	23
5. TRATAMENTO DE DADOS.....	23
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6.1. Quantidade de água recebida por nível de irrigação	24
6.2. Teor de cianetos	25
6.3. Irrigação	26
6.4. Interação entre a irrigação e as variedades.....	27
6.5. Comparação das diferentes variedades em termos de teor de HCN.....	27
6.6. Teor de HCN nas diferentes variedades em diferentes condições de irrigação .	29
6.7. Teor total de HCN nos diferentes níveis de irrigação	30
7. CONCLUSÕES	31
8. LIMITAÇÕES NO TRABALHO	32
9. RECOMENDAÇÕES.....	33
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de acordo com o teor de cianetos	2
Tabela 2: Conteúdo em (%) de nutrientes maiores nas raízes de reserva e nas folhas, calculados sobre a matéria húmida e matéria seca	11
Tabela 3: Variedades usadas no ensaio	21
Tabela 6: Comparação dos teores de cianetos nas variedades	27

LISTA DE TABELAS DOS ANEXOS

- Tabela 1:** Modelo de análise de variância Anexo: 3
- Tabela 2:** Resultados de análise de variância dos teores de HCN no ensaio em geral
..... Anexo: 4
- Tabela 3:** Resultados de análise de variância dos teores de HCN nas diferentes
variedades Anexo: 4
- Tabela 4:** Valores do teor de HCN em ppm obtidos apartir das observações nas
amostras colhidas nas repetições e nos diferentes níveis de irrigação Anexo: 5
- Tabela 5:** Médias do teor de HCN em ppm nas repetições no ensaio em geral Anexo: 6

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morfologia geral da planta da mandioca	7
Figura 2: Biossíntese de glicosídeos cianogénicos a partir de um aminoácido precursor	15
Figura 3: Quantidade de água recebida por cada nível de irrigação	24
Figura 4: Comparação do teor de HCN nos níveis de irrigação e nas variedades	26
Figura 6: Teor de HCN nas variedades nos diferentes níveis de irrigação	29
Figura 7: Teor total de HCN na L1, L2, L3	30

RESUMO

Com o objectivo de estudar a flutuação do nível de cianetos em mandioca submetida à irrigação e outra em condições de sequeiro realizou-se o presente trabalho, tendo-se utilizado 4 variedades de mandioca nomeadamente, TMS 42025, MZ 89001, Gangassol e TMS 30395. Estas variedades foram submetidas a 3 níveis de irrigação, no primeiro nível denominado L3 as plantas foram totalmente irrigadas, no segundo nível foram parcialmente irrigadas e no terceiro nível receberam água em quantidades ínfimas que se pode considerar que estiveram em condições de sequeiro.

A análise de HCN foi feita pelo método de Bradbury *et al.*, (1998), foram feitas 144 análises em 48 sub-amostras, o tratamento dos dados obtidos foi feito pelo pacote estatístico SAS em computador, este tratamento incluiu análise de variância e o teste de Duncan.

Os resultados do tratamento de dados demonstraram que as variedades concentraram maiores quantidades de HCN no nível de irrigação considerado de sequeiro.

1. INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae é conhecida como vasta e complexa com cerca de 280 géneros e 8.000 espécies de ervas, arbustos e árvores de habitats muito diversificados, tem distribuição vasta ao longo de todo mundo (Purseglove, 1991). É característica da família a presença de um látex branco e leitoso que pode ser irritante (Purseglove, 1991).

As folhas são geralmente alternadas, simples ou compostas com formas variadas, as flores estão separadas em femininas e masculinas, com sépalas sempre presentes e pétalas raramente presentes, as flores masculinas têm 1 a vários filamentos livres, as flores femininas têm um ovário frequentemente grande que dá origem a um fruto miniatura. O fruto geralmente é uma cápsula deiscente, mas também pode ser indeiscente e carnudo com 2 a 4 lóbulos bem visíveis (Drummond *et al.*, 1983).

A maioria das árvores têm borracha no seu látex, a *Havea brasilensis* é a líder em teor de borracha para comercialização (Laudermilk, 1957).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura perene (IITA, 1992), dicotiledónea que pode atingir 1 a 5 metros de altura (Onweme, 1991). Pertence à família Euphorbiaceae que compreende plantas com caules ramificados e não ramificados (Sharp *et al.*, 1984).

É uma cultura altamente produtiva, chegando a produzir cerca de 40 toneladas de matéria fresca por hectare, tolera solos inférteis e stress hídrico e cresce principalmente através das suas raízes armazenadoras de hidratos de carbono. Estes podem estar disponíveis ao longo de todo ano (IITA, 1992), fazendo da mandioca uma fonte valiosa destes produtos.

A mandioca é uma das culturas alimentares mais importantes da África, cujos tubérculos constituem alimento para aproximadamente 500 milhões de pessoas no terceiro mundo (Lancaster *et al.*, 1982). É igualmente importante nos trópicos, contribuindo em 1/3 no mercado de alimentos produzidos na África sub-sahariana, (FAO 1986, citado por IITA,1992). Além disso, é a principal fonte de energia tornando-se particularmente muito importante em África, devido à deficiência alimentar resultante da crise económica existente em muitos países e do declínio da fertilidade do solo como resultado da pressão populacional em terras produtivas, (IITA,1992).

A mandioca é dos tubérculos mais importantes cultivados em Moçambique, sendo considerada a base de alimentação para a população da zona norte do país, nas províncias de Zambézia, Nampula e Cabo Delgado, onde é consumida basicamente sob forma fresca ou processada (Zacarias, 1999).

As variedades de mandioca são classificadas de acordo com o teor de glicosídeos cianogénicos nos tubérculos e nas folhas (IITA,1990). Assim os principais grupos são:

Tabela 1: Classificação de acordo com o teor de cianetos.

Classificação	Teor de HCN em peso fresco	Exemplos entre os cultivares de IITA
Alto teor	> 10 mg/100g	TMS 50593
Baixo teor	≤ 5 mg/100g	TMS 30001 e TMS 4(2)1425
Intermediários	5 a 10mg/100g	TMS 30572 e TMS 30555

Esta classificação leva a que a mandioca possa ser igualmente classificada em doce e amarga.

As mandiocas amargas têm a película externa da casca dos tubérculos de cor parda ou castanho avermelhado, são muito vigorosas, muito produtivas, ricas em amido e as suas raízes ou tubérculos conservam-se melhor na terra, sendo por isso as mais cultivadas do que as mandiocas doces (Deveza, 1952). Foi encontrada uma relação directa entre o sabor da polpa da raiz e os teores de ácido cianídrico, sendo que toda vez que a raiz se apresenta amarga ou muito amarga, contém elevados teores de HCN. As mandiocas doces têm geralmente raízes com baixas percentagens de HCN, apresentam sabor adocicado e agradável (Oliveira, 1986).

Na raiz da mandioca, a casca (periderme e córtex) representa 15% a 20% do seu peso total e a polpa equivale 80% a 85%, aproximadamente. As proteínas, gorduras, fibras e cinzas encontram-se em maior quantidade no córtex e os carboidratos na polpa, (Buitrago, 1990). As raízes frescas contêm 30-40% de matéria seca, da qual cerca de 85% é amido (IITA,1992).

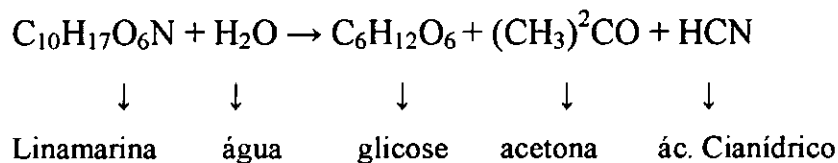
O aproveitamento da mandioca está limitado, principalmente devido a presença dos glicosídeos cianogénicos com alto grau de toxicidade para o consumo humano e animal. Entre as plantas cultivadas, a mandioca é a que contém maior quantidade destas substâncias na sua composição (Oliveira, 1986).

Segundo Bokanga (1994), existe uma ampla variação na quantidade de glicosídeos cianogénicos e actividade da linamarase dentro do mesmo tecido da mandioca. Variações podem também ocorrer entre diferentes variedades ou em plantas da mesma variedade mesmo em ambientes aparentemente similares.

O HCN (ácido cianídrico) resulta de glicosídeos cianogénicos com várias denominações, tais como, linamarina, manihotoxina, lotaustralina e zierina (Paula & Rangel 1930, citados por Oliveira, 1986). Estas substâncias são libertadas quando os tecidos da mandioca são mecanicamente danificados (Bokanga, 1994). A função destas substâncias é controversa, ainda não totalmente esclarecida em pormenor, mas pensa-se que cumprem duas funções principais:

- a) repelir alguns insectos no momento em que atacam as plantas;
- b) contribuir na síntese proteica, por incorporação dos produtos de hidrólise dos glicosídeos cianogénicos (Wood 1966, citado por Oliveira 1986).

O envenenamento por ingestão de raiz da mandioca deve-se à presença no latex da planta de um glicosídeo (Linamarina) que, na presença dos ácidos ou das enzimas dos sucos digestivos, se hidrolisa, dando lugar ao ácido cianídrico (HCN), de efeitos altamente tóxicos e que obedece à reacção que se segue. Além disso, é um forte inibidor da actividade de enzimas da cadeia respiratória (cadeia citocrômica), (Conceição 1976, citado por Oliveira, 1986).



A polpa da raiz contendo cianetos, pode ser processada formando muitos tipos de alimento, dependendo do costume local e preferências (IITA, 1992).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e distribuição da mandioca

A mandioca é originária da América. Tem sido sugerido que os ancestrais desta, estejam entre as primeiras plantas usadas pelo homem na América Central e do Sul (Sharp *et al.*, 1984). Actualmente distribui-se entre as latitudes 30° N e 30° S, até 2000 metros acima do nível do mar (Onwueme, 1991; Costa e Silva, 1992), estando em quase todos os continentes, com maior concentração na região sul do continente de origem (Almeida 1995, citado por Gordinho, 2002).

Foi introduzida em África pelos navegadores portugueses no século XVI ou XVII, na bacia do Congo, Oeste de África (António, 1960).

Em Moçambique, deve ter sido provavelmente introduzida na província de Nampula por volta de 1760, a partir de colónias francesas no Oceano Índico. Mais tarde estabeleceu-se como a principal cultura ao longo da costa (Serra, 1982).

2.2. Produção da mandioca

Estima-se que em Moçambique a mandioca é cultivada em 500.000 ha, com um total de produção de cerca de 2 milhões de toneladas. Metade desta área encontra-se na província de Nampula, que, contando com a província de Zambézia, contribuem com 75% da área total e 80% a produção total de mandioca. A média de produção total varia de cerca de 6.5 t/ha na província de Nampula a uma média baixa de 1,5 t/ha na província de Maputo (Jorge e Zacarias, 1992).

Geralmente, as variedades doces de mandioca são preferidas no sul ao passo que os dois tipos de variedades (doces e amargas) são produzidos no norte do país (Jorge e Zacarias, 1992).

2.3. Taxonomia e morfologia

2.3.1. Taxonomia

A mandioca pertence à:

Classe	Dicotyledoneae
Subclasse	Archichlamydeae
Ordem	Euphorbiales
Família	Euphorbiaceae
Sub família	Manihotae
Género	<i>Manihot</i>
Espécie	<i>Manihot esculenta</i>

2.3.2. Morfologia

A mandioca é um arbusto perene que, a partir do plantio de estacas, pode produzir 5 a 10 raízes adventícias muito carnudas com mais de 15 cm de diâmetro (Ekanayake *et al.*, 1997).

O caule da mandiocueira é cilíndrico atingindo 1 a 4 metros de comprimento, lenhoso com casca grossa, entrenós dispostos em espiral, dependendo da altitude e da variedade o padrão de ramificação do caule é variável, de acordo com a precocidade de formação dos botões florais (CIAT, 1981).

A figura 1 ilustra a morfologia geral da planta da mandioca.

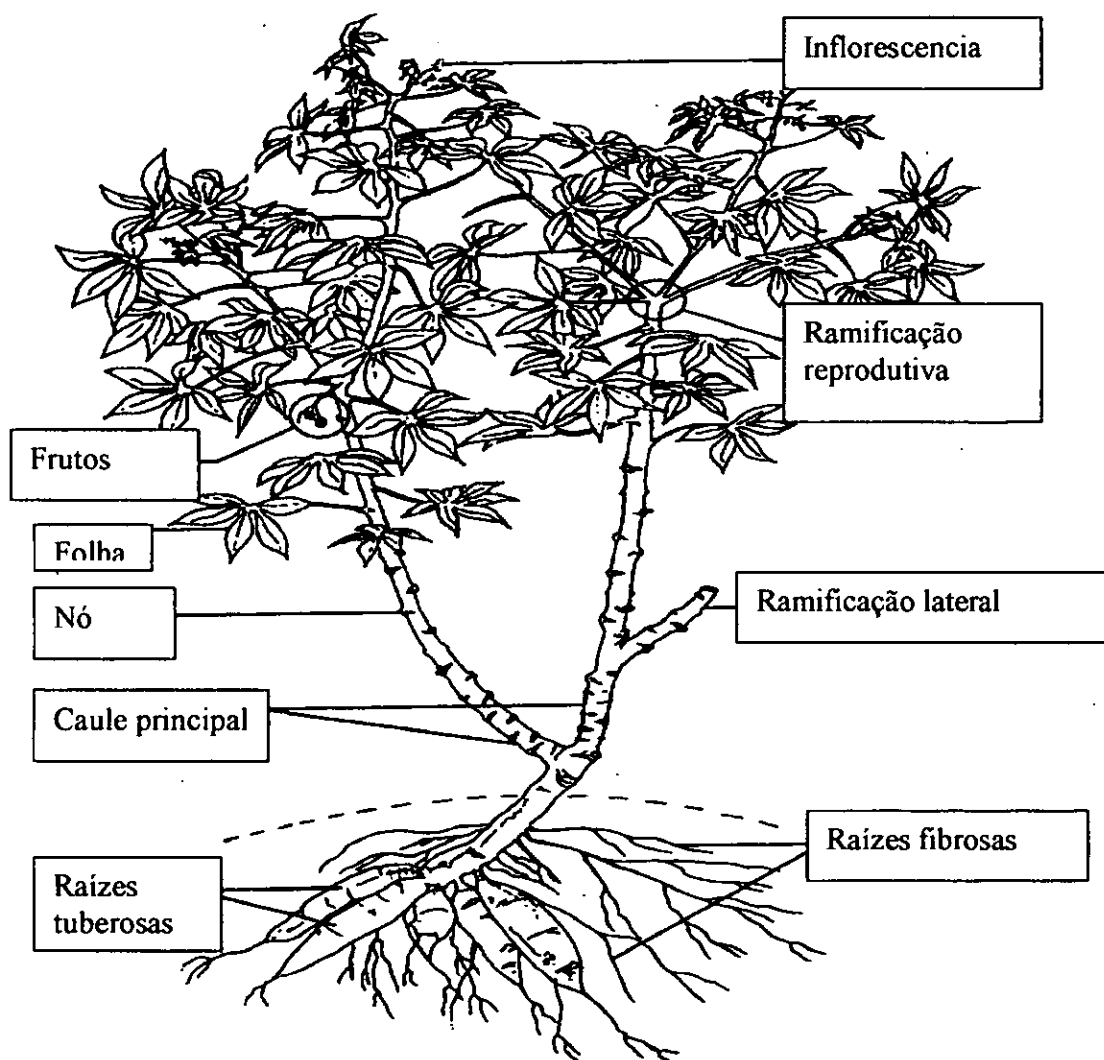


Figura 1: Morfologia geral da planta da mandioca

A cultura da mandioca apresenta uma ampla variabilidade genética representada pelo grande número de variedades (Mattos e Gomes, 2000).

Segundo Ekanayake *et al.* (1997) a planta da mandioca pode ser dividida em parte aérea e parte subterrânea:

- A parte aérea inclui, o caule que pode ser ramificado ou não, folhas e inflorescência.
- A parte subterrânea inclui, raízes fibrosas e tuberosas.

Tem um hábito de crescimento predominantemente semi-erecto a erecto com um sistema de ramos expandindo-se horizontalmente com um ângulo de cerca de 45° a 60° da superfície do solo (Purseglove, 1991).

As variedades podem ser ainda classificadas como de ramificação precoce ou tardia. A altura da ramificação pode ser abaixo ou aos 20 cm, enquanto que algumas variedades nunca se ramificam (Ekanayake *et al.*, 1997).

A ramificação ocorre geralmente num período em que o caule produz três ramos, cada um destes pode ramificar posteriormente (IITA, 1990).

Dependendo da idade das folhas, elas podem variar dentro da mesma planta. Possuem um arranjo em forma de espiral com filotaxia de 2/5, simples e alternada, com pecíolos longos e colorações alternadas que vão desde verde ou com pigmentação púrpura a púrpura acizentada. A borda das folhas pode ser dentada ou lobada, dependendo da cultivar. A cor pode ser verde clara ou escura, verde amarelada ou púrpura. Na maioria das cultivares as folhas tendem a ser púrpuras quando jovens e verdes quando maduras (Purseglove, 1991).

A mandioca é uma espécie monóica com uma inflorescência do tipo panícula, flores masculinas na parte superior e femininas na base geralmente maiores. Na mandioca verifica-se o fenómeno de protogenia, em que as flores femininas abrem antes das flores masculinas (CIAT, 1981).

O fruto é uma cápsula globulosa, deiscente, trilocular com um diâmetro que varia entre 1 a 1.5 cm resultantes frequentemente duma polinização cruzada, tem geralmente 6 aristas longitudinais salientes (CIAT, 1981).

A parte subterrânea consiste em raízes fibrosas, que formam um sistema radicular adventício produzido na base da estaca nas três primeiras semanas de crescimento, com a função de absorção de água e nutrientes do solo. Estas raízes podem atingir um metro de comprimento (IITA, 1990).

As raízes de reserva começam a formar-se com um aumento de diâmetro, 30 a 60 dias após a plantação (IITA, 1990).

O tamanho, forma e número de raízes de reserva pode variar de cultivar para cultivar, dependendo dos seguintes factores: tipo de solo, sua fertilidade, características genótípicas e temperatura (IITA, 1990). A forma pode ser cónica, cilindro-cónica, cilíndrica, fusiforme ou irregular (Purseglove, 1991).

2.4. Factores edafo-climáticos favoráveis à mandioca

2.4.1. Condições climáticas

A cultura da mandioca é oriunda da região tropical, encontra condições favoráveis para o seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais. É cultivada na faixa compreendida entre 30° N e 30° S, embora a concentração de plantio da mandioca esteja entre as latitudes 15° N e 15° S (Mattos & Gomes, 2000).

A faixa ideal de temperatura situa-se entre os limites de 20 a 27° C (média anual), podendo a planta crescer bem entre 16 e 38° C. Esta cultura não cresce a temperaturas em torno de 15° C, paralisando a sua actividade vegetativa e entrando em fase de repouso (Mattos & Gomes, 2000).

A faixa mais adequada de precipitação pluvial está compreendida entre 1000 a 1500 mm/ano bem distribuídos. É também muito cultivada em regiões semiáridas, com 500 a 700 mm de chuva por ano ou menos, nessas condições é importante adequar a época de plantio, para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses de cultivo (Mattos & Gomes, 2000).

2.4.2. Solos

A mandioca é uma cultura largamente adaptada a muitas ecozonas no mundo (Baguma e Otim-Nape, 1992). Mas por ser uma cultura cujo produto principal são as raízes, necessita de solos profundos e friáveis (soltos). Sendo ideais os solos arenosos ou de textura média, por possibilitarem um fácil crescimento das raízes, pela boa drenagem e pela facilidade de colheita (Mattos & Gomes, 2000). Nestes a fertilidade normalmente é mais baixa, o preparo do solo e a colheita são mais fáceis, o crescimento em comprimento das raízes grossas costuma ser maior (Gonçalo & Takahashi, 2001).

Os solos argilosos são indesejáveis porque, por serem mais compactos que os arenosos, dificultam o crescimento das raízes e apresentam um maior risco de encharcamento, podendo provocar o apodrecimento das raízes além de que nestes solos verifica-se uma maior dificuldade na colheita, principalmente se ela coincide com a época seca (Mattos & Gomes, 2000).

2.5. Importância da cultura de mandioca

a) Importância nutricional das raízes e folhas

As raízes e folhas da mandioca são utilizadas para a alimentação humana e animal. Estima-se que cerca de 65% da produção mundial de raízes seja destinada à alimentação humana (Buitrago, 1990).

Na agricultura tradicional, as folhas da mandioca são usadas para consumo humano, é uma fonte barata de e rica em proteínas e vitamina A e B (Buitrago, 1990).

A tabela 2 indica o valor nutricional da mandioca.

Tabela 2. Conteúdo em (%) de nutrientes maiores nas raízes de reserva e nas folhas, calculados sobre a matéria húmida e matéria seca (Buitrago, 1990).

Nutrientes	Raíz de reserva		Folha	
	Base húmida	Base seca	Base húmida	Base seca
Matéria seca	35.00	100.00	28.00	100.00
Amido	30.21	85.10	16.23	39.00
Proteína bruta	1.10	3.10	6.80	24.00
Gorduras	0.47	1.30	1.80	6.50
Fibra bruta	1.10	3.10	5.80	20.60
Cinzas	0.70	1.90	1.70	6.20
Cálcio	0.10	0.33	0.43	1.50
Fósforo	0.15	0.44	0.08	0.27

Na raíz da mandioca, a casca representa 15% a 20% do seu peso total, e a polpa equivale 80% a 85% aproximadamente (Buitrago, 1990).

b) Características químicas

As proteínas, gorduras, fibras e cinzas encontram-se em maior quantidade no córtex e os carboidratos na polpa (Buitrago, 1990).

A raíz da mandioca é muito rica em carboidratos digeríveis, sendo a principal fonte de calorias na alimentação com cerca de 135 Kcal/100g base húmida (Teles, 1995), mas como mostra a tabela 2 a raíz de reserva é pobre em proteínas e lípidos, assim a mandioca deve ser associada na dieta a alimentos ricos em proteína a fim de evitar doenças carenciais (Teles, 1995).

2.5.1. Utilização

Durante muitos anos a mandioca foi referida como cultura de segurança, actualmente é uma cultura para todos (pobres e ricos) com um potencial para aliviar o "Status" da agricultura no mundo (Baguma e Otim-Nape, 1992).

A raiz de reserva é consumida fresca ou seca. A mandioca seca é a principal forma de comercialização da mandioca, que pode substituir parcialmente o milho e é uma alternativa para produção de rações de animais (Almeida 1995, citado por Gordinho, 2002).

O consumo de pão e produtos derivados, preparados em padarias, tomaram-se habituais na alimentação, particularmente em áreas urbanas. Infelizmente, muitos países africanos não poderiam produzir o trigo necessário para preparar esses produtos e gastam divisas para importar trigo (Omoaka e Bokanga, 1992). Usando culturas locais, como a mandioca, em produtos de padaria esses países podem acumular elevadas somas de dinheiro que podem ser usadas para outras necessidades de emergência (Omoaka e Bokanga, 1992).

A farinha de mandioca pode ser adicionada ao trigo em proporções de 20% de farinha de mandioca para 80% de farinha de trigo e produzir pão composto 100% indistinguível (Engleston e Omoaka, 1991 citados por Omoaka e Bokanga, 1992).

Segundo Engleston *et al.* (1991), é possível fazer produtos de padaria como pão, bolos e biscoitos sem usar qualquer outro tipo de farinha se não a farinha de mandioca. São produtos muito fáceis de fazer e bem aceites pelo sistema sensorial.

A mandioca é também usada para produzir amido, para além da extracção doméstica deste para fins de lavandaria. Considerações podem ser também dadas para maximizar o uso de mandioca em “stocks” de sobrevivência e alimentação de aves como um substituto do milho (*Zea mays*) que é relativamente mais caro em termos monetários (Tewe e Bokanga, 1995).

A mandioca fresca é usada para alimentação directa de porcos, há várias décadas que esta tem sido importante na nutrição suína (Tewe e Bokanga, 1995).

2.6. Factores que afectam a produção e consumo da mandioca

Apesar de a mandioca ser uma cultura de zonas tropicais, existem alguns factores que afectam a produção e o seu consumo de entre os quais à a destacar as pragas, doenças e conteúdo em cianetos.

2.6.1. Pragas e doenças

As pragas e doenças que mais prejuízos causam à produção e consumo de mandioca em África são, o gafanhoto-elegante (*Zonocerus elegans* L.), o ácaro verde (*Mononychellus tanajoa* Bondar.), nemátodos de vários tipos, a cochonilha pulverulenta (*Phenacoccus manihoti* M.F.), mosaico africano, murchidão bacteriana (*Xanthomonas campestris* p.v. *manihoti*), doença do Vírus do Listrado Castanho, mais conhecida por podridão da raiz (tubérculos) (O’Hair 1995, citado por Gordinho, 2002).

Em África as pragas e doenças em conjugação com as práticas culturais pobres causam perdas de rendimento tão altas que podem atingir os 50% da produção total (Gordinho, 2002).

2.6.2. *Conteúdo em cianetos*

O alto teor de ácido cianídrico (HCN) nas raízes de muitas variedades de mandioca é o maior constrangimento na utilização desta como alimento em humanos e animais (Westby, 1991).

A mandioca contém 4 a 5 glicosídeos cianogénicos, sendo os principais a linamarina e a lotaustralina, (Teles, 1995). A toxicidade da mandioca resulta da habilidade que a planta tem de produzir estes glicosídeos cianogénicos e hidrolizá-los em cianeto de hidrogénio (HCN) (Bokanga, 1992).

Os glicosídeos cianogénicos são encontrados em todos tecidos da planta em concentrações variadas sendo as folhas mais tóxicas que as raízes (Teles, 1995). Nas raízes estes compostos são armazenados nos vacúolos das células, enquanto que a enzima que hidrolisa os glicosídeos, a linamarase, localiza-se na parede celular (Bokanga, 1992).

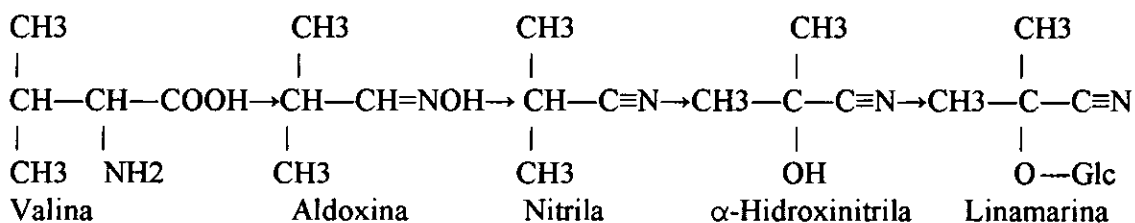
Os níveis de glicosídeos cianogénicos e linamarase variam muito entre variedades de mandioca, entre diferentes tecidos da mesma planta, até mesmo no parênquima da mesma raiz (Bruijn, 1973).

O grau de toxicidade entre as variedades depende da concentração de glicosídeos cianogénicos na polpa da raiz (Bruijn, 1973). Os termos mandioca amarga e mandioca doce, referem-se ao sabor do parênquima da raiz de reserva. O sabor doce deve-se à presença de açúcares e não à ausência de cianetos (Borges e Fukuda, 1993), enquanto que o sabor amargo está relacionado com alto nível de glicosídeos cianogénicos (Essers, 1995).

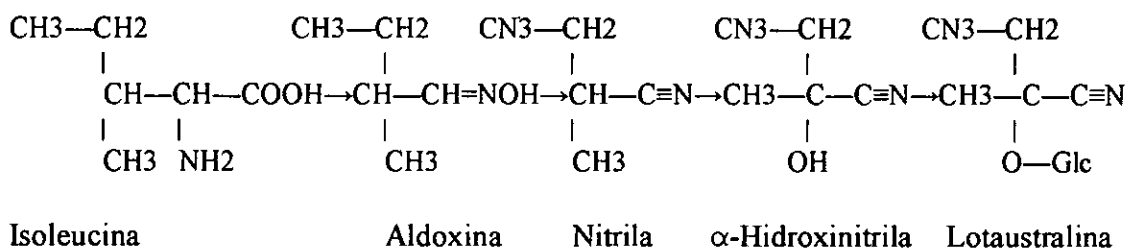
Variedades com alto teor de cianetos podem-se converter em variedades com baixo teor e vice versa em resposta a mudanças nas condições ecológicas de produção (Essers, 1995).

O caminho metabólico de síntese dos principais glicosídeos cianogénicos encontrados na mandioca é representado na figura 2 (Teles, 1995).

Para Linamarina



Para Lotaustralina



Glc - Glucose

Figura 2: Biossíntese de glicosídeos cianogénicos a partir de um aminoácido precursor

O principal responsável pela toxicidade de mandioca é o HCN, embora haja possibilidade de existência de outros produtos tóxicos tais como alcalóides e proteínas tóxicas (Teles, 1995).

A intoxicação alimentar pelos glicosídeos cianogénicos inicia-se no processo digestivo numa primeira fase com a hidrólise ácida, seguida de hidrólise enzimática pela microflora intestinal (Teles, 1995).

O principal caminho de defesa do organismo humano contra a intoxicação por glicosídeos cianogénicos é a sulfuração do radical cianeto (-CN) com enxofre cedido por aminoácidos sulfurados, principalmente cisteína e metionina, na seguinte reacção geral: Glicosídeo-CN + S-aminoácido → SCN + Saliva e Urina (Teles, 1995).

2.6.3. Aspectos toxicológicos da mandioca

A intoxicação está associada ao consumo elevado de variedades tóxicas de mandioca não processada.

A dieta com alto teor de HCN durante uma crise alimentar resulta em paraparesia espástica “Epidemic of spastic paraparesis” que é a incapacidade de andar, doença chamada por “Konzo” (Ministry of Health, 1984; Cliff *et al.*, 1999). Em Moçambique a primeira epidemia de Konzo foi devida à seca e identificada em 1981 e a segunda foi devida à guerra e identificada em 1993 (Cliff *et al.*, 1999). As crianças apresentam maior risco para este tipo de intoxicação (Teles, 1995).

2.7. Métodos de análise do ácido cianídrico

Com o objectivo de quantificar o teor de cianetos em mandioca e seus derivados, têm sido desenvolvidas numerosas metodologias.

Os cianetos da mandioca e produtos derivados encontram-se basicamente em duas formas, a livre – HCN + cianohidrinas e na forma ligada – linamarina + lotaustralina (glicosídeos cianogénicos) (O’ Brien *et al.*, 1991). A cianohidrina é um composto intermédio da hidrólise entre glicosídeo cianogénico e o ácido cianídrico, o qual pode ser absorvido e degradado no sistema digestivo libertando o ácido cianídrico (HCN) (Borges e Fukuda, 1993).

A quantificação do teor de cianetos na mandioca fresca e seus derivados é ainda difícil. Até ao momento, não foi desenvolvida uma metodologia que seja rápida, precisa e de baixo custo, para a determinação quantitativa do teor de cianetos na mandioca e produtos derivados (Borges e Fukuda, 1993).

A literatura faz referência a um grande número de métodos, todos apresentam alguma desvantagem como tempo de análise, precisão, custo etc. Neste trabalho foi utilizado o método de Bradbury *et al.* (1998), que consiste na determinação de cianeto total em raízes de mandioca fresca no campo.

A falta de uma metodologia analítica rápida, eficiente e de baixo custo para a quantificação de cianeto, tem sido, até ao momento, um obstáculo em estudos de melhoramento genético de mandioca para selecção de variedades com baixo teor de cianetos (Borges e Fukuda, 1993).

2.8. Alternativas para redução do nível de cianetos na mandioca para consumo

Em algumas partes do mundo, onde a mandioca é muito importante como cultura alimentar, ainda predominam cultivares com alto teor de glicosídeos. Isto significa que é necessária a desintoxicação quando se produz Gari ou Farinha (Onwueme, 1991).

As técnicas de processamento da mandioca, desenvolvidas em diferentes partes do mundo, são importantes na redução do conteúdo de cianetos, o que leva ao aumento palatibilidade e alongam o tempo de conservação (Teles, 1995; Nweke, 1994), uma vez que as raízes são facilmente deterioráveis (O'Hair, 1995).

Uma maneira fácil de eliminar estes componentes é encorajar os camponeses a adoptar cultivares com baixo teor de HCN (Onwueme, 1991).

O objectivo deste estudo é por isso identificar variedades que em condições de seca mostram se com baixo teor de cianetos, para encorajar os camponeses ou populações à utilização das mesmas, para evitar situações de intoxicação em áreas ou zonas rurais em que a alimentação é baseada em mandioca e seus derivados.

3. OBJECTIVOS

3.1. Geral

Estudar a flutuação do nível de cianetos em quatro variedades de mandioca em diferentes condições de irrigação.

3.2. Objectivos específicos

- Determinar o conteúdo de cianetos em cada variedade, nas diferentes condições de irrigação.
- Comparar o conteúdo de cianetos nas amostras colhidas aleatoriamente nas diferentes condições de irrigação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

- Balança portátil
- Canivete
- Papel de filtro de Whatman
- Garrafas com tampas de roscas
- Água destilada
- Papel transparente
- Papel de alumínio
- Papel picrado
- Pipetas plásticas
- Luvas
- Tesoura
- Tabela de cores
- Marcadores
- Raízes de mandioca
- Geleira
- Ácido fosfórico concentrado (88%)
- Hidróxido de sódio a 10M
- Linamarina
- Tampão fosfato a pH 8,0
- Ácido pícrico
- Carbonato de sódio

4.2. Métodos

O presente trabalho foi realizado na Estação Agrária de Umbeluzi (E. A. U.), do Instituto de Investigação Agronómica (INIA), situada ao longo da Estrada Nacional nº 2, na Avenida de Namaacha. Esta dista 25 Km da cidade de Maputo em direcção Sul, a uma latitude de 26° 03' Sul, longitude 32° 23' Este e a 12m de elevação.

4.2.1. Preparação do solo

O solo foi preparado por duas lavouras, duas gradagens e uma sulcagem a 1 metro. Foi igualmente feita uma adubação de fundo com 100Kg/ha de NPK 12:24:12, segundo as necessidades depois duma análise deste.

4.2.2. Delineamento

Foram usados blocos completos casualizados com parcelas subdivididas, usando a técnica de "Line-source" (linha fonte), com 4 repetições e 12 tratamentos.

O compasso entre linhas foi de 1x1m a área total do ensaio foi de 1551 m², para mais detalhes veja os anexos 1 e 2.

O ensaio possuiu 3 linhas de fornecimento de água de rega L₃, L₂, L₁ e que foram:

L₃- Zona totalmente irrigada, que corresponde a lâmina de água 3.

L₂- Zona parcialmente irrigada, que corresponde a lâmina de água 2.

L₁- Zona de sequeiro, que corresponde a lâmina de água 1.

Foram colocados 12 colectores por cada linha com o objectivo de receber água da rega, feita por aspersores. No final de cada rega era feita a leitura da quantidade de água fornecida a cada lâmina com ajuda duma proveta de 250ml. Para conversão a mm, da água fornecida, era usada a seguinte fórmula:

$$d = [(\sum p_i/n) / 80,0097] \times 10 = [\text{mm}]$$

onde: d – quantidade de água recebida em [mm].

10 – factor de conversão

n – número total de colectores

p_i – água recolhida dos colectores

Origem, Franco e Lancaster, (1992).

4.2.3. Plantação

A plantação foi feita colocando uma estaca de 20cm de comprimento por covacho a um compasso de 1m x 1m.

As variedades usadas no ensaio estão indicadas na tabela 3.

Tabela 3: Variedades usadas no ensaio.

Síglas	Variedade	Origem	Ano de introdução
V1	TMS 42025	Introduzida do IITA	1983
V2	TMS 30395	Introduzida do IITA	1983
V3	Gangassol	Local	*
V4	MZ 89001	Seleccionada em Moçambique	1988

* Não se conhece o ano de introdução

4.2.4. Determinação do HCN

A determinação de cianeto total em raízes de mandioca foi feita pelo método de Bradbury *et al.* (1998), como a seguir se descreve:

1. descascou-se e cortou-se uma secção muito fina (2mm de espessura) duma mandioca, a meio da secção longitudinal da raíz, com o peso de 100mg. Foram cortadas duas outras de 100mg de peso a partir da mesma secção para permitir fazer as repetições;
2. colocou-se num frasco plástico um disco de papel de filtro de Whatman embebido num tampão a pH 6 e por cima deste, a secção de 100mg de mandioca;
3. adicionou-se 0,5 ml de água destilada;
4. adicionou-se imediatamente um papel picrado amarelo ligado a uma tira plástica.
5. fechou-se o frasco com tampa de rosca e deixou-se à temperatura ambiente (25°-37°);
6. repetiu-se os passos 3 a 6 com secções de outras duas raízes de mandioca a partir da mesma planta;
7. procedeu-se à leitura dos resultados das amostras após 16-24 horas pela comparação da cor do papel picrado em relação às cores da tabela de cores fornecida;
8. leu-se, a partir da tabela de cores, a quantidade de cianeto total em ppm na mandioca. Calculou-se a média a partir dos 3 sectores diferentes;
9. preparou-se uma outra amostra como vem descrito acima, passos 2 a 8, mas sem nenhuma mandioca, para servir de branco;
10. para verificar o método, colocou-se um disco de papel de filtro de Whatman com o tampão e linamarina numa garrafa, adicionou-se um papel com linamarina, 0,5 ml de água e um papel picrado amarelo. Fechou-se o frasco com uma tampa de rosca e procedeu-se da mesma forma que nos passos 7 e 8.

4.2.5. *Preparação dos discos de papel de filtro com o tampão e papel picrado*

- Foram preparados discos de papel de filtro com tampão fosfato imobilizado, da seguinte forma:
 1. para a preparação da solução de 1M do tampão fosfato: adicionou-se cerca de 750 ml de água a 80 ml de ácido fosfórico concentrado (88% H_3PO_4);
 2. para a solução à 10M de hidróxido de sódio: dissolveu-se 100g de grânulos de hidróxido de sódio em água, até fazer 250 ml, adicionou-se à solução de ácido fosfórico, ajustando-se o pH a um valor de 6.0;
 3. para carregar o disco de papel com 21mm de diâmetro com o tampão a pH 6.0, adicionou-se com pipeta plástica uma gota de 1M da solução de tampão fosfato a pH 6.0 e deixou-se secar ao ar.

5. TRATAMENTO DE DADOS

O tratamento de dados foi feito através de:

Análise de variância, baseando-se no modelo estatístico de delineamento de blocos completos casualizados, descrito por Gomez & Gomez (1984).

Foi feito o teste de Duncan ao nível de significância 5% para comparação das médias dos resultados obtidos, com auxílio do programa informático SAS.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Quantidade de água recebida por nível de irrigação

A água de irrigação através da linha de fonte forneceu as quantidades de água indicadas na figura 3.

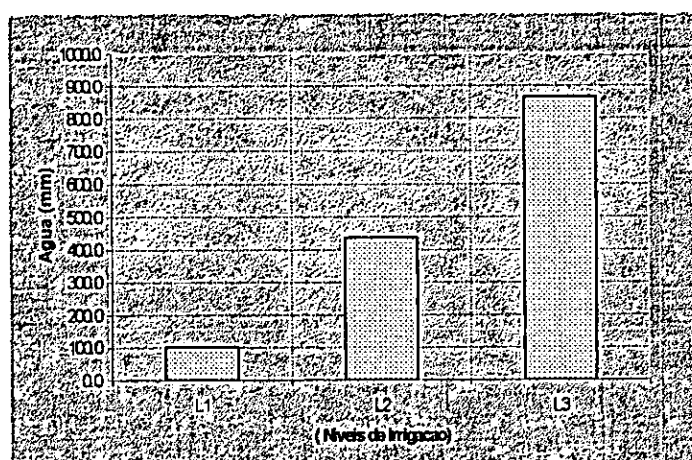


Figura 3: Quantidade de água recebida por cada nível de irrigação

Os resultados da irrigação em cada nível ao longo de todo ensaio, mostram que existem extremos, nomeadamente o nível de irrigação L1, que recebeu menor quantidade de água, e o nível de irrigação L3, que recebeu maior quantidade. Este resultado era esperado uma vez que a linha de fonte tinha sido colocada de maneira a fornecer água na direcção do nível de irrigação L3 para o nível L1. Assim o nível de irrigação L2 recebeu uma quantidade intermédia de água em relação aos níveis L1 e L3. Com esta irrigação gradual pretendia-se estudar o comportamento dos cianetos, considerando que a precipitação ideal para o crescimento da mandioca é de 1000 a 1500 mm/ano mas que a mesma é tolerante em condições de seca (Purseglove, 1991). Sendo assim, esperar-se-ia uma menor concentração de cianetos sob as condições de irrigação L3 do que sob as condições de irrigação L1.

6.2. Teor de cianetos

A toxicidade da mandioca é medida pela quantidade de ácido cianídrico total, que determinada amostra contém. Vários factores podem interferir no teor de cianetos na planta, entre eles os factores ecológicos e fisiológicos.

Os resultados deste trabalho comparam os níveis de HCN em ppm (partes por milhão = mg de HCN/kg de mandioca) em 4 variedades de mandioca fresca, colhidas no campo com três níveis diferentes de irrigação.

A análise de variância dos teores de HCN no ensaio em geral mostrou diferenças significativas ($P=0.0001$), como mostra a Tabela 2 no anexo 4.

Do mesmo modo a análise de variância dos teores de HCN nas diferentes variedades mostrou diferenças significativas ($P=0.0001$), e nenhuma variedade mostrou-se sem cianetos. Houve também diferenças significativas nas repetições ($P=0.0039$), como mostra a Tabela 3 no anexo 4, estas diferenças podem ser justificadas pela variabilidade verificada no teor de cianetos nas variedades e nas repetições como mostra a tabela 5 no anexo 6 e no tamanho das raízes no que diz respeito ao diâmetro e o comprimento (dados não recolhidos). Esta variabilidade pode ter sido a razão que levou a diferenças significativas em termos de HCN em todo ensaio.

Segundo a literatura, há geralmente uma variação de concentração de HCN ao longo da raiz da mandioca (Bruijn, 1973). Na direcção longitudinal a concentração aumenta do ponto de inserção da raiz no caule ao ponto terminal da raiz enquanto que na direcção transversal o teor de glicosídeos aumenta do centro da raiz à parte externa (Fukuda *et al.*, 1984).

O facto de não ter havido recolha de dados sobre diâmetro e comprimento da raiz, não permite ligar a quantidade de cianetos a estes parâmetros.

6.3. Irrigação

Não houve diferenças significativas ($P=0.1857$) em termos do teor de cianetos nas variedades, nos diferentes níveis de irrigação, contudo nota-se que as variedades TMS 42025 e Gangassol apresentam níveis inferiores de cianetos, quando comparadas com as variedades TMS 30395 e MZ 89001. A variedade TMS 30395 tem tendência para acumular maior quantidade de cianetos, particularmente nos níveis L1 e L3 em relação às outras variedades, apesar de a MZ 89001 ter quantidades aproximadas de acumulação a estes níveis (Figura 4).

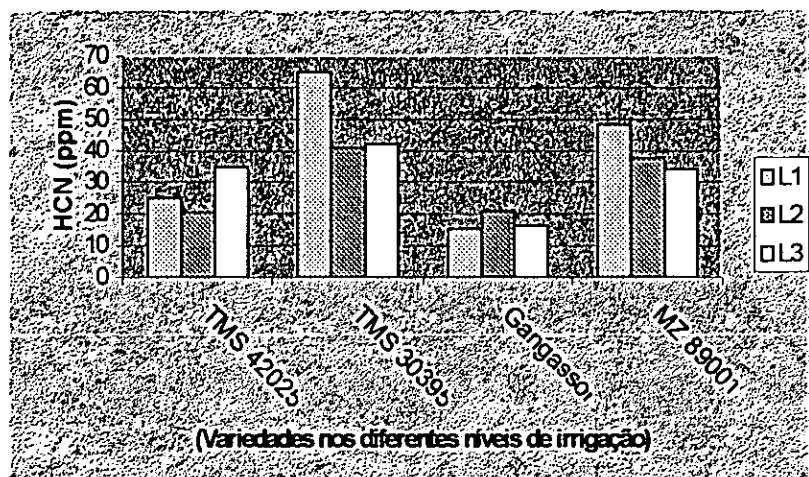


Figura 4: Comparação do teor de HCN nos níveis de irrigação e nas variedades

Dados referentes a 12 amostras por variedade em cada nível de irrigação e 36 amostras por variedade em cada repetição.

A falta de diferenças significativas pode dever-se ao transporte de água no solo por capilaridade, uniformizando as condições de irrigação, sem permitir a existência de diferenças significativas em termos de teor de água proveniente da irrigação. A água da chuva também pode ter contribuído para este tipo de resultado, apesar de na L1, que é considerada sequeiro, o teor de cianetos ter tendência a ser maior que na L2 e L3. Esta situação pode encontrar justificação em Mader (2001), que afirma que depois duma chuva ou irrigação a gravidade causa a drenagem da água no solo e por capilaridade esta é transportada para solos adjacentes que não tenham sido abrangidos pela chuva ou irrigação. A velocidade com que isto acontece depende da permeabilidade do solo em causa.

6.4. Interação entre a irrigação e as variedades

Não houve diferenças significativas ($P=0.1857$) em termos de interação entre a irrigação e as variedades como mostra a Tabela 5. Os resultados indicam que as diferenças observadas nas variedades são devidas às próprias variedades e não foram influenciadas pela irrigação. Contudo Bruijn (1973), mencionou que o stress hídrico aumenta o teor de cianetos, enquanto Bokanga (1994), indicou que a movimentação da variedade dum local para outro pode, também, alterar o seu conteúdo em cianetos, devido a diferentes características do solo e precipitação. A influência destes factores na quantidade de cianetos merece e carece ainda de investigação.

Estudos desta natureza já foram realizados mas com o objectivo de perceber a resposta das variedades ao stress hídrico na produtividade, como é o caso do estudo feito por Nwosu e Onofeghara, (1991) sobre níveis críticos de stress hídrico afectando o crescimento da mandioca. Este estudo indicou que o stress hídrico limita o desenvolvimento da planta, os tubérculos na parte subterrânea são de tamanho reduzido e com alta concentração do cianeto total em toda planta.

6.5. Comparação das diferentes variedades em termos de teor de HCN

A acumulação de HCN nas diferentes variedades mostra que não há diferenças significativas entre as variedades TMS 30395 e MZ 89001, o mesmo acontece com as variedades TMS 42025 e Gangassol como mostra a tabela a seguir

Tabela 6: Comparação dos teores de cianetos nas variedades.

Média	Variedade
49.583 a	TMS 30395
40.000 a	MZ 89001
26.806 b	TMS 42025
17.639 b	Gangassol

Valores na tabela, seguidos duma mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan à 5% e $P = 0.0001$.

A figura 4 mostra também o teor de HCN nas diferentes variedades, pode-se ver que as variedades (TMS 30395 e MZ 89001) possuem maior quantidade deste, enquanto que as variedades (TMS 42025 e Gangassol) possuem menor quantidade. Em geral, as variedades tiveram comportamentos diferentes no que diz respeito ao teor de HCN.

Estes resultados estão de acordo com os de Nwosu e Onofeghara (1991), o seu trabalho sobre acumulação de cianetos e actividade da linamarase em variedades de mandioca expostas a uma situação de stress hídrico, mostraram que a proporção de glicosídeos cianogênicos e de cianeto livre aumenta de diferentes maneiras de acordo com as diferentes variedades. Por outro lado, Almeida, 1995, citado por Gordinho, (2002) indicou que vários factores influenciam o nível de cianetos numa determinada amostra, entre eles destacam-se as condições ambientais, clima, parte e qualidade do tubérculo, época de plantio, condições dos solos entre outros.

Segundo Almeida (1995) e Bokanga (1992), a quantidade de cianetos na planta pode variar com a variedade, condições agro-ecológicas, idade e a parte da planta bem como com as práticas agrícolas.

No ensaio do presente trabalho foi feita uma adubação do solo com nitrogénio, fósforo e potássio, Bruijn (1973), diz que factores ecológicos e fisiológicos podem aumentar ou diminuir o teor de cianetos na planta tais como a aplicação de matéria orgânica, secas severas, aumento da densidade de plantação e poda da parte aérea aos 14 dias antes da colheita.

Não se conhecendo os níveis de nitrogénio e potássio referidos por Bruijn (1973), não se pode afirmar categoricamente que os níveis de cianetos tenham sido influenciados pela adubação com NPK.

A ausência de diferenças significativas no que diz respeito à irrigação levou a que não fosse necessário comparar os teores de HCN nos diferentes tipos de irrigação pelo teste de Duncan.

6.6. Teor de HCN nas diferentes variedades em diferentes condições de irrigação

A figura 6 mostra que a variedade TMS 42025 concentrou mais HCN no tipo de irrigação (L3), um resultado que não era esperado no ensaio, uma vez que L3 é o nível de irrigação que recebeu mais água. Em princípio, era de esperar que o teor de HCN neste tipo de irrigação fosse reduzido. Assim, pode-se interpretar este resultado como sendo uma característica da variedade responder a maiores quantidades de água com um aumento do teor de HCN, o que contraria os resultados da maior parte dos estudos do género.

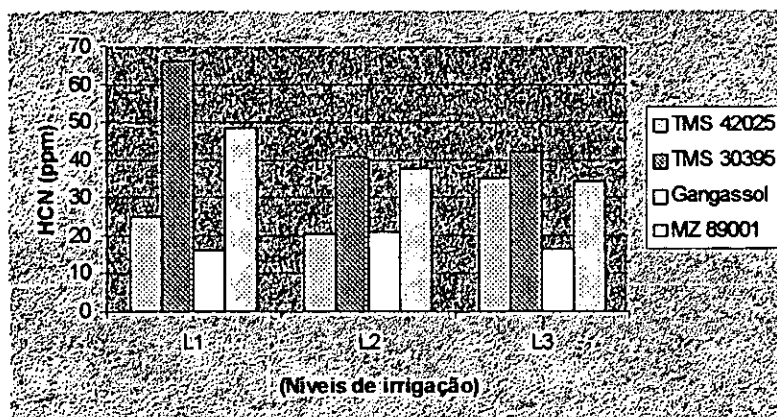


Figura 6: Teor de HCN nas variedades nos diferentes níveis de irrigação. Cada barra mostra resultado de 12 amostras em cada nível de irrigação

Por outro lado, as variedades TMS 30395 e MZ 89001 concentraram mais HCN no tipo de irrigação (L1), que é o que se esperava em todas as variedades, porque esta zona foi a que recebeu menos água em termos de irrigação, já que o índice de cianetos tende a aumentar à medida que a planta encontra menos água, isto é, em solos secos (Bokanga, 1992).

As condições de seca, que se criaram na zona do nível de irrigação L1, podem ter contribuído bastante para um teor alto de HCN nestas variedades neste nível de irrigação.

A variedade Gangassol concentrou mais HCN no nível de irrigação L2, um resultado que não era esperado no ensaio uma vez que L2 é o nível de irrigação considerado intermédio, em princípio era de esperar que o teor de HCN neste nível de irrigação fosse também intermédio. Este resultado poderá ter sido originado também pela característica da variedade, isto é, provavelmente a variedade, como sua característica, não responde à irrigação com o aumento ou diminuição de HCN.

6.7. Teor total de HCN nos diferentes níveis de irrigação

A figura 7 mostra que em termos de HCN total presente na mandioca, o nível de irrigação L1 apresenta maiores concentrações que os outros níveis, resultado esperado, já que este nível recebeu pouca quantidade de água, como se pode ver na figura 3, assim, o solo encontrava-se quase sempre seco por presença de baixa quantidade de água. Este resultado assemelha-se ao de Nwosu e Onofeghara (1991), os seus estudos sobre a acumulação de cianetos na mandioca, indicaram que, o stress hídrico aumenta a quantidade de cianeto total na mandioca. Por outro lado, Almeida (1995) defende que vários factores influenciam o nível de cianetos na mandioca, entre eles destacam-se as condições ambientais, clima, parte e qualidade do tubérculo, época de plantio, condições dos solos entre outros.

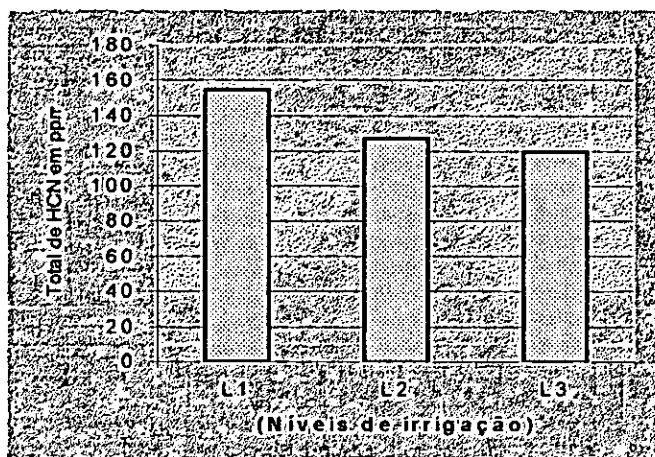


Figura 7: Teor total de HCN na L1, L2, L3

Assim, a elevada quantidade de cianetos observada na L1 pode ser resultado da irrigação e das variedades mas também pode resultar das condições ambientais, do clima, da época de plantio e das condições do solo.

7. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem concluir que:

- As variedades, em geral, comportaram-se de maneira diferente nos diferentes tipos de irrigação, no que diz respeito ao teor de HCN presente nas raízes.
- As variedades TMS 30395 e MZ 89001 apresentaram alto teor de HCN, podendo ser consideradas amargas, enquanto que TMS 42025 e Gangassol apresentaram baixo teor de HCN, podendo ser consideradas doces.
- A variedade TMS 42025 teve a tendência a concentrar mais HCN no nível de irrigação L3, por isso pode-se dizer que não é aconselhável submetela a irrigação, como forma de diminuir o teor de cianetos.
- As variedades TMS 30395 e MZ 89001 deverão ser submetidas à irrigação como forma de diminuir o HCN, uma vez que apresentam menores concentrações do mesmo no nível de irrigação L3.
- As variedades TMS 42025 e Gangassol podem ser cultivadas em condições de seca, pois não alteram o seu teor em cianetos.
- O stress hídrico no nível L1 conduziu a maiores concentrações de HCN nas variedades de mandioca utilizadas.

8. LIMITAÇÕES NO TRABALHO

Não foi calculada a evapotranspiração por não ter sido medida a humidade no solo por razões de avaria do aparelho para este fim.

A análise de HCN pelo método de Bradbury *et al.* (1998) exige um tamanho de amostra grande, o que não foi possível por falta de reagentes durante o estudo e como consequência disto obteve-se um coeficiente de variação e quadrados médios elevados.

9. RECOMENDAÇÕES

Os resultados e a experiência adquirida neste trabalho permitem recomendar que:

- Sejam feitos mais ensaios desta natureza em diferentes zonas ou locais ao longo do país, para se explorar mais tipos de solos e estudar-se a variabilidade do comportamento destas mesmas variedades.
- O delineamento do ensaio seja feito deixando algum espaço entre as lâminas que diferenciam os níveis de irrigação, para permitir que as lâminas subsequentes não sofram o efeito da água da primeira lâmina e desta forma se consiga diferenciar a quantidade de água no solo.
- Se submetam a este teste muitas outras variedades, para permitir o aumento do conhecimento do número das que diminuem o teor de HCN quando submetidas a irrigação e posterior divulgação.
- Se efectue este tipo de ensaios em estufas, ou em lugares que não permitam a entrada da água da chuva, para que os resultados não sejam afectados por esta.
- As raízes sejam pesadas e medidas em comprimento e diâmetro (na zona central da raiz) para permitir perceber a variabilidade do teor de cianetos em relação a estes parâmetros.
- A análise de HCN seja feita no campo, ou no local de colheita, para evitar que algum HCN se evapore durante a viagem até ao laboratório .

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. M. R. (1995). Cultivar. Manual de Mandioca. 48: 57-64.
- Antônio, P. (1960). A Mandioca. Revista Agrícola. 18: 49-53.
- Baguma, Y. K. e Otim-Nape, G. W. (1992). Cassava Research Activities in Uganda. Root Crops for Food Security in Africa. 2: 423-424.
- Benson, L. (1987). Euphorbiaceae. Plant Classification. pp 111-159. Boston, U.S.A.
- Bokanga, M. (1992). The Cyanogenic Potencial of Cassava. pp 336-339. IITA (International Institute of Tropical Agriculture), Nigeria.
- Bokanga, M. (1994). Distribution of Cyanogenic Potencial in Cassava Germoplasm. Acta Horticulturae. pp 117-123. Nigeria.
- Borges, M. F. e Fukuda, W. M. G. (1993). Teor de Cianeto em Raízes frescas e Processadas de Mandioca. Revista Brasileira de Mandioca. 8: 75-83.
- Bradbury, M. G; Egan S. V e Bradbury, J. H. (1998). Determination of all forms of Cyanogens in cassava Roots and cassava products using Picrate paper Kits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2 pp. Australia.
- Bruijn, G. H. (1973). (*Manihot sculenta* Crantz). Etude de Caractère Cyanogénéque du Manioc. pp 43-48. The Netherlands.
- Buitrago, J. A. (1990). La Yuca em alimentation animal. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 85: 115-127.
- CIAT. (1981). Investigacion, Produccion y utilizacion. Documento de Trabajo. 50 pp, Colombia.
- Cliff, F., Nicala, D., Saute, F., Givragy, R., Azambuja, G., Taela, A., Chavane, L. e Gani, A. (1999). Ankle Clonus and Thiocyanate, Linamarin and Inorganic Sulphate Excretion in School Children in communities with Konzo: Tropical Pediatrics. 46 pp, Maputo, Mozambique.
- Costa, I. R. S. e Silva, S. O. (1992). Colecta de Germoplasma de Mandioca no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Mandioca. 1: 19-21
- Deveza, M. C., (1952). A Mandioca sua importância cultural. Gazeta do Agricultor. 4ª edição, 45 pp, Brasil.

- Drummond, R. B, Moll, E. J, Palgrave, P. M. C., Duggan, T. (1983). Euphorbiaceae. Trees of Southern Africa. 2nd edition, pp 390-438, R. S. A.
- Ekanayake, I. J., Osiru, D. S. O. e Porto, M. C. M. (1997). Morphology of Cassava. 30 pp, Nigeria.
- Engleston, G., Omoaka, P. e Hedioha, D. I. (1991). Development and Evaluation of Products from Cassava Flour as a new Alternatives to Wheaten Breads. 1: 18-23.
- Engleston, G. e Omoaka, P. (1991). Alternative Breads from Cassava Flour. Tropical Root Crops in a Developing Economy. pp 243-248, Accra, Ghana.
- Essers, S. (1995). Removal of Cyanogens from Cassava Roots. Studies on Domestic Sun-drying and Solid-substrate Fermentation in Rural Africa. pp 121-127, Uppsala University, Sweden.
- Franco, F. M. e Lancaster, A. (1992). Lições de Hidrologia. 2^a edição, 453pp, Lisboa, Portugal.
- Fukuda, H. e Mendonza, E. M. T. (1984). Determination of Cyanide in Cassava. Tropical Root Crops Postharvest Physiology and Processing. 1: 171-181.
- Gomez, K. A. e Gomez, A. A. (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Edition, pp 84-101, New york, U. S. A.
- Gonçalo, S. e Takahashi, M. (2001). A Cultura da Mandioca. 88pp, Paraná, Brasil.
- Gordinho, C. E. (2002). Quantificação de Ácido Cianídrico em Variedades de Mandioca nos Distritos de Nampula e Mogincual. Tese de Licenciatura. 55 pp. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique.
- IITA. (1990). A Mandioca na África Tropical. Um Manual de referência. pp 2-134. Nigeria.
- IITA. (1992). Tropical Root Crops. pp 97-102, Intec Printers Limited, Ibadan, Nigeria.
- Jorge, M. A. B. e Zacarias, A. M. (1992). Mozambique Root Crops Research. Root Crops for Food Security in Africa. pp 427-429. INIA, Maputo, Moçambique.
- Lancaster, A. F.,Lundquist, P., Rosling, H. e Sorbo, B. (1982). Association of High Cyanide and Low Sulphur Intake in Cassava Induced Spastic Paraparesis. 37:331-348.
- Laudermilk, J. D. (1957). Euphorbeaceae. Plant Classification. 1a edição, pp 101-159, Pomona college, U. S. A.

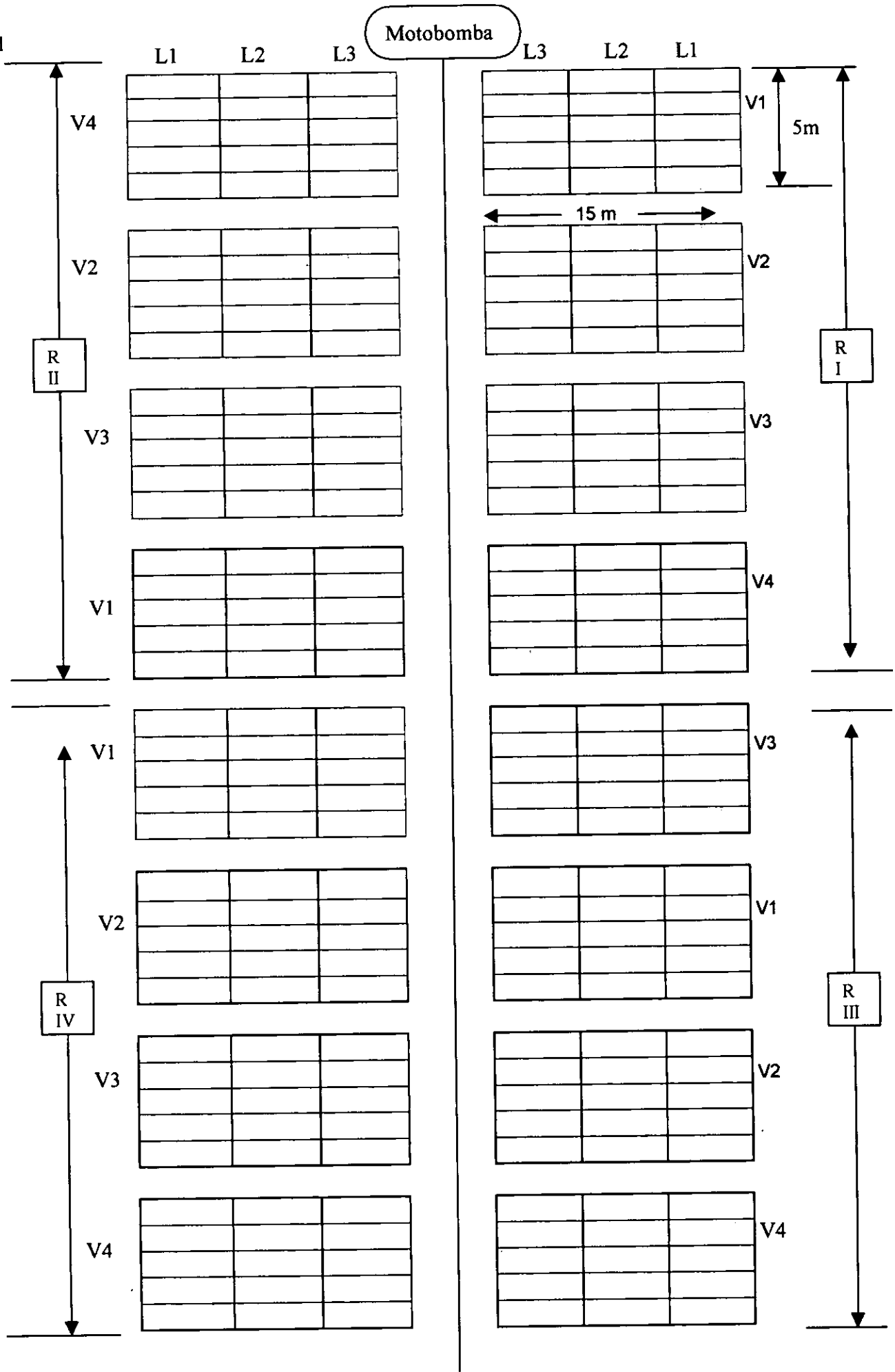
- Mader, S. S. (2001). Plant Structure and Function. Biology. 5th edition, pp 527-585, U. S. A.
- Mattos, P. L. P. e Gomes, J. C. (2000). O Cultivo da Mandioca. 122 pp. Embrapa, Brasil.
- Ministry of Health. (1984). An Epidemic of Spastic Paraparesis Associated with chronic Cyanide Intoxication in a Cassava Staple Area of Mozambique. 62: 477 - 484.
- Nweke, F. I. (1994). Collaborative Study of Cassava in Africa. 121 pp. IITA, Ibadan Nigéria.
- Nwosu, L. A. e Onofeghara, F. A. (1991). A Comparison of Cyanide Accumulation, leaf retention and Linamarase Activity of Cassava Varieties During Water Stress: Tropical Root Crops In a Developing Economy. pp187-193, Accra, Ghana.
- O'Brien, G. M., Tylor, A. J e Poulter, N. H. (1991). An Improved Enzymatic Assay for Cyanogens in Fresh and Processed Cassava. Journal of the Science of Food and Agriculture, 56: 277-289.
- O'Hair, S. K. (1995). Statistics database. Cassava. 16 pp. Tropical Research and Education Center, Florida, U. S. A.
- Oliveira, F. N. S. (1986). Considerações sobre Princípios tóxicos da Mandioca. 14 pp. Embrapa, Brasil.
- Omoaka, P. e Bokanga, M. (1992). Root Crops for Food Security in Africa. Cassava in the production of Bread and Bakery Products. pp 340-342, IITA, Kampala, Uganda.
- Onwueme, I. C. (1991). Yam, Cassava, Sweet Potato, Coco Yam. The Tropical Tuber Crops. pp 50-54. New york, U.S.A.
- Purseglove, J. W. (1991). Dicotyledons. Tropical Crops. 719 pp. Longman Sfc. Technic, London, U. K.
- Serra, C. (1982). Mandioca: o que é e como terá surgido em África e em Moçambique. Tempo. 619: 51-54.
- Sharp, W. R., Flick, C. E. e Evans, D. A. (1984). HandBook of Plant Cell Culture. pp334-338, Macmillan Publishing Company, U. S. A.
- Teles, F. F. F. (1995). Toxicidade Crónica da Mandioca na África e na América Latina: Revista Brasileira de Mandioca. 32: 107-116.

- Tewe, O. O. e. Bokanga, M. (1995). Postharvest Technology and Commodity Marketing. pp 129-136, Accra, Ghana.
- Westby, A. (1991). Importance of fermentation in Cassava Processing. Tropical Root Crops. pp 249-254, Accra, Ghana.
- Zacarias, A. M. (1999). Curso de gestão, Investigação e Desenvolvimento. Melhoramento da Mandioca. pp 35. INIA, Maputo, Moçambique.

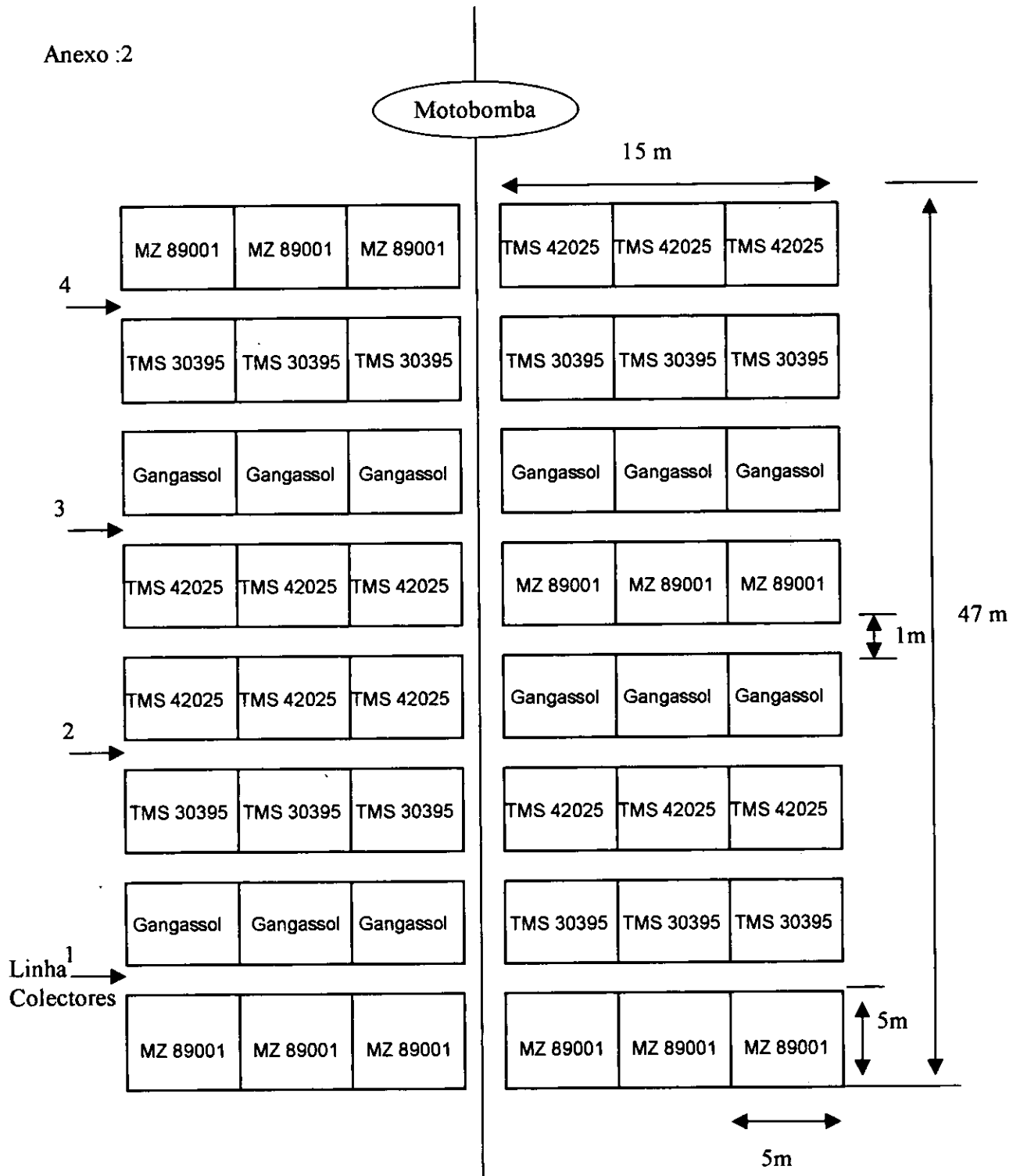


Anexos

Anexo: 1



Anexo :2



Legenda dos anexos 1 e 2

R - Repetição

L₁ - Zona de sequeiro

L₂ - Zona parcialmente irrigada

L₃ - Zona totalmente irrigada

V1 - TMS 42025


V2 - TMS 30395

V3 - Gangassol

V4 - MZ 89001

1,2,3,4 - Mostram as linhas em que foram montados os colectores da água de irrigação

Motobomba - Mostra a posição em que foi montada a motobomba em relação ao ensaio

 - Mostra medida de comprimento ou largura

Anexo: 3

MODELO ESTATÍSTICO PARA O TRATAMENTO DE DADOS

O tratamento de dados foi feito através de:

- ◆ Análise de variância, foi feita baseando-se no modelo estatístico de delineamento de blocos completos casualizados, descrito por Gomez & Gomez (1984), tabela 1

Tabela 1: Modelo de análise de variância

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.
Repetição	$(r-1) = 3$				
Irrigação (a)	$(a-1) = 2$				
Variedade (b)	$(b-1) = 3$				
Irrigação x Variedades	$(a-1) \cdot (b-1) = 6$				
Erro	$(r-1) \cdot (ab-1) = 33$				
Total	$rab-1 = 47$				

- ◆ Fonte: (Gomez & Gomez, 1984)

G.L. – Graus de liberdade

S.Q. – Soma dos quadrados

Q.M. – Quadrados médios

Prob. – Probabilidade

r – Repetição

a – Factor (a)

b – Factor (b)

C.V. – Coeficiente de variação

Anexo: 4

Tabela 2: Resultados de análise de variância dos teores de HCN no ensaio em geral

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.
Modelo	14	12862.329	918.738	4.71	0.0001
Erro	33	6433.327	194.949		
Total exacto	47	19295.656			

Tabela 3: Resultados de análise de variância dos teores de HCN nas diferentes variedades

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.
Repetição	3	3161.749	1053.916	5.41	0.0039
Irrigação (a)	2	691.08	345.54	1.77	0.1857
Variedade (b)	3	7167.796	2389.265	12.26	0.0001
Irrigação x Variedades	6	1841.704	306.951	1.57	0.1857
Erro	33	6433.327	194.949		
Total	47	19295.656			

C.V.: 41.67%

Anexo: 5

Tabela 4: Valores do teor de HCN em ppm obtidos a partir das observações nas amostras colhidas nas repetições e nos diferentes níveis de irrigação.

Repetição	Nível de irrigação	Variedade	observações nas amostras			Médias das observações
I	L1	V1	10	30	20	20.000
	L1	V2	100	100	50	83.333
	L1	V3	30	20	30	26.667
	L1	V4	100	200	10	103.333
I	L2	V1	20	20	10	16.667
	L2	V2	50	50	50	50.000
	L2	V3	30	20	20	23.333
	L2	V4	30	30	30	30.000
I	L3	V1	50	50	30	43.333
	L3	V2	30	100	10	46.667
	L3	V3	10	20	50	26.667
	L3	V4	20	50	50	40.000
II	L1	V1	30	50	30	36.667
	L1	V2	50	30	200	93.333
	L1	V3	20	20	20	20.000
	L1	V4	50	50	20	40.000
II	L2	V1	50	50	30	43.333
	L2	V2	50	50	50	50.000
	L2	V3	20	50	20	30.000
	L2	V4	50	30	20	33.333
II	L3	V1	50	30	50	43.333
	L3	V2	50	50	50	50.000
	L3	V3	30	10	10	16.667
	L3	V4	10	30	50	30.000
III	L1	V1	30	20	30	26.667
	L1	V2	50	50	30	43.333
	L1	V3	10	10	5	8.333
	L1	V4	5	10	100	38.333
III	L2	V1	10	10	20	13.333
	L2	V2	30	50	30	36.667
	L2	V3	30	20	20	23.333
	L2	V4	30	30	50	36.667
III	L3	V1	20	10	30	20.000
	L3	V2	30	30	50	36.667
	L3	V3	10	10	20	13.333
	L3	V4	20	50	10	26.667

IV	L1	V1	20	20	10	16.667
	L1	V2	50	50	30	43.333
	L1	V3	5	10	10	8.333
	L1	V4	5	10	20	11.667
IV	L2	V1	10	5	10	8.333
	L2	V2	50	20	10	26.667
	L2	V3	10	5	5	6.667
	L2	V4	20	100	30	50.000
IV	L3	V1	20	50	30	33.333
	L3	V2	50	50	5	35.000
	L3	V3	5	10	10	8.333
	L3	V4	50	50	20	40.000

Anexo: 6

Tabela: 5 Médias do teor de HCN em ppm nas repetições no ensaio em geral

Nível de irrigação	Variedade	Repetição				Médias das Repetições
		I	II	III	IV	
L1	V1	20.000	36.667	26.667	16.667	25.000
L1	V2	83.333	93.333	43.333	43.333	65.833
L1	V3	26.667	20.000	8.333	8.333	15.833
L1	V4	103.333	40.000	38.333	11.667	48.333
L2	V1	16.667	43.333	13.333	8.333	20.417
L2	V2	50.000	50.000	36.667	26.667	40.834
L2	V3	23.333	30.000	23.333	6.667	20.833
L2	V4	30.000	33.333	36.667	50.000	37.500
L3	V1	43.333	43.333	20.000	33.333	35.000
L3	V2	46.667	50.000	36.667	35.000	42.084
L3	V3	26.667	16.667	13.333	8.333	16.250
L3	V4	40.000	30.000	26.667	40.000	34.167