



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA
FLORESTAL**

MESTRADO EM PROTECÇÃO VEGETAL

**Avaliação de pragas e doenças na adaptabilidade e estabilidade de
genótipos de mandioca no sul e centro do país**



Autor: Jacob Fortuna José Chimuca

Supervisoras: Profa. Doutora Luísa Alcantara Santos

Doutora Anabela Matangue Zacarias-Silva

Maputo, Novembro de 2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

À memória dos meus pais, Fortuna José Chimuca e Sara Gonçalves Machine, pois eles são os grandes responsáveis por este acontecimento.

Uma dedicatória especial vai para as memórias dos dois meus irmãos João Cunga Fortuna e Artur Fortuna Chimuca. Aos outros irmãos Marta Ndachecha Chimuca, Gonçalves Dias Fortuna, Cremetina Mariamo Fortuna Chimuca e David Mambasse: abraçaram a odisséia da minha vida e da minha formação desde o ensino primário até a conclusão do curso de Mestrado em Protecção Vegetal.

AGRADECIMENTOS

É muito difícil enumerar ou listar, em poucas linhas, todos quanto, directa ou indirectamente contribuíram para que este trabalho se tornasse possível. Deste modo, agradeço:

Em primeiro lugar a Deus, Joane Massoe pelas Santas bênçãos temporais e eternas. Sem Eles, este trabalho não seria possível!

As minhas supervisoras Prof. Doutora Luísa Alcantara Santos e Prof. Doutora Anabela Matangue Zacarias-Silva, pela orientação, incentivo e colaboração incansável durante a realização deste trabalho.

O especial agradecimento vai para engenheiro Ricardo Macia pela colaboração contínua durante as actividades do campo.

Aos colegas da turma de protecção vegetal e produção vegetal pela união, sensibilização, coragem, atitude e virtude que tivemos durante os dois anos de formação.

À todos que directa ou indirectamente contribuíram para realização deste trabalho

O meu muito obrigado.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS	ii
ÍNDICE.....	iii
LISTA DE TABELAS	x
LISTAS DE FIGURAS	xii
LISTA DE APÊNDICES	xiii
RESUMO	xviii
SIGLÁRIO	xix
I INTRODUÇÃO	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de estudo e justificação.....	2
1.3 Objectivos	3
1.3.1 Geral	3
1.3.2 Específicos	3
II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Taxonomia, origem e distribuição da cultura de mandioca	4
2.2. Descrição botânica.....	5

2.3 Rendimento e produção de mandioca.....	6
2.3.1 Rendimento e produção da mandioca em Moçambique.....	7
2.3 Exigências edáfoclimáticas.....	8
2.3.1 Temperatura.....	8
2.3.2 Fotoperíodo.....	8
2.3.3 Humidade relativa do ar.....	9
2.3.4 Necessidades hídricas.....	9
2.3.5 Solo.....	10
2.4 Pragas e Doenças.....	12
2.4.1 Pragas.....	12
2.4.1.1 Cochonilha da mandioca (<i>Phenacoccus manihoti</i>).....	12
2.4.1.1.1 Origem e distribuição geográfica.....	12
2.4.1.1.2 Principais danos causados.....	13
2.4.1.1.3 Ciclo de vida e ecologia.....	14
2.4.1.1.4 Características gerais (morfologia).....	15
2.4.1.1.5 Métodos de controlo.....	15
2.4.1.2 Ácaro verde (<i>Mononychellus tanajoa</i>).....	16
2.4.1.2.1 Origem e distribuição geográfica.....	16

2.4.1.2.2 Principais danos causados.....	17
2.4.1.2.3 Ciclo de vida e ecologia.....	18
2.4.1.2.4 Características gerais (morfologia).....	18
2.4.1.1.5 Métodos de controlo	19
2.4.1.3 Gafanhoto elegante (<i>Zonocerus elegans</i>)	20
2.4.1.3.1 Origem e distribuição geográfica.....	20
2.4.1.3.2 Principais danos causados.....	20
2.4.1.3.3 Ciclo de vida e ecologia.....	21
2.4.1.3.4 Características gerais (morfologia).....	21
2.4.1.3.5 Métodos de controlo	21
2.4.2 Doenças	22
2.4.2.1 Mosaico africano da mandioca (CMD)	22
2.4.2.1.1 Etiologia.....	23
2.4.2.1.2 Sintomatologia	24
2.4.2.1.3 Epidemiologia.....	25
2.4.2.1.4 Métodos de Controlo	26
2.4.2.2 Queima bacteriana da mandioca (CBB)	27
2.4.2.2.1 Etiologia.....	28

2.4.2.2.2 Sintomatologia	29
2.4.2.2.3 Epidemiologia.....	29
2.4.2.2.4 Métodos de Controlo	31
2.4.2.3 Mancha castanha.....	33
2.4.2.3.1 Etiologia.....	33
2.4.2.3.2 Sintomatologia	34
2.4.2.3.3 Epidemiologia.....	34
2.4.2.3.4 Métodos de controlo	35
2.5 Resistência das plantas a pragas e doenças.....	36
2.5.1 Graus de resistência.....	37
2.5.2 Tipos de resistência	38
2.6 Interação genótipos e ambientes	38
2.7 Adaptabilidade e estabilidade	39
III MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3.1 Descrição das áreas do estudo	46
3.2 Descrição dos genótipos (tratamentos) em estudo.....	49
3.3 Desenho experimental do ensaio	49
3.4 Técnicas de colheita de amostra e análise de solos.....	50

3.5 Práticas culturais	50
3.5.1 Lavoura, gradagem, sulcagem , plantação, adubação e rega.....	50
3.5.2 Controlo de pragas, doenças e infestantes.....	50
3.6 Procedimentos de amostragem e observação.....	50
3.7 Variáveis de estudo	51
3.7.1 A Densidade populacional das pragas (DNS).....	51
3.7.2 Nível de infestação das pragas (INF) e nível de incidência das doenças (INC)	52
3.7.3 Índice médio de ataque das pragas e doenças (IMA).....	52
3.7.3.1 Índice de ataque da cochonilha da mandioca	53
3.7.3.2 Índice de ataque de ácaro verde.....	54
3.7.3.3 Índice de ataque de gafanhoto elegante	54
3.7.3.4 Índice de ataque do mosaico africano da mandioca	54
3.7.3.5 Índice de ataque da queima bacteriana	55
3.7.3.6 Índice de ataque de mancha castanha	55
3.7.6 Rendimento total de raízes dos genótipos	55
3.8 Análise dos dados.....	56
IV RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1 Análise do solo dos campos de ensaio.....	59

4.2 Pragas e doenças no campo da Estação Agrária de Umbelúzi.....	61
4.2.1 Nível infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha de mandioca no campo de Umbelúzi	61
4.2.2 Nível infestação, densidade populacional e índice médio de ataque do ácaro verde no campo de Umbelúzi.....	63
4.2.3 Nível infestação, densidade populacional e índice médio de ataque do gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi	65
4.2.4 Nível de incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo de Umbelúzi	67
4.2.5 Incidência e índice médio ataque da queima bacteriana no campo de Umbelúzi	70
4.2.6 Incidência e índice médio de ataque da mancha castanha no campo de Umbelúzi	71
4.3 Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo de Umbelúzi	73
4.4 Influências de pragas e doenças no rendimento total de raízes de genótipos da mandioca no campo de Umbelúzi	75
4.5 Pragas e doenças no campo de Posto Agronómico do Dondo.....	77
4.5.1 Incidência e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca no campo de Dondo	77
4.5.2 Incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo do Dondo	79
4.6 Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo do Dondo	80
4.7 Influência de pragas e doenças no rendimento total de raízes da mandioca no campo do Dondo.....	82

4.8 Estimativa de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos nos dois ambientes.....	83
V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	89
5.1 Conclusões	89
5.2 Recomendações	90
VI REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	92
APÊNDICES	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção e rendimento da mandioca no mundo.....	6
Tabela 2. Descrição dos genótipos usados no presente estudo.....	49
Tabela 3. Classes de índice médio de ataque das pragas e doenças	53
Tabela 5. Análise física e química de solo do campo de Umbelúzi e Dondo.....	59
Tabela 6. Nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi	61
Tabela 7. Nível de infestação, densidade populacional e índice de médio de ataque do ácaro verde no campo de Umbelúzi.....	64
Tabela 8. Nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque de gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi.....	66
Tabela 9. Nível de incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo de Umbelúzi	68
Tabela 10. Nível de incidência e índice médio ataque da queima bacteriana no campo de Umbelúzi	70
Tabela 11. Correlação e regressão linear multipla entre rendimento total de raízes e pragas e doenças de campo de Umbelúzi	76
Tabela 12. Nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca no campo do Dondo	77
Tabela 13. Incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo do Dondo	79
Tabela 14. Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo do Dondo	81

Tabela 15. Correlação e regressão lineal multipla entre rendimento total de raizes dos genótipos e pragas e doenças no campo do Dondo..... 82

Tabela 16. Análise de variância conjunta dos factores ambiente do cultivo, genótipo e interacção ambiente do cultivo x genótipo 83

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição geográfica da cultura de mandioca.....	4
Figura 2. Os dez países maiores produtores da cultura de mandioca no mundo no ano 2012	7
Figura 3. Rendimento e produção da mandioca em Moçambique	7
Figura 4. Precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas durante a condução do ensaio em Umbelúzi.	47
Figura 5. Precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas durante a condução do ensaio em Dondo.	47
Figura 6. Humidade relativa ar durante a condução do ensaio em Umbelúzi.....	48
Figura 7. Humidade relativa do ar durante a condução do ensaio em Dondo.....	48
Figura 8. A-Nível de incidência e B-índice médio de ataque da mancha castanha no campo de Umbelúzi	73
Figura 9. Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo de Umbelúzi	75
Figura 10: Relação entre dois ambientes onde foram testados os genótipos	85
Figura 11. Agrupamento dos ambientes onde foi feita a avaliação dos 12 genótipos.....	85
Figura 12. Genótipos com melhor e pior desempenho nos diferentes ambientes avaliados	86
Figura 13. Ordenamento do rendimento e estabilidade dos genótipos.....	87
Figura 14. Classificação dos genótipos em relação ao genótipo ideal	88

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1. Figuras de avaliação de índice médio de ataque das pragas e doenças usados nos dois campos de ensaios.....	107
Apêndice 1.1. Figuras de avaliação da cochonilha da mandioca.....	107
Apêndice 1.2. Figuras de avaliação de ácaro verde	108
Apêndice 1.3. Figuras de avaliação do mosaico africano	109
Apêndice 1.4. Figuras de avaliação da queima bacteriana	110
Apêndice 1.5. Figuras de avaliação da mancha castanha	111
Apêndice 2. Análise de variância de densidade, infestação e índice médio de ataque das pragas e doenças no Campo da Estação Agrária de Umbelúzi.....	112
Apêndice 2.1. Análise de variância de densidade da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi	112
Apêndice 2.2. Análise de variância de infestação da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi	112
Apêndice 2.3. Análise de variância de índice médio de ataque de cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi	113
Apêndice 2.4. Análise de variância de infestação de ácaro verde no campo de Umbelúzi	114
Apêndice 2.5. Análise de variância de índice médio de ataque de ácaro verde no campo de Umbelúzi	114
Apêndice 2.6. Análise de variância de densidade de ácaro verde no campo de Umbelúzi	115

Apêndice 2.7. Análise de variância de infestação de gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi	116
Apêndice 2.8. Análise de variância de índice médio de ataque de gafanhoto elegante de Umbelúzi	116
Apêndice 2.9. Análise de variância de densidade de gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi	117
Apêndice 2.10. Análise de variância de incidência do mosaico africano no Campo de Umbelúzi	117
Apêndice 2.11. Análise de variância de índice médio de ataque do mosaico africano no campo de Umbelúzi	118
Apêndice 2.12. Análise de variância de incidência da queima bacteriana no campo de Umbelúzi	119
Apêndice 2.13. Análise de variância de índice médio de ataque da queima bacteriana no campo de Umbelúzi.....	119
Apêndice 2.14. Análise de variância de incidência de mancha castanha no campo de Umbúzi	120
Apêndice 2.15. Análise de variância de índice médio de ataque da mancha castanha no campo de Umbelúzi	121
Apêndice 2.16. Análise de variância de rendimento de raízes comerciais no campo de Umbelúzi	121
Apêndice 2.17. Análise de variância de rendimento de raízes não comerciais campo de Umbelúzi	122
Apêndice 2.18. Análise de variância de rendimento total de raízes no campo de Umbelúzi	122

Apêndice 3. Análise de variância de densidade populacional, nível infestação e índice médio de ataque das pragas e doenças no Campo do Posto Agronômico do Dondo.....	123
Apêndice 3.1. Análise de variância de incidência da cochonilha no campo do Dondo	123
Apêndice 3.2. Análise de variância de índice médio de ataque da cochonilha no campo do Dondo	124
Apêndice 3.3. Análise de variância de incidência do mosaico no campo do Dondo	124
Apêndice 3.4. Análise de variância de índice médio de ataque do mosaico do Dondo.....	125
Apêndice 3.5. Análise de variância de rendimento de raízes comerciais no campo do Dondo .	126
Apêndice 3.6. Análise de variância de rendimento de raízes não comerciais campo do Dondo	126
Apêndice 3.7. Análise de variância de rendimento total de raízes do campo do Dondo.....	127
Apêndice 4: Regressão e correlação Linear múltipla entre produtividade de genótipo da mandioca e pragas e doenças no campo da Estação Agrária de Umbelúzi	128
Apêndice 4.1. Resumo de Output de regressão múltipla entre rendimento total de raízes da mandioca e pragas e doenças.....	128
Apêndice 4.2. Análise de variância de regressão linear múltipla entre rendimento total de raízes da mandioca e pragas e doenças	128
Apêndice 4.3. Coeficientes e significância de regressão múltipla para Umbelúzi	107
Apêndice 4.4. Apresenta coeficiente de correlação e suas respectivas significâncias.....	108
Apêndice 5. Correlação e regressão linear múltipla entre rendimento de raízes da mandioca e pragas e doenças no campo da estação de Dondo	110

Apêndice 5.1. Resumo de Output de regressão múltipla entre rendimento de raízes da mandioca e pragas e doenças no campo de Dondo	110
Apêndice 5.2. Análise de variância de regressão múltipla entre rendimento da mandioca e pragas e doenças no campo de Dondo	110
Apêndice 5.3. Coeficientes e significância de regressão múltipla para Dondo	111
Apêndice 5.4. Apresenta coeficiente correlação e suas respectivas significâncias	111
Apêndice 6. Regressão e correlação linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da mandioca.....	113
Apêndice 6.1. Resumo de Output de regressão linear entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo	113
Apêndice 6.2. ANOVA de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo	113
Apêndice 6.3. Coeficientes e significância de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo.....	113
Apêndice 7: Regressão e correlação linear simples entre índice médio de ataque e nível de incidência de mosaico.....	114
Apêndice 7.1. Resumo de Output de regressão linear entre índice de médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo	114
Apêndice 7.2. ANOVA de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo	114
Apêndice 7.3. Coeficientes e significância de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo.....	114

Apêndice 8. Análise de variância conjunta do rendimento de total de raízes	115
Apêndice 9. Layout e dimensões dos campos de ensaio	116
Apêndice 9.1 Layout dos campos do ensaio	116
Apêndice 9.2. Dimensões dos campos do ensaio	117
Apêndice 10. Resultados das análises físico-químicas das amostras de solos	118
Apêndice 10.1. Análise de solo dos dois campos (resultados brutos)	118
Apêndice 12. Dados climáticos das duas zonas agro-ecológicas	120

RESUMO

Um ensaio foi conduzido no campo da Estação Agrária de Umbeluzi localizado na zona agro-ecológica nº 1 e outro no Posto Agronómico do Dondo localizado na zona agro-ecológica nº 5 no período de Janeiro a Dezembro de 2012, com objectivo de avaliar as pragas e doenças na adaptabilidade e estabilidade de genótipos da cultura da mandioca nos dois ambientes. O delineamento usado foi de blocos completos casualizados (DBCC), tendo três repetições (blocos) e 12 tratamentos que consistiram nos genótipos Mz0430920, Umbelúzi 2, Clone1, Manguiza 2 (local), R.macia, Mz04045, Clone 3, Mz040248, Mistura 1 (creminha), Chinhembwe, Umbelúzi 6 e Clone 4. As variáveis de estudo foram densidade da população das pragas, nível de infestação e índice médio de ataque das pragas e doenças e rendimento total de raízes. Os dados colhidos foram submetidos a análise de variância, pressuposto de normalidade dos resíduos (teste Shapiro Wilk), pressuposto de homogeneidade dos resíduos (teste Breusch – Pagan), teste de comparação de médias (Fisher-Hayter), correlação e regressão múltipla entre o rendimento total de raízes e densidade populacional, nível de infestação e índice médio de ataque das pragas e doenças, a nível de significância de 5%. As análises separadas, a análise conjunta para estimar a interacção genótipo e ambiente, e a correlação e regressão linear múltipla usou-se o pacote estatístico STATA versão 10.1. A estimativa da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos baseou-se no método de GGEbiplot usando o pacote estatístico GenStat versão 14. As pragas que atacaram os genótipos no campo de Umbelúzi foram a cochonilha da mandioca, ácaro verde e gafanhoto elegante, e as doenças foram o mosaico africano da mandioca, queima bacteriana e mancha castanha. No campo de Dondo a praga foi a cochonilha da mandioca e a doença foi o mosaico africano da mandioca. As pragas e doenças não influenciaram no rendimento total de raízes dos genótipos tanto no ambiente de Umbelúzi bem como do Dondo. Os genótipos Umbeluzi6 e Chinhembwe foram estáveis com adaptação geral, sendo desse modo recomendáveis para o cultivo nos dois ambientes. Os genótipos Mz04045, Clone 4 e Mz0430920 foram instáveis com adaptação específica, sendo assim recomendável para o cultivo no ambiente do Dondo.

SIGLÁRIO

%	Percentagem
‘	Minutos
°	Graus
°C	Graus Célsius
ANOVA	Análise de Variância
AMMI	Additive Main affects and Multiplicative interaction.
C	Carbono
C/N	Razão carbono e nitrogénio
Ca	Cálcio
CE	Condutividade eléctrica
cmol _c /dm ³	Centimol de carga por decímetro cúbico
CV	Coefficiente de variação
DNS	Densidade populacional das pragas
ha	Hectares
IIAM	Instituto Investigação Agrária de Moçambique
INAM	Instituto Nacional de Meteorologia
HCN	Cianeto de Hidrogénio ou ácido cianídrico
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
IMA	Índice Médio de Ataque das pragas e doenças
INC	Nível de Incidência das Doenças
ind/pl	Individuo por planta
INF	Nível Infestação das pragas ou doenças
INIA	Instituto Nacional de Investigação Agronómica
K	Potássio
m	Metros
Mg	Magnésio
mm	Milímetros
MO	Matéria orgânica

mS/cm	Mil Siemens por centímetros
N	Nitrogénio ou azoto
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogénio
ppm	Parte por milhão
PST	Percentagem de sódio trocável
Rend rc	Rendimento de raízes comerciais
Rend rnc	Rendimento de raízes não comerciais
Rendtotais	Rendimento total de raízes
ton	Toneladas
ton/ha	Tonelada por Hectare
USAID	Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional

I INTRODUÇÃO

1.1 Antecedentes

A mandioca (*Manihot esculenta* (Crantz) é uma cultura originária da América do sul concretamente do Brasil (Sudoeste da Amazônia) (Cini *et al.*, 2009). Em África, a cultura foi introduzida pelos portugueses por volta dos séculos XVI e XVII (Cuambe *et al.*, 2010). Actualmente a mandioca é a sexta cultura mais produzida mundialmente, e é cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (USAID, 2010). Segundo Cini *et al.* (2009), mais de 80 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participou com mais de 15% da produção mundial no ano 2009.

A mandioca constitui um dos principais alimentos energéticos para cerca de 500 milhões de pessoas, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde é cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico. É uma cultura muito importante para a segurança alimentar de milhões de pessoas na África Sub-sahariana e Madagascar (USAID, 2010; ITTA 2009).

Em Moçambique, a mandioca é a cultura mais importante depois do milho. As províncias de Zambézia, Nampula e Cabo Delgado, representam cerca de 85% da produção total do país. A mandioca é maioritariamente produzida pelo sector familiar em áreas que variam de 0.25 a 2 hectares. Na zona norte a mandioca serve de alimento básico e de segurança alimentar para mais de 50% da população. Dada a sua disponibilidade ao longo de todo ano, tolerância à seca, capacidade de produzir em áreas marginais, possibilidade de armazenamento no solo até cerca de três campanhas consecutivas e de colheita parciais, aumenta o seu valor como cultura de reserva alimentar (Zacarias-Silva *et al.*, 2010).

Segundo Zacarias-Silva *et al.* (2010), em Moçambique, as folhas de mandioca são utilizadas para a alimentação humana e animal como uma fonte excelente de proteínas, minerais e vitaminas. As raízes consumem-se de forma fresca ou seca, em forma de farinha no norte e como rale no sul. Cerca de 30 a 40% da raiz é composta por matéria seca que é composta por carboidratos, proteínas, ferro, zinco, carotenos, e matéria seca. O amido representa 85% dos carboidratos

presentes na raiz. As proteínas variam de 2 a 4%, e são mais abundantes nas folhas atingindo cerca 20 a 30%.

Entretanto, em Moçambique existe várias limitantes que afectam a produção e o rendimento da mandioca, sendo as mais importantes as pragas e doenças e práticas culturais inadequadas. Do modo geral, os danos causados pelas pragas e doenças podem atingir 100% (Cuambe *et al.*, 2010).

1.2 Problema de estudo e justificação

A cultura de mandioca está cada vez mais tornando-se numa importante fonte de renda em Moçambique, principalmente nas zonas próximas de centros urbanos, onde as raízes frescas e secas bem como as folhas são comercializadas nos mercados (USAID, 2010). Apesar da crescente demanda no aumento das áreas de produção e o uso de diversas variedades, os rendimentos obtidos no país continuam a ser baixos (3 a 5 ton/ha) quando comparado com os rendimentos de 22.9 ton/ha, 16.6 ton/ha, 16 ton/ha e 14 ton/ha obtidos na Tailândia, Indonésia, Gana, Brasil, respectivamente (USAID, 2010; Zacarias-Silva *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2011, INE, 2014).

Segundo Cuambe *et al.* (2010), as pragas e doenças e as práticas culturas inadequadas são as maiores limitantes no rendimento desta cultura em Moçambique. De acordo com IITA (1990), as pragas e doenças constituem os factores mais importantes quando os danos forem sérios, causando desse modo perdas no rendimento que variam na ordem de 20 a 100%.

O melhoramento da cultura da mandioca tem sido apontado como uma das formas mais promissora na resistência de pragas e doenças, e no aumento do rendimento para o sector familiar. Contudo, a cultura da mandioca apresenta um elevado efeito de interacção entre genótipo e ambiente (GxA), o que sugere, que uma variedade dificilmente tem mesmo desempenho produtivo em diferentes ambientes (Kvitschal *et al.*, 2009). Segundo Cruz & Carneiro (2003), a forma de compreender a interacção entre o genótipo e ambiente nas culturas é

condução de ensaios de adaptabilidade e estabilidade para poder utilizar os genótipos conforme seu desempenho.

Em Moçambique foram melhorados novos genótipos para várias características agronómicas, não obstante, para serem libertadas é necessário que sejam conduzidos ensaios de adaptabilidade e estabilidade para conhecer o desempenho produtivo e a resistência a pragas e doenças, de modo a contribuir com informação referente aos genótipos de boa produtividade e adequados a cultivo nas zonas propensas às pragas e doenças, bem como servir de base para posteriores programas de melhoramento da cultura.

1.3 Objectivos

1.3.1 Geral

- ❖ Avaliar as pragas e doenças na adaptabilidade e estabilidade de genótipos da cultura da mandioca em dois ambientes

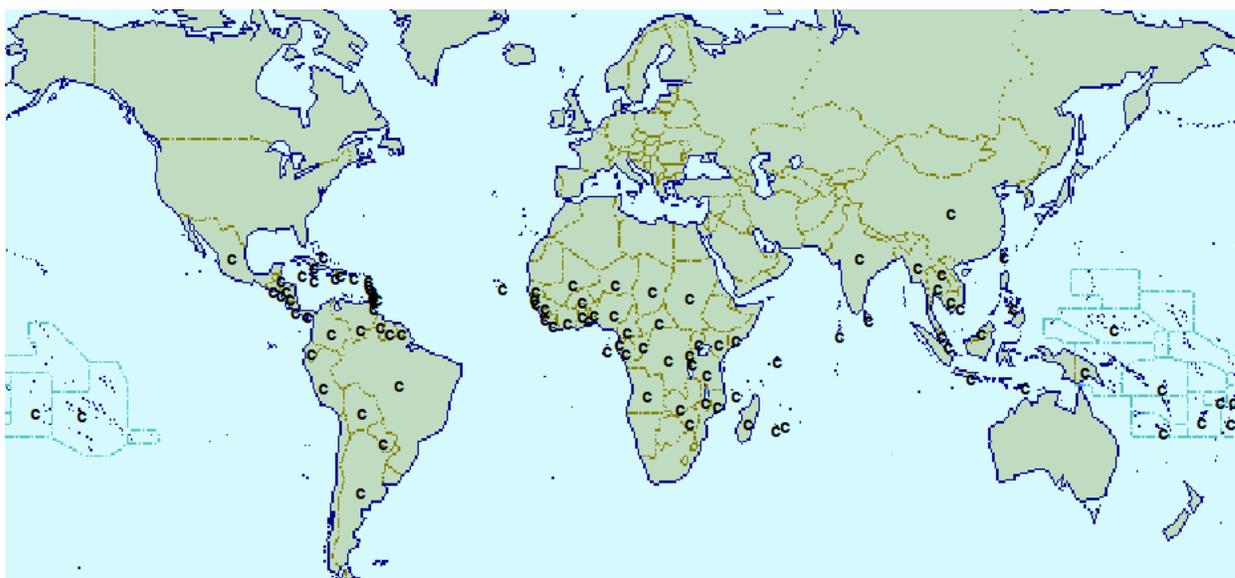
1.3.2 Específicos

- ❖ Avaliar a densidade populacional, o nível de infestação e índice médio de ataque das pragas dos genótipos nos ambientes;
- ❖ Avaliar o nível de incidência e índice médio de ataque das doenças dos genótipos nos ambientes
- ❖ Estimar o grau de associação entre o índice médio ataque das pragas e doenças com rendimento total das raízes dos genótipos nos ambientes;
- ❖ Estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos de mandioca nos ambientes testados.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Taxonomia, origem e distribuição da cultura de mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) pertence à classe das dicotiledôneas, a ordem Euphorbiales, família Euphorbiaceae, género *Manihot* e a espécie *Manihot esculenta subsp esculenta*. O género *Manihot* é composto por cerca de 98 espécies. A única espécie do género cultivada comercialmente, visando à produção de raízes de reserva ricas em amido é a *Manihot esculenta*, Crantz. Esta cultura foi introduzida em África no século XVI pelos navegadores portugueses através da África Sub-Sahariana. A mandioca está distribuída por todos continentes, com maior concentração no continente americano, principalmente na América do sul. A mandioca é cultivada em muitos países compreendidos por uma extensa faixa do globo terrestre, que vai de 30° de latitude norte a sul (CABI, 2007).



Fonte: CABI (2007)

Figura1. Distribuição geográfica da cultura de mandioca no mundo

2.2. Descrição botânica

A mandioca é uma planta alógama, perene e de porte arbustivo. A altura da planta varia de 1 a 2 m, podendo atingir 4 m. As folhas são simples e apresentam-se como uma lâmina foliar palmada, lobada, e um pecíolo. A cor das folhas varia de púrpura, verde-claro e verde-escuro. O número de lóbulos geralmente é ímpar, entre 3 e 9. A inflorescência é monoica, são formadas por panículas e rácinos compostos por flores masculinas e femininas, sendo as últimas localizadas na parte basal. As flores não têm cálice nem coroa, mas apresentam um perianto composto por cinco sépalas de cor amarelo a vermelho. A flor masculina tem um pedicelo recto, curto e fino. A feminina tem o pedicelo é recurvado, longo, e de maior diâmetro. No interior da flor masculina existem dois conjuntos de cinco estames, um curto e outro longo. As antenas apresentam forma alongada, o ovário é súpero, dividido em três lóculos, cada lóculo tem um óvulo. O estilete muito pequeno sustenta o estigma composto por três lóbulos ondulados e carnudos. O fruto contém três lóculos, cada um contém uma semente. A semente é de forma ovoide-elipsoidal, testa lisa de cor castanho mosqueado (Zacarias-Silva *et al.*, 2010).

A haste tem medura cilíndrica, tem diâmetro de 2 a 6 cm, comprimento de 1.5 a 4 cm dependendo da variedade. Produz dois tipos de ramificação (reprodutoras e laterais). A reprodutora constitui o carácter varietal mais estável. As ramificações da haste principal são dicotomia, tricotomia e tetracotomia. As cores mais comuns são prata, castanha preteado, amarelado, e alaranjado. As raízes têm como característica principal a capacidade de armazenar amido. As raízes são adventícias (fibrosas e tuberosas). Os fibrosos são responsáveis pela absorção e translocação de nutrientes para a planta. As raízes tuberosas são ricas em amido. Os tecidos que compõem a raiz tuberosa são a casca que está formado pela epiderme e córtex. As cores predominantes da casca são branco ou creme, castanho claro e escuro. A periderme varia entre creme, rosa e avermelhado. A polpa que é rica em amido pode ser branca, creme, amarela e laranja (Zacarias-Silva *et al.*, 2010).

2.3 Rendimento e produção de mandioca

O rendimento médio mundial de raízes frescas é de 10 ton / ha. Há muita variação entre os países, os rendimentos são mais elevados com média de 13 ton/ha na Ásia do que em outros continentes. O rendimento anual de raízes de reserva para a maior parte dos genótipos varia de 30-40 ton / ha, e em condições ideais pode atingir 50 ton/ha (Howeler & Kawano, 1988). O rendimento potencial da maior parte dos genótipos é de 71 ton/ha (Hershey, 1987). De acordo com mesmo autores, o rendimento de raízes de mandioca depende muito do clima, a fertilidade do solo e dos insumos, porém a mandioca é frequentemente cultivada em solos não férteis e sem insumos, fazendo que os rendimentos óptimos sejam raramente alcançados.

As produções e os rendimentos da mandioca em cada continente e no mundo são apresentados na tabela 1.

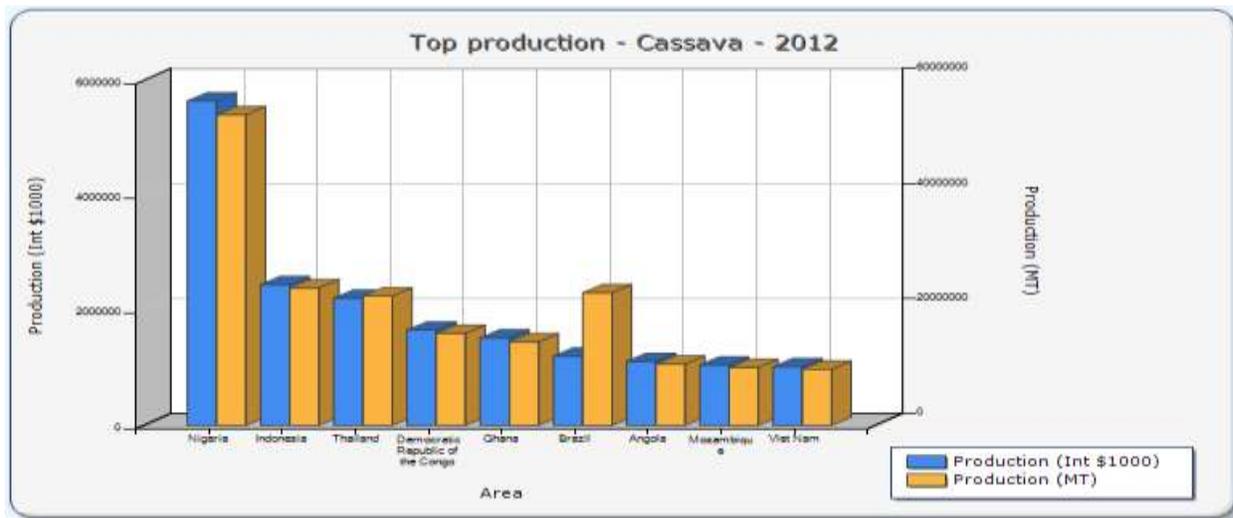
Tabela 1. Produção e rendimento da mandioca no mundo

Continente	Área (ha)	Produção (ton)	Rendimento (ton/ha)
África	10.804.484	91.451.289	8,46
Ásia	3.351.119	48.163.007	14,37
Américas	2.596.719	31.719.755	12,22
Oceânia	15.848	183.292	11,57
Mundo	16.768.170	171.517.343	10,23

Fonte: FAOSTAT (2013)

A produção da mandioca a nível mundial é de 171.517.343 ton. Dentre os continentes, a África contribui com 53,32%, sendo o maior produtor mundial, seguido pela Ásia com 28,08%, Américas com 18,49% e por último a Oceânia com 0,11%. Quanto ao rendimento, destacam-se a Ásia (14,37 ton/ha) e as Américas (12,22 ton/ha), seguida pela Oceânia (11,57 ton/ha) e África (8,46 ton/ha) (tabela 2).

A figura 2 ilustra os dez países maiores produtores da mandioca no mundo no ano 2012, onde a Nigéria é o maior seguida a indonésia, e Moçambique ocupa oitava posição.

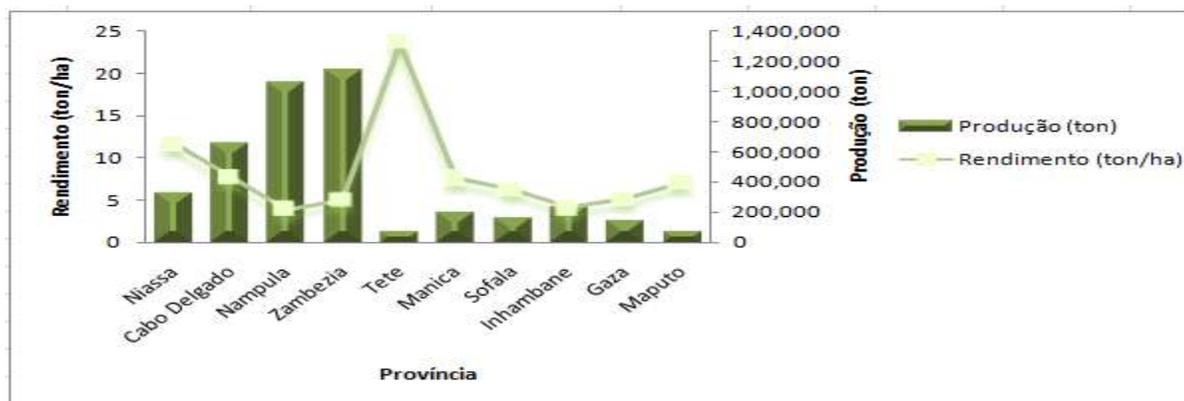


Fonte: FAO STAT (2014)

Figura 2. Os dez países maiores produtores da cultura de mandioca no mundo no ano 2012

2.3.1 Rendimento e produção da mandioca em Moçambique

A Figura 3 mostra o rendimento e a produção da mandioca em Moçambique no ano 2012. A província Tete é o que tem maior rendimento desta cultura seguida Niassa, Cabo Delgado e Manica. Mas em termos de produção a província da Zambézia é a maior produtora seguida de Nampula e Cabo Delgado. O rendimento médio nacional é de 5 ton/ha (INE, 2014)



Fonte: INE (2014)

Figura 3. Rendimento e produção da mandioca em Moçambique

2.3 Exigências edáfoclimáticas

2.3.1 Temperatura

A Temperatura afecta as diferentes fases de desenvolvimento da raiz, onde a mesma pode favorecer a iniciação da raiz de reserva, ou pode reduzir o crescimento da raiz na maturidade. Temperaturas baixas da noite favorecem a iniciação da raiz reserva, isto é, maior número de raízes de reserva são produzidos em temperaturas baixas da noite, do que em temperaturas altas do dia (29 °C) que aumentam ligeiramente a fotossíntese devido altas taxas de respiração (Hershey, 1987). De acordo Cock (1984), a temperatura afecta a brotação da haste, a formação e tamanho da folha, a formação das raízes de reserva e consequentemente o crescimento geral da planta. Segundo Conceição (1979), o comportamento da mandioca, sob variações de temperatura normalmente ocorrem onde a mandioca é cultivada, no entanto, o seu crescimento é favorecido quando a temperatura média anual varia de 25° C a 29°C, mas pode tolerar de 16° C a 38 °C. Segundo CABI (2007) a faixa ideal para o crescimento e desenvolvimento da cultura é de 20 a 30 °C, e para um cultivo bem sucedido alguns genótipos necessitam de uma temperatura média de 20 °C.

Ainda de acordo de Hershey (1987), o peso das raízes também é influenciado pela temperatura do solo, especialmente durante os regimes de temperatura desfavoráveis. Baixas temperaturas tendem a diminuir o desenvolvimento do volume da raiz em dias curtos, enquanto que o crescimento da raiz é favorecido pelas temperaturas moderadas.

2.3.2 Fotoperíodo

O aumento ou diminuição da radiação solar irá afectar o tamanho da planta e, consequentemente o rendimento. Existe uma relação antagónica entre o crescimento da parte aérea e o desenvolvimento das raízes de reserva, em resposta à variação do fotoperíodo (Hershey, 1987). Segundo Bolhuis (1966), de uma forma geral, a condição de dias curtos promovem aumento do volume da raiz de reserva possivelmente porque uma substância indutora de tubérculo é formada sob este fotoperíodo e reduz a parte aérea sem influenciar a matéria seca total, e dias longos

promovem o crescimento da parte aérea e diminuem o desenvolvimento das raízes de reserva. O aumento da matéria seca na parte aérea sob dias longos é resultado de incrementos significativos da altura da planta, da área foliar, do número de ápices por planta e do número de folhas por ápice. Na asserção de Hershey (1987), devido às diferenças mínimas na duração do dia nos trópicos (10-12 durante todo ano), o fotoperíodo podem não desempenhar um papel importante na produtividade da mandioca, pois, o fotoperíodo óptimo para mandioca está em torno de 12 horas com prováveis diferenças nos genótipos com relação ao fotoperíodo crítico.

2.3.3 Humidade relativa do ar

A mandioca responde a mudanças ao défice de pressão de vapor do ar. Fecha os seus estômas e consequentemente reduzindo a taxa fotossintética. Como o estoma é o caminho pelo qual o CO₂ entra na folha, a diminuição da abertura estomática causada pelo défice de pressão de vapor do ar, pode limitar a taxa de difusão do CO₂ para dentro da folha e consequentemente a taxa fotossintética (Hershey, 1987).

2.3.4 Necessidades hídricas

A planta da mandioca é extremamente tolerante ao défice hídrico, mas um longo período de seca pode reduzir seriamente o rendimento. Os padrões de precipitação diferem acentuadamente de região para região, e sem dúvida resulta em diferenças no rendimento. No entanto, parece possível encontrar variedades com uma resposta a rendimento estável aos diferentes padrões de disponibilidade de água (Connor *et al.*, 1981). Segundo Oliveira *et al.* (1982), normalmente a mandioca é cultivada em áreas que recebem menos de 800 mm de chuva por ano, todavia precipitação anual óptima é de 1000-1500 mm com uma estação seca de quatro a seis meses. Segundo Zacarias-Silva *et al.* (2010), as precipitações anuais que variam de 500 a 1500 m são muito boas para o cultivo da mandioca em Moçambique, desde que estejam devidamente distribuídas num período de seis a oito meses durante a época de produção.

Ainda de acordo com Oliveira *et al.* (1982), a redução no rendimento de raízes depende da duração do défice hídrico e é determinada pela sensibilidade de um particular estágio de

tolerância ao stress. O período crítico para o efeito do déficit hídrico é de 1 a 5 meses após o plantio, período esse que corresponde aos estágios de tuberização das raízes e de rápido crescimento foliar. Um déficit hídrico de pelo menos dois meses neste período pode reduzir o rendimento de raízes na ordem de 32% a 60%. Em áreas com precipitação muito elevada, uma boa drenagem é essencial para a cultura, pois, não tolera encharcamento.

2.3.5 Solo

Mandioca é cultivada em uma escala muito larga dos solos, mas os ideais são de textura arenosa ou média (Mattos & Cardoso, 2013). A mandioca mais comumente encontrado nos solos que tendem a ser ácidos e de baixa fertilidade. Esta cultura é extremamente estável em termos de resposta ao pH no intervalo de 4-7.5. Segundo Zacarias-Silva *et al.* (2010), em Moçambique a mandioca desenvolve-se melhor em solos arreno-argilosos, profundos, soltos e bem drenados, com pH entre 5.5 a 7, sendo 7 o ideal. Segundo Mattos & Cardoso (2013), o baixo pH em solos minerais frequentemente está associado com níveis elevados de alumínio (Al), que é tóxico para muitas plantas, porém a mandioca é notavelmente adaptada a altos níveis de saturação de Al, e a maioria dos genótipos mostram uma reacção estável a saturação de Al inferior a 80%. Mas é sensível em solos altamente alcalinos (Asher *et al.*, 1980). Segundo Galo e Howeler (1978), apesar da cultura da mandioca ter resposta muito estável a pH e saturação de Al, é sensível a alterações da fertilidade de solo.

De acordo com San Jose e Mayobre (1982), embora a mandioca tenha uma reputação de produzir relativamente bem em solos pobres em comparação com muitas outras culturas, grandes quantidades de nutrientes são necessários para a sua produção. De acordo com os mesmos autores, resultados conflitantes foram obtidos na resposta da mandioca à adubação, pressupondo a existência de interacção genótipo x fertilizantes. O aumento da aplicação de fertilizantes aumenta a taxa de crescimento da cultura, o que resulta um aumento de LAI. Assim, a fertilização pode melhorar a taxa fotossintética necessária para a produção fotossimilados e desenvolvimento das raízes de reserva. No entanto, é preciso ter cuidado para não induzir o crescimento excessivo da parte aérea relativamente ao crescimento da raiz de reserva. De acordo com Amabile *et al.*,

(1994), apesar da mandioca ser uma planta rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade, absorve do solo grandes quantidades de elementos nutritivos pela ordem de $K > N > Ca > P > Mg$. Estima-se que em média para um rendimento de 25 toneladas/ha de raízes e parte aérea de mandioca são absorvidos do solo 123/ha kg de N, 27 kg/ha de P, 146 kg/ha de K, 46 kg/ha de Ca e 20 kg/ha de Mg.

Potássio (K)

A cultura da mandioca extrai grandes quantidades de potássio (K) do solo. Estima-se que cerca de 70 kg/ha são necessários para se obter um rendimento de 30 ton / ha das raízes de reserva. Se as partes aéreas são removidas durante a colheita, então, o K removido é mais que dobro (Asher e Howeler, 1980). Segundo Kumar e Assis (1979), o potássio desempenha um papel importante na síntese e translocação de amido, que por sua vez, aumenta o rendimento de raiz de reserva sem ter efeito de acréscimo no número dos mesmos. Segundo (Hershey, 1987), estudos feitos num terreno recém-desmatado, mostraram que nenhuma resposta positiva do rendimento foi observada com aplicações de K ou N no solo, em vez disso, os rendimentos das raízes de reserva diminuiriam com o aumento das taxas de aplicação de N, particularmente sem aplicações de K, e essas diminuições variaram entre os genótipos. Segundo Wit (2001), o potássio é o elemento da qualidade da produção. Estima-se que a cultura de mandioca extrai do solo quantidades maior que 300 Kg/ha de potássio do solo para crescimento e desenvolvimento, na qual 185 kg/ha são para produção de raízes. Quando há um amplo fornecimento de K do solo, as plantas são mais robustas; há formação dum maior sistema radicular que é importante para a absorção de outros nutrientes e água; há maior resistência contra pragas e doenças; ocorre menos HCN e mais carboidratos são formados.

Nitrogénio (N)

A mandioca requer uma quantidade considerável de nitrogénio. No entanto, o nitrogénio abundante favorece o crescimento vegetativo superior em relação ao desenvolvimento das raízes de reserva (Hershey, 1987). O mesmo autor afirma que estudos realizados indicam que há uma

resposta linear da cultura (taxa de aumento 25% de rendimento de raízes de reserva) com aplicações de nitrogénio no intervalo de 0 a 160 kg / ha.

Fósforo (P)

A quantidade de fósforo absorvido por mandioca é relativamente pequena, mesmo que tenha um papel importante na fosforilação de reservas de amido. Contudo, teor de amido é reduzido de 32% para 25% na ausência de P. Estudos feito por vários pesquisadores em Serra Leoa, verificaram que o aumento da adubação de P aumentou a produção, todavia notaram que a produção de raízes foi menos dependente de P comparativamente com a produção da parte aérea. Desse modo concluíram que o rendimento das raízes diminui com níveis crescentes de P (Hershey, 1987).

2.4 Pragas e Doenças

2.4.1 Pragas

Segundo Cuambe *et al.* (2010), existe várias pragas importantes que atacam a cultura da mandioca em África. No entanto, em Moçambique as pragas mais destacáveis são: ácaros (*Mononychellus tanajoa*), cochonilha da mandioca (*Phenacoccus manihoti*), moscas brancas (*Aleurodicus dispersas*, *Bemisi tabaci*, *B. afer*), escama mandioca (*Aonidomytilus albus*), gafanhotos elegante (*Zonocerus elegans.*), térmites (*Coptotermes spp.*).

2.4.1.1 Cochonilha da mandioca (*Phenacoccus manihoti*)

2.4.1.1.1 Origem e distribuição geográfica

A cochonilha da mandioca (*Phenacoccus manihoti*) é originária da América do Sul, onde é encontrado na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Guiana e Paraguai. Foi introduzida acidentalmente através de material de propagação da América da Sul para a República do Congo, em 1973, e se espalhou por toda África nos países onde se cultiva a mandioca. O *P. manihoti* foi descoberto no Paraguai em 1981 pelo Bellotti A.D do CIAT, mas antes tinha sido confundido

com outra espécie de cochonilha encontrada na mandioca na Guiana e norte do Brasil (Herren e Neuenschwander, 1991).

2.4.1.1.2 Principais danos causados

Na maioria dos países onde a cochonilha se instalou causou graves danos na cultura, como nanismo e desfolhação total da planta em crescimento, estimando-se em perdas de rendimento de raízes na ordem 70 a 80%. A praga é mais abundante e a gravidade do dano causado pela mesma é maior na estação seca do que na estação chuvosa (Nwanze, 1982). Segundo ITTA (1990), a cochonilha suga seiva do floema, e inicialmente ataca os ápices dos brotos, depois alastra-se para o pecíolo e as folhas. Acredita-se que a atrofiamento do ápice e o encurtamento dos entrenós sejam causados por uma substância tóxica presente na seiva do insecto. No caso de infestação severa, os brotos verdes morem, e podem não ocorrer a reversão.

Em Moçambique, estudo feito por Langa (2003) no campo de Nhacoongo e Umbelúzi com doze genótipos de mandioca identificou que Nhacoongo apenas um único génotipo apresentou dano zero da cochonilha, os restantes onze montaram-se sem sintoma de ataque. Em Umbelúzi, um único genótipo apresentou-se sem sintoma de ataque, três genótipos apresentaram dano sério, dois com dano médio e os restantes apresentaram dano ligeiro. Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi identificou que dos 17 genótipos avaliados 14 apresentaram-se sem sintoma de ataque, os restantes 3 apresentaram infestação baixa e dano ligeiro. Razão (2005) sobre avaliação de plantas proveniente de sementes de oito famílias de mandioca no campo da Estação Agrária de Umbelúzi identificou que 46% das plantas apresentaram sem sintoma de ataque. Dos que apresentaram sintoma de ataque, 17% tiveram dano ligeiro, 28% dano médio.

No presente estudo, a avaliação feita no campo da Estação Agrária de Umbelúzi pela Solemanegy (2013), quando as plantas tinham 10 meses de idade identificou que os genótipos Mz0430920, Umbeluzi 2, Clone 1, Mz04045, Mz040248, Chinhembwe e Clone 4 não apresentaram infestação por cochonilha. Os genótipos Umbeluzi 6, Manguiza 2 (local), R.macia, Clone e Creminha apresentaram níveis de infestação de 22%, 33%, 37%, 37% e 50%, respectivamente. Quanto a

densidade populacional, todos os genótipos não diferiram entre si com exceção o genótipo creminha que mostrou um efeito diferenciado dos restantes. Os genótipos R.macia, Manguiza 2, Clone3, Creminha, Umbeluzi 6 mostraram densidade populacional baixa, e os restantes apresentaram sem nenhuma densidade populacional. Para o índice médio de ataque, o dano foi ligeiro para todos genótipos infestados, embora houve diferenças entre os tratamentos. O genótipo Mz0430920 não diferiu do Umbeluzi2 e Manguiza2 (local), porém ambos diferiram dos restantes.

2.4.1.1.3 Ciclo de vida e ecologia

Há nove gerações da cochonilha, a densidade populacional da cochonilha começa a se acumular em Fevereiro, a maior população ocorre durante a estação seca e diminui no início da estação chuvosa quando a maior parte das cochonilhas são lavados pela chuva para fora das plantas. Nas plantas, a cochonilha ocorre num padrão de distribuição marcadamente agregado (Herren e Neuenschwander, 1991).

A cochonilha da mandioca reproduz-se por oviparidade partenogenética. O ciclo de vida é dado por ovo, larva com quatro instar sendo o ultima o adulto. O insecto tem um limiar térmico inferior de 14.7 ° C, e uma temperatura óptima de cerca de 28 ° C, não há desenvolvimento a temperatura superior a 35 ° C. A taxa de reprodução líquida é cerca de 500 ovos com uma média de vida de 20 dias, a incubação dos ovos dura cerca de 8 dia, e o adulto morre geralmente 1-3 dias depois que cessa a produção de ovos. O prazo médio de desenvolvimento de ovo a adulto dura cerca de 33 dias. Os locais mais favorecidos para oviposição são brotos terminais, página inferior da folha, e pecíolos das folhas. Exceptuando a fase de ovo, todos os estágios preferem as páginas inferiores das folhas completamente expandidas, onde se movem lentamente para os caules e brotos (Nwanze, 1978).

Segundo Calatayud e Le Ru, (1997), o atrofiamento e distorção da cultura da mandioca resultante da alimentação da cochonilha oferecem um ambiente protector para as mesmas. Movimento das correntes de ar (vento) e transporte de material vegetal infestado são os principais meios pelos

quais o insecto dispersa por longas distâncias. As formigas que se associam as cochonilhas para consumo da melada constituem barreira dos inimigos naturais que atacam a praga.

2.4.1.1.4 Características gerais (morfologia)

Os ovos são oblongo, amarelo dourado com comprimento e largura de 0.30-0.75 mm e 0.15-0.30 mm, respectivamente. As larvas têm 6 antenas segmentadas nos primeiros estágios e 9 nos estágios posteriores, com um comprimento e largura de 0.40-0.75 mm e 0.20-0.30 mm, respectivamente para primeiro estágio; 1.0-1.10 mm e 0.50-0.65 mm para segundo; 1.10-1.50 mm e 0.50-0.60 mm para o terceiro; e 1.10-2.6 mm e 0.50-1.40 mm para quarto que é adultos recém-emergido. As fêmeas adultas da cochonilha da mandioca são ovóides, rosa e polvilhada com cera branca, os olhos são relativamente proeminente, pernas são bem desenvolvidos e de igual tamanho. A segmentação do corpo da cochonilha é aparente (Nwanze, 1978).

2.4.1.1.5 Métodos de controlo

a) Controlo biológico

Com base na origem exótica e propagação rápida da cochonilha da mandioca em África, o controlo biológico clássico tem sido abordagem principal e mais adequada para o problema da praga. Entre os vários inimigos naturais introduzidos para controlo a praga, o parasitoide *Epidinocarsis lopezi* tem sido o mais bem sucedido, e seu impacto económico tem sido excelente quando integrado com variedades resistentes e boas práticas culturais. Contudo, tem um impacto insatisfatório onde os solos não são férteis. Em algumas regiões da África, o controlo biológico tem sido interferido por formigas que se associam a melada que as cochonilhas produzem durante a sucção da seiva (Herren e Neuenschwander 1991).

b) Controlo químico orgânico

Imersão das estacas de mandioca durante 60 minutos em uma solução líquida feita na base de raízes de mandioca pode reduzir significativamente a infestação (Razafindrakoto *et al.*, 1999).

c) Resistência da planta hospedeira

Mandioca contém dois compostos significativos em que os níveis aumentam em resposta da infestação da cochonilha, conteúdo de cianeto que age como um fagoestimulante, e a rutina tem um efeito antibiose (Tertuliano *et al.*, 1999). De acordo com Hershey (1987), existem genótipos resistentes a essa praga, embora que sejam poucos, e o mesmo autor afirma que estudos conduzidos no banco de geomoplasma da mandioca do CIAT na avaliação de mais de 2000 clones com infestação natural da cochonilha, os resultados mostraram que mais de 500 clones correspondente a 24% apresentaram-se sem sintomas de ataque, apesar de muitos terem tido a resistência do tipo escape.

d) Controle cultural

O uso de fertilizantes ou outros adubos orgânicos ou fertilizantes inorgânicos, resulta na redução da população de cochonilha, porque com maiores níveis de fertilizante melhora as propriedades antibióticas da mandioca contra a infestação de cochonilha, reduzido desse modo os danos causado (Tertuliano *et al.*, 1999).

2.4.1.2 Ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*)

2.4.1.2.1 Origem e distribuição geográfica

O ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*) tem sua origem na América do Sul, onde ocorre esporadicamente. Foi descoberta pela primeira vez em África na década de 1970 na vila de Makerere, um subúrbio de Kampala. Em 1988, a praga se espalhou para grande parte da África sub-sariana incluindo Moçambique, actualmente ocorre quase em toda África, e continente americano exceptuando Canada (Yaninek e Herren, 1988). Segundo ITTA (1990) esta é única espécie de ácaro verde que se encontra em África.

2.4.1.2.2 Principais danos causados

Os danos causados por *M. tanajoa* variam de acordo com o genótipo da mandioca e a duração da estação seca. A seca prolongada estimula a incidência alta de ácaros consequentemente aumento de perdas de rendimento de raízes na ordem de 20 a 80%. Segundo Hershey (1987), as reduções no rendimento de raiz variam entre 8 a 87%, dependendo da intensidade, duração e calendário de ataque, bem como do genótipo. Segundo IITA (1990), o ácaro verde suga fluidos das folhas, os danos aparecem inicialmente na superfície das folhas recém-formadas e em desenvolvimento. Os sintomas variam de algumas manchas cloróticas à clorose completa, as folhas severamente atacadas ficam atrofiadas, deformadas e caem.

Um estudo feito por Govene (1998) sobre ácaro verde no sul de Moçambique (nas províncias Maputo, Gaza e Inhambane) e seu controlo biológico, identificou que em Maputo apenas nos campos da FAEF e Umbelúzi é que foram detectados a presença de ácaro verde com nível de infestação, densidade populacional baixo, respectivamente, e dano ligeiro. Na província Gaza não foi encontrado o ácaro verde. Na província de Inhambane, o nível de infestação foi elevado no distrito de Vilanculos com cerca de 92.1% seguido de Jangamo com 59.1%, e baixo no distrito de Zavala com 10.6%. O dano foi ligeiro para todos distritos. A densidade populacional foi maior no distrito de Vilanculas com 25.59 ácaros/planta, seguido de Massinga e Morrumbene com 17.54 e 11.79 ácaros/planta, respectivamente.

Estudo feito por Langa (2003) no campo de Nhacoongo e Umbelúzi mostrou que os genótipos amargos tiveram dano médio quando comparado com os restantes genótipos em ambos locais do estudo. Contudo, de forma geral o campo de Umbelúzi teve maior dano do ácaro verde relativamente ao campo Nhacoongo.

A avaliação feita pela Solemanegy (2013) encontrou que o genótipos Manguiza2 (local) teve maior nível de infestação (elevado) em relação umbeluzi2 que teve baixo, mas ambos não diferiram dos restantes genótipos. A densidade populacional dos genótipos Mz0430920, Umbeluzi2, Clone1, R. macia, Mz04045 e Mistura1 não diferiram entre si. O genótipo Chinhembwe apresentou maior densidade quando comparado com os restantes, e não diferiu dos

genótipos Umbeluzi6, Mz040248, Clone3 e Manguiza2 (local). Quanto a índice médio de ataque, os genótipos Chinhembwe, Mz040248, Manguiza2 (local), Clone3, Mistura 1, Umbeluzi6 e Clone4 não diferiram entre si. Os genótipos Mz0430920, Umbeluzi2, Clone1, R. macia e Mz04045 diferiram entre si. Apesar da diferença entre os genótipos, o dano foi ligeiro.

2.4.1.2.3 Ciclo de vida e ecologia

A reprodução de ácaro verde é por partenogênese arrenótoca. Há quatro estágios activos: uma larva de seis patas, dois estágios ninfas (protoninfa e deutoninfas) e uma fase adulta. O ciclo de vida desde a fecundidade, tempo de desenvolvimento, longevidade do adulto depende da temperatura, humidade e sexo. A uma temperatura de 27 ° c com humidade relativa ar de 70% e um fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, os tempos de desenvolvimento de ovo, larva, protoninfa e deutoninfa nas folhas de mandioca são de 5.4, 3.0, 1.1 e 2.8 dias, respectivamente. A esta temperatura os ácaros fêmeas adultos vivem 11,6 dias, e põem uma média de 62.8 ovos/ácaro (Helle e Pijnacker, 1985).

Segundo Yaninek *et al.* (1989), a disponibilidade de nova folhagem na cultura da mandioca e a presença de chuvas são os principais factores que determinam a dinâmica da população do ácaro verde no campo. A população aumenta em 20-200 ácaros / folha com surgimento e crescimento das novas folhas durante o início da estação seca, mas diminui com produção reduzida das folhas seguida da seca. Chuva prolongada também leva a uma diminuição da população a uma densidade de 1 ácaro/folha, pois os ácaros são lavados das plantas. O ácaro verde é capaz de dispersar activamente por locomoção numa planta para outra, ou por dispersão aérea passiva, embora espécies de género *Mononychellus* não produzem seda. Acredita-se que o movimento das folhas e estacas da mandioca infestadas por ácaro como sendo as principais vias de dispersão para longas distâncias. Os ácaros podem sobreviver durante até 60 dias nas folhas e caules das plantas de mandioca removidas do campo.

2.4.1.2.4 Características gerais (morfologia)

O ácaro verde, assim como outras espécies de ácaros, são reconhecidos pela sua discreta ou ausência de segmentação do corpo dando a aparência de uma unidade única do corpo. O ácaro

verde também não possui asas, olhos compostos e antenas. As fêmeas adultas são maiores que os machos e atingem um tamanho de 0.8 mm (Jeppson *et al.*, 1975).

2.4.1.1.5 Métodos de controle

a) Preventivo

A inspeção de materiais de corte e o uso de mudas limpas podem reduzir a disseminação e atrasar o tempo de infestação na cultura da mandioca (Jeppson *et al.*, 1975).

b) Controle cultural

Controle cultural é limitado devido a restrições econômicas, técnicas e sociais. As opções incluem plantio precoce, logo no início da estação das chuvas para induzir o crescimento vigoroso, e assim aumentar a tolerância ao ataque de ácaro. As plantas de mandioca com 2-9 meses de idade são as mais vulneráveis à infestação. A consorciação com outras culturas como feijões reduz o nível de infestação (Hershey, 1987).

c) A resistência da planta hospedeira

Determinados atributos, tais como pubescência das folhas são apontados por conferir tolerância ao ácaro verde. Portanto, a imunidade para *M. tanajoa* não é conhecida (Leuschner, 1982).

d) Controle Biológico

Segundo Herrera *et al.* (1994), existe vários inimigos naturais de ácaro verde da mandioca. No entanto, o que tem sido mais eficiente é *Typhlodromalus aripo* que foi introduzido do Brasil para a África ocidental em 1993 e espalhou-se a uma velocidade de 200 km/ano, tendo estabelecido em mais de 11 países em africanos, com uma redução de densidade populacional de ácaro verde de 40/folha para 20/folha, o que levou a um aumento de 30% nos rendimentos das raízes, equivalente a um ganho de 3 milhões dólares norte americanos por campanha.

e) Controle químico

A maior parte da mandioca é cultivada em pequena escala por agricultores de subsistência com poucos recursos. Falta de conhecimento e recursos financeiros faz com que o uso de produtos químicos não seja uma opção sustentável para o controle de ácaro verde (Herrera *et al.*, 1994).

2.4.1.3 Gafanhoto elegante (*Zonocerus elegans*)

2.4.1.3.1 Origem e distribuição geográfica

O gafanhoto elegante é uma praga polífaga que tem sua origem em África. Ocorrem na África Ocidental e Oriental, particularmente no sul da África incluído Moçambique. Esta praga ataca uma grande variedade de plantas, principalmente de folhas largas. Os ataques aumentam durante a estação seca quando a vegetação natural se torna seca e culturas como a mandioca ou hortaliças irrigadas permanecem como uma única alternativa atraente (Nyambo, 1990).

2.4.1.3.2 Principais danos causados

Tanto as ninfas assim como os adultos de *Zonocerus elegans* podem causar sérias perdas de produção durante um período de seis meses na fase de crescimento e desenvolvimento da cultura. Descascamento do caule da mandioca pode causar problemas em algumas áreas de fornecimento de mudas suficientes para o plantio. Geralmente alimentam-se de folhas, pecíolos e ápices, e pelam haste até a medula (Nyambo, 1991). Segundo IITA (1990), as perdas de rendimento resultante da desfolhação e do consumo da casca nos primeiros sete meses de crescimento variam de 20 a 60%.

Estudos feitos sobre gafanhoto elegante na cultura da mandioca em Moçambique são raros. A Solemanegy (2013) mostrou que o genótipo Mz0430920 foi que teve maior nível de infestação (67 %), e não diferiu dos genótipos Umbeluzi2, Clone1 e Clone 3 com os seguintes níveis de infestação 33%, 18% e 3.7 %, respectivamente. Em termos de densidade populacional, todos os genótipos apresentaram baixa densidade, não diferindo entre si, com exceção ao genótipo Mz0430920 que teve maior densidade (0.78 gafanhoto/planta) em relação aos restantes. Quanto a índice médio de ataque, houve ausência de sintoma de ataque a dano zero.

2.4.1.3.3 Ciclo de vida e ecologia

O gafanhoto elegante é univoltina, passando por diapausa durante a estação seca. Geralmente tem um período de incubação dos ovos de 7 meses, e eclosão ocorre entre Junho e Setembro. Os danos nas plantas ocorrem ao longo de um período de mais de 6 meses, devido a um período de incubação prolongado (Bohlen, 1973).

2.4.1.3.4 Características gerais (morfologia)

O gafanhoto elegante não pode facilmente ser confundido com outros insectos, por causa de sua coloração aposemática. Após a eclosão, as ninfas mudam cinco vezes antes de se tornar adulto. Ninfas e adultos não possuem um anel amarelo em torno da ponta do fêmur posterior como é encontrada em *Z. variegatus*. O primeiro ínstar tem apenas alguns milímetros de comprimento. O sexto instar pode ter entre 30 a 45 mm. Pequenas pontas de asas se tornam cada vez mais visíveis a partir do quarto ínstar. O tamanho dos gafanhotos adultos varia entre 30 mm e 52 mm. Os machos são ligeiramente menores do que as fêmeas. As ninfas são pretas com manchas brancas-amarelas. A coloração do adulto é única; geralmente avermelhada verde-oliva. As antenas têm alternado anéis vermelhos e pretos. A face tem manchas amarelas e pretas. Todas as pernas têm um padrão típico de laranja/amarelo-preto. O lado exterior do fêmur posterior é amarelo-laranja, principalmente com preto superior e inferior. O lado interno do fêmur posterior é amarelo-laranja, a tíbia posterior é também amarelo-laranja. O abdómen do adulto mostra listra amarela e azul-escuro em todo eixo do corpo. A relativa lentidão do gafanhoto elegante é típica de insectos aposemáticos. Os adultos com asas normalmente desenvolvidos são bastante raros, e adultos braquípteros não pode voar (Nyambo, 1991).

2.4.1.3.5 Métodos de controlo

Uma maneira eficaz, mas trabalhosa para controlar *Z. elegans* é desenterrar os ovos para expor aos predadores. Os insecticidas podem ser usados para pulverizar todas fases da praga. Pode ser uma vantagem pulverizar ninfas agregadas de madrugada em vez dos adultos com equipamento de pulverização de baixo volume ou ultra hidráulica (Cuambe *et al.*, 2010).

Segundo Nyambo (1991), ocorre naturalmente *Metarhizium anisopliae var. acridum* como parasita do gafanhoto elegante na Tanzânia, causando mortalidade de 25% da população. A formulação de *Metarhizium anisopliae var. acridum* pode ser eficaz contra gafanhoto elegante.

2.4.2 Doenças

A mandioca é uma cultura que é atacada por várias doenças na zona tropical, em Moçambique as que causam enormes prejuízos são: mosaico africano da mandioca (CMD), queima bacteriana mandioca (CBB), mancha castanha, listrado castanho ou podridão radicular da mandioca (CBSD) e podridão mole (Cuambe *et al.*, 2010; Segeren *et al.*, 1994).

2.4.2.1 Mosaico africano da mandioca (CMD)

O CMD é principal doença viral da mandioca que ocorre em todo país e a mais importante em toda África (IITA, 1990; Segeren *et al.*, 1996; Cuambe *et al.*, 2010;). Segundo Bock *et al.* (1978), para além da África, a doença tem sido observado na Ásia concretamente na Índia. Foi relatada pela primeira vez em África oriental em 1894, embora tenha sido postulado em 1906 que organismo causal era vírus, e somente 1983 que se confirmou definitivamente a etiologia da doença. A doença pode ocorrer em qualquer época do ano, desde que a planta tenha folhas jovens.

As perdas de rendimento pela doença têm sido relatados em diferentes países variando de 20 a 95%, dependendo da variedade e estágio da infecção, mas geralmente são substanciais. Estima-se que para toda a África, as perdas de rendimentos são de 30 milhões de toneladas por ano (Thresh *et al.*, 1997). Segundo Fargette *et al.* (1988), no Costa de Marfim, as perdas totais foram estimadas em 0,5 milhões de toneladas por ano, em comparação com a produção real no momento de 0,8 milhões de toneladas. Segundo Cuambe *et al.* (2010), em Moçambique, as perdas de rendimento causada pela doença variam de 20 a 60%.

Estudo feito por Langa (2003) no campo de Nhacoongo e Umbelúzi mostrou que o índice médio ataque do mosaico africano não diferiu em todos genótipos avaliados para os dois campos de ensaio. Tendo se classificado de dano ligeiro, embora que houve um genótipo que apresentou

dano médio. Razão (2005) no campo de Umbelúzi identificou que das 8 famílias avaliadas 46% das plantas apresentaram sem sintoma de ataque. Dos que apresentaram sintoma de ataque, 17% tiveram dano ligeiro e 28% dano sério. Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi identificou que não houve diferença entre os 17 clones avaliados para nível de incidência. Dos quais 12 apresentaram sem sintoma de ataque da doença e 5 apresentaram incidência baixa. Dos que apresentaram incidência da doença, um único clone é que apresentou dano médio e os restantes 4 apresentaram dano ligeiro. Estudo feito por Chitiche (2008) no campo da Estação Agrária de Umbelúzi sobre avaliação e selecção de plântulas mandioca para ambientes de alta pressão de mosaico e baixa altitude usando 36 famílias de sementes de mandioca de origem diversa mostrou que 10 famílias tiveram nível de incidência elevado (40 a 80%) e as restantes apresentam sem sintoma de ataque e baixo nível de incidência.

A avaliação feita pela Solemanegy (2013) identificou que houve diferença entre os genótipos no nível de incidência de mosaico africano. Os genótipos R.macia, Clone3, Mz04045, Creminha, Umbeluzi6 e Clone4 não apresentaram nenhuma incidência, e os restantes genótipos apresentaram incidência baixa a alto. Dos genótipos que apresentaram incidência da doença como Manguiza 2 (local), Mz04045, Mistura1 (creminha), Chinhembwe e Clone1 tiveram dano zero. Os genótipos Umbeluzi 2 e Mz0430920 tiveram dano ligeiro embora não terem diferido dos genótipos que tiveram dano zero.

2.4.2.1.1 Etiologia

Vários isolados de mosaico mandioca que infectam em diferentes partes da África e da Índia foram inicialmente considerados como estirpes do mesmo vírus. No entanto, a partir de evidências de testes sorológicos baseados em anti-soros policlonais usando estirpe do oeste do Quênia, estirpe de costa do Quênia, estirpe da Índia e sequência de nucleotídeos, actualmente são conhecidos três considerados vírus distintos da doença de mosaico da mandioca. Sendo a estirpe ACMV causador de mosaico Africano da mandioca, a estirpe EACMV do mosaico da mandioca no leste da Africa e ICMV do mosaico da mandioca na Índia e no Sri Lanka (Harrison e Robinson, 1988). Segundo Hong *et al.* (1993), nenhum destes três geminiviruses foram relatados

na América Central ou do Sul, pois a doença do mosaico da mandioca que ocorre naquele continente é causada por um vírus diferente, que é do género Potexvirus.

De acordo com Ogbe *et al.* (1997), o vírus do mosaico africano da mandioca (ACMV) é um dos três vírus similares da família *Geminiviridae*, género de begomovírus que podem causar a doença do mosaico de mandioca (CMD). A estirpe do tipo ACMV foi isolada de plantas infectadas pelo mosaico da mandioca no oeste do Quênia, e conclui-se que actualmente, é o vírus que geralmente causa a doença do Mosaico Africano da Mandioca no mesmo país, na África central, ocidental e Moçambique.

Segundo Bock e Harrison (1985), o vírus do mosaico Africano da mandioca (ACMV) mede cerca de 30 x 20 nm e proteína de revestimento tem um peso molecular de 30 kDa, contem uma molécula de ADN de cadeia simples circular ($M_r \times 0,92$ ca 10 sup), e o genoma consiste em duas moléculas circulares de tamanhos semelhantes. No tecido da folha, as partículas virais se acumulam principalmente nos núcleos e no parênquima do floema das células do córtex e da epiderme. Os genomas contêm seis genes que também são encontrados em outros geminivíroses transmitidos por mosca branca e codificam proteínas do Sr.> 10 kDa, dos quais quatro no DNA-A e dois no ADN-B. Os genes de ADN-A incluem os que codificam a proteína de partícula de vírus, e com a replicação de ADN, os ADN-B influenciam o vírus a se espalhar dentro da planta, e a proteína de revestimento do vírus é responsável na transmissão do vírus pelo vector.

2.4.2.1.2 Sintomatologia

Os sintomas do CMD, ocorrem com padrão característico de mosaico da folha que afectam áreas distintas e são determinados em um estágio inicial de desenvolvimento da folha. Clorose foliar pode ser amarelo claro ou quase branco, com apenas um toque de verde, ou apenas perceptivelmente mais pálida do que o normal. As áreas cloróticas são geralmente bem demarcadas e variam em tamanho relativamente a de toda folha para pequenas manchas ou nódos. As folhas pequenas podem mostrar um padrão de mosaico uniforme ou o mosaico pode estar localizado em algumas áreas, que frequentemente ficam na base das folhas. Os efeitos

secundários associados com a severidade dos sintomas são a distorção, redução no tamanho das pequenas folhas e atrofiamento em geral da planta (Gibson e Otim-Nape, 1997).

Os sintomas variam de folha em folha, planta para planta, mesmo da mesma variedade e estirpe do vírus no mesmo local. Variação de sintomas pode ser devido a diferenças nas estirpes de vírus, a sensibilidade do genótipo, idade da planta, e de factores ambientais, tais como a fertilidade do solo, a disponibilidade de humidade do solo, radiação, particularmente da temperatura. Algumas folhas situadas entre as afectadas podem parecer normais e dar a aparência de recuperação, este comportamento é influenciado pela temperatura e resistência da planta hospedeira. No entanto, os sintomas podem reaparecer nas plantas recuperadas quando as condições ambientais favorecem novamente expressão dos sintomas (Gibson e Otim-Nape, 1997). De acordo Jennings (1960), as poucas primeiras folhas produzidas por uma estaca infectada são por vezes assintomática e são posteriormente seguidas por folhas severamente afectadas, todavia há uma tendência diminuição da severidade dos sintomas com a idade das plantas, especialmente em variedades resistentes. Segundo Jennings (1960), testes fisiológicos e histológicos revelam que as folhas infectadas ficam com células em paliçada, que são curtos ou indiferenciado dos tecidos esponjosos do mesofilo.

2.4.2.1.3 Epidemiologia

O vírus do mosaico africano da mandioca (ACMV) é disseminado por estacas provenientes de plantas infectadas e é transmitido pela mosca branca da espécie *Bemisia tabaci*, todavia não é transmitido pelas sementes da cultura (Dubern, 1994). De acordo com Fargete e Thresh (1994), a disseminação por meio de estacas é uma consequência inevitável de propagação vegetativa da mandioca e reflecte a distribuição geral do vírus na planta. No entanto, em genótipos resistentes, a distribuição do vírus não é inteiramente sistémica, daí que uma proporção de estaca derivada de plantas infectadas pode ser livre de vírus.

Segundo Burban *et al.* (1992), a cultura da mandioca sendo é o principal hospedeiro da mosca branca. Pode-se concluir-se que em áreas onde as condições de crescimento são favoráveis para mosca branca, e em simultâneo a mandioca é cultivada de forma intensiva, há facilidade dos

genótipos ficaram mais vulneráveis à infecção. De acordo Fargette e Thresh (1994), isto ocorre quando precipitação média anual for superior a 1500 mm e da duração do período de crescimento da cultura excede 270 dias. Ainda de acordo com os mesmos autores, a situação é completamente diferente em áreas com muita seca e frio, e onde a mandioca é pouco cultivada, pois a propagação da mosca branca é restrita.

A propagação dessa doença depende de vários factores, e alguns deles se interagem. A incidência da doença em grande parte reflecte a disponibilidade do inoculo, as flutuações densidade de mosca branca e actividade das mesmas. Contudo, esse vector depende também em parte da variação dos factores climáticos, como temperatura (27-32 °c), precipitação (150-280 mm/mês), radiação solar (400 g-cal/cm² equivalente a 1673.6 J/cm²) e vento. As relações entre a incidência da doença, densidade de vector, crescimento da planta e factores climáticos são complexas. No entanto, a temperatura é positivamente relacionada com a população de vectores, estado de crescimento e susceptibilidade da planta e incidência doença, isto é, os sintomas da planta diminuem com idade, e as folhas jovens são mais susceptíveis que as velhas. A título de exemplo, e estudo feito na Tanzânia mostrou que a propagação da doença variou muito de mês para mês e periodicidade anual, com flutuações sazonais. Outro estudo também realizado em Tanzânia em épocas diferentes mostrou que a propagação mensal foi até 90% em Março, mas Agosto não superior a 4% (Burban *et al.*, 1992).

De acordo com Hershey (1987), as condições ambientais afectam negativamente o desenvolvimento de sintoma da doença do mosaico africano, como temperaturas maiores que 35°C, quantidade de calcário na ordem de 0,5-1,0 ton/ha, solos ácidos, níveis de nutrientes do solo particularmente nitrogénio e fósforo com uma relação de r=0.58 e 0.54, respectivamente. A seca, altitudes superiores a 500 metros e precipitação anual menos de 900 mm ou mais de 1500 mm por ano.

2.4.2.1.4 Métodos de Controlo

As duas principais abordagens de controlo da doença de mosaico africano da mandioca são através de saneamento básico e do uso de variedades resistentes a vírus (Thresh *et al.*, 1998).

Segundo Jameson (1964), saneamento consiste no uso de material de propagação livre de vírus, remoção e queima ou enterramento de toda planta infectada no campo ou numa determinada região ou país. O uso de variedades resistentes ou tolerantes diminui as perdas causadas pela doença.

A resistência a CMD é um dos atributos muito procurado quando se desenvolvem novos genótipos de mandioca, e só alguns genótipos melhorados até agora e divulgados pelos programas IITA são altamente resistentes a doença. Outros são variadamente descritos como resistente, moderadamente resistente ou moderadamente sensíveis. A resistência é manifestada de maneiras diferentes. Algumas genótipos melhorados são mais difíceis de infectar do que os não melhorados, porém quando infectados desenvolvem sintomas evidentes e ocorrem em toda planta. Outros desenvolvem sintomas relativamente discretos que podem ser restritos a determinados brotos durante estágios de crescimento da cultura, e as plantas podem eventualmente tornar-se assintomática. Uma característica marcante de alguns genótipos resistentes é que não parecem ser infectados sistemicamente, e só algumas das estacas retiradas de plantas podem conter o vírus. Uma consequência importante deste fenômeno de "reversão" ou "recuperação" é que os tais genótipos nunca se tornam totalmente infectados, mesmo quando o mesmo material é cultivado repetidamente em locais onde existem densidades elevadas de mosca branca e onde os genótipos susceptíveis se sucumbem facilmente (Thresh *et al.*, 1998).

2.4.2.2 Queima bacteriana da mandioca (CBB)

A queima bacteriana conhecida também por murcha bacteriana ou bacteriose foi descrita pela primeira vez em 1912 em Brasil por Bondar, atualmente ocorre em todas as áreas de cultivo da mandioca no mundo. Em África é segunda doença mais importante depois de mosaico africano. A queima bacteriana foi detectada pela primeira vez em Madagáscar em 1946 (IITA, 1990). De acordo com Dedal *et al.* (1980), para além da cultura de mandioca (*Manihot esculenta*), esta doença ocorre também na espécie selvagem *Manihot aipi*, *Manihot glaziovii* e *Manihot palmata*. As espécies de *Amaranthus*, *Panicum fasciculatum*, *Sida*, *Sorghum halepense* e várias outras pertencentes à família *Euphorbiaceae* foram identificadas como possíveis hospedeiros alternativos na Venezuela. Todavia, os estudos de hipersensibilidade por inoculação em *E.*

repanda na Nigéria e Colômbia, concluíram que agente patogénico não sobrevive naturalmente em hospedeiros alternativos a volta de plantas de mandioca.

Segundo ITTA (1990), as perdas de rendimento causado por esta doença variam de 20 a 100%, dependendo do genótipo, da intensidade de ataque, e das condições ambientais. De acordo com Ezelio (1977), na Nigéria 1973, um ano após o primeiro relato dessa doença na cultura da mandioca, as perdas de produção estimadas foram de 75%, e segundo Otim-Nape (1980), as perdas de produção em cada campanha depois de dois anos da doença ser registada em algumas regiões da Uganda foram de 90 a 100%. Na asserção de Maraite e Meyer (1975), no Zaire entre 1971 e 1973 nas províncias Kasai e Bandundu essa epidemia levou a uma fome severa, devido à importância de raízes de mandioca e folhas como alimentos básicos naquelas regiões. Em experimentos conduzidos por Otim-Nape (1980) com estacas da mandioca infectadas ao agente patogénico da doença, mostraram uma redução de produção de tubérculos frescos na ordem 26,6 a 40,1 ton/ ha. Segundo Cuambe *et al.* (2010), em Moçambique, dependendo do genótipo, as perdas de rendimento estimam-se em cerca de 30 a 100%.

Estudo feito pelo Chicuele (2005) no campo da Estação Agrária de Umbelúzi identificou que não houve diferença de incidência bem como do índice médio de ataque dos dezasetes clones avaliados. Apesar de não haver diferença, quinze genótipos apresentaram o nível de incidência que varia de baixo a alto, e índice médio de ataque que varia de dano zero a médio.

A Solemanegy (2013) identificou que todos genótipos não apresentaram diferença entre si para nível de incidência. Houve diferença no índice médio de ataque entre os genótipos, mas todos encontrara-se com dano ligeiro.

2.4.2.2.1 Etiologia

A queima bacteriana é uma doença causada por uma bactéria da espécie é *Xanthomonas campestris* pv. *Manihotis* que actualmente é muito conhecida por *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*. Essa bactéria é de Gram-negativa com forma de bacilos, tamanho de 1.3 x 0.4 µm, e monótrica com flagelo localizado na posição polar. Em colónias individuais de isolado riscado em placas de nutriente agar purificado tornam-se visíveis após 24 horas de incubação a

temperatura de 28 ° C. Após 48 horas, as colônias medem cerca de 1 mm de diâmetro, com uma coloração cinza-esbranquiçado a creme, levantadas, convexa, lisa, brilhante, bordas inteiras e consistência viscosa. As colônias em meio de tetrazólio são de 8 mm de diâmetro após 6 dias e são redondos, lisos com centros vermelhos brilhantes e uma borda estreita, assemelhando-se a colônia de *Pseudomonas solanacearum* (Maraite *et al.*, 1982). De acordo com Maraite e Meyer (1975), a *Xanthomonas campestris* pv. *Manihotis* tem crescimento mais rápido em agar de dextrose de batata e ágar de triptona de soja do que em nutriente agar.

2.4.2.2.2 Sintomatologia

A intensidade dos sintomas causados pela queima bacteriana depende da localização, tempo desde que a doença aparece e susceptibilidade do genótipo. Os sintomas apresentam-se por inicialmente o aparecimento de manchas pequena angulares e aquosas nas folhas que coalescem formando das lesões castanhos a castanho-escuro e queimadura. De seguida há murcha parcial ou total das hastes, exsudação do látex e necrose vascular. Um ataque severo resulta em rápido desfolhamento da planta, deixando as nuas. Como a doença é sistêmica manifesta-se uma descoloração castanha do sistema vascular dos caules, e raízes (caso sejam genótipos muito susceptíveis) (Maraite *et al.*, 1982). Segundo Lozano (1986), caso a doença ocorrer na fase de floração e frutificação, os frutos ficam infectados e as sementes ficam deformadas, com ondulações em toda testa, necrose nos cotilédones e endosperma.

2.4.2.2.3 Epidemiologia

A *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* se dissemina para novas áreas através de sementes e estacas infectadas. Dentro da cultura, a propagação é principalmente por gotas de chuva. Ferramentas contaminadas são importante meio de propagação, porque o material de plantio é preparado em simultaneamente com a colheita e o gasógeno pode ser transmitida para estacas. Movimento do homem e animais através de plantações, especialmente durante ou depois da chuva, também pode contribuir para disseminação do gasógeno. A distribuição de material vegetativo infectado para plantio tem sido o principal meio de disseminação da bactéria para longas distâncias em África e na Ásia, e é também a fonte de infecções primárias em plantações

recém-criadas, e isso deve-se principalmente à falta de sintomas visíveis em hastes lenhificados dado bem como a capacidade do agente patogénico de sobreviver em tecido invadidos por muito tempo (Lozano, 1986).

Entrada em plantas ocorre através dos estomas ou feridas epidérmicas. Na África central e ocidental, as infecções nas hastes têm sido muitas vezes encontrados a partir de perfurações de *Pseudotheraptus devastans*, conhecido como um vector ocasional da bactéria (Maraite e Meyer, 1975).

A infecção requer 12 horas com 90-100% de humidade relativa do ar, com temperaturas de 22-26 °C (Lozano, 1986). Segundo Takatsu *et al.* (1979), a severidade da doença é maior em áreas muito frias com temperaturas médias de 20-25 °C do que em áreas mais quentes, onde as temperaturas médias de 25-30 °C. É mais grave ainda em áreas onde a noite e o dia as temperaturas são 15-20 °C e 28-30 °C, respectivamente, do que em áreas onde a noite e o dia as temperaturas são cerca de 22-25 °C e 30-33 °C, respectivamente. Na asserção de Maraite e Meyer (1980), a temperatura óptima para crescimento e desenvolvimento do gasógeno é cerca de 30 °C.

Na América do Sul, a temperatura é considerada um factor importante que afecta a severidade da queima bacteriana da mandioca. Em regiões como a Amazónia, com temperaturas médias mínima e máximas acima de 20 e 30 °C, respectivamente, a queima bacteriana de mandioca não constitui uma doença importante, apesar da elevada pluviosidade. Flutuações de temperatura superiores 10 °C de dia ou noite durante a estação chuva proporciona o aumento a severidade da doença em Buffer (Lozano, 1986). Na África, a queima bacteriana da mandioca também é mais prevalente na savana e nas zonas de transição floresta-savana do que nas zonas florestais, ou mesmo nas galerias florestais dentro das savanas (Maraite e Meyer, 1975). Segundo Odurukwe e Arene (1980), a incidência da doença é maior em solos arenosos pobres durante a estação chuvosa, e a adubação de potássio para aumento o teor de potássio nas folhas tende a reduzir a severidade da doença consequentemente aumenta o rendimento.

As bactérias permanecem viáveis por muitos meses nos caules e goma, reactivando as actividades em períodos húmidos. A taxa de sobrevivência das bactérias é maior em condições húmidas do

que em seco, e melhor nos restos de cultura da mandioca do que no solo da rizosfera das infestantes da mandioca. Em Congo, foram encontrados grandes números do gasógeno em folhas de mandioca assintomáticos durante a estação chuvosa, e na estação seca os números decresceram para níveis indetectáveis, mas os sintomas apareceram na campanha seguinte, e conclui-se que a bactéria pode sobreviver como uma epífita. Os sintomas da queima bacteriana aumentam com a idade da planta, a pagina inferior das folhas mais velhas apresentam sintomas mas graves do que das mais novas. Porém, os brotos novos são mais susceptíveis que folhas velhas. Salientar que agente gasógeno tem como inimigos naturais *Pseudomonas fluorescens* e *Pseudomonas putida* (Persley, 1979).

2.4.2.2.4 Métodos de Controlo

Segundo Lozano (1986), as perdas podem ser bastante reduzido por uma combinação de medidas tomadas na perspectiva de IPM:

a) Controlo preventivo

Em áreas onde a queima bacteriana da mandioca ainda não ocorre, deve se ter muito cuidado na introdução de germoplasma. O material propagação vegetativo deve ser introduzida como cultura de meristema multiplicado no invitro e certificado se esta livre de doença. Sementes botânicas devem ser originadas de áreas desfavoráveis para o desenvolvimento da doença, e serem tratados termicamente.

b) Controlo cultural e métodos sanitários

Em áreas onde a doença já é generalizada, a incidência da doença podem ser reduzidas pela utilização de material de plantio limpo. As estacas devem ser tomadas só a partir de plantações que foram encontrados livre da doença por inspecções no final da estação chuvosa. Em casos de ocorrência esporádica da doença, muito cuidado deve ser tomado na colecta de estaca, somente deve-se colectar plantas saudáveis e da porção mais lignificada do caule, até 1 m da base, combinada com a inspecção visual para a ausência de escurecimento vascular. As ferramentas devem ser regularmente desinfectadas usando um bactericida.

Rotação de culturas e pousio provaram ser muito eficazes quando a nova campanha foi plantada com estacas não infectadas. Todos os restos de plantas infectadas e as infestantes em que pode ocorrer a sobrevivência das epífitas devem ser removidos e queimados ou incorporada no solo. Rotação ou pousio fitossanitário deve durar pelo menos uma estação chuvosa. Em algumas áreas, plantar no final da estação chuvosa, em vez de no início atrasa desenvolvimento epidemia durante o período de crescimento e conseqüentemente a redução de perda de rendimento.

A consorciação de mandioca com milho ou melão tem sido relatado na redução significativamente da doença. Em solos deficientes em potássio, aumentar o teor de potássio nas folhas por fertilização tende a reduzir a severidade da doença. Imersão de sementes botânicas infectadas em água quente a 60° C em 20 min, seguido de secagem em camadas superficiais a 30° C durante a noite ou a 50° C por 4 h, reduz o número de bactérias até o nível mínimo detectável sem reduzir o poder germinativo.

c) A resistência da planta hospedeira

Segundo Maraite *et al.* (1982), ocorrem diferenças claras na resistência da planta hospedeira, especialmente no que diz respeito a conter infecção e murcha; uso de genótipos resistentes é uma estratégia principal para o controle dessa doença. A resistência a queima bacteriana de mandioca parece ser devido a vários genes, principalmente com efeitos aditivos, mas também em certa medida com efeitos não aditivos. Contudo, a resistência da planta hospedeira é sustentada pela fertilização adequada. Observa-se uma variação em agressividade, mas sem especialização patogénica bem definida entre *Xanthoma campestri* pv. *manihotis* isolado de vários países e também entre aqueles de um único país.

d) Controle biológico

Aplicação foliar de *Pseudomonas fluorescens* e *P. putida* mostrou significativamente positivo na redução da infecção na folha por *X. campestris* pv. *Manihotis*.

2.4.2.3 Mancha castanha

A mancha castanha é conhecida como uma das mais importantes doença foliar da mandioca, e é amplamente distribuída em todos os países que cultivam a mandioca com exceção na Austral onde pode vir a surgir em áreas como Northern Territory e Queensland. Caso contrário, a distribuição da doença é quase inteiramente confinado entre 25 ° N e 25 ° S. Ocorre principalmente em regiões de estepe, savana, floresta aberta ou áreas degradadas pela actividade humana, e raro na floresta tropical onde as infecções tendem a ser quase nulo. Não há evidências da doença ocorrer em espécies selvagens, mas ataca a *M. glaziovii* e *M. palmata* (Santos *et al.*, 2004; Fialho e Viera 2011).

Os prejuízos causados pela doença ainda não estão suficientemente quantificados, mas há relatos que as perdas de rendimento podem atingir cerca de 20% em países da África, particularmente em condições de alta humidade e monocultura intensiva (IITA, 1990). Segundo Maduevesi (1975), uma vez que o fungo causa desfolhação, isso pode ser grave e resultar em uma perda considerável de rendimento. Em folhas severamente afectadas, a doença pode destruir cerca de 22% da área foliar.

Estudos feitos sobre a mancha castanha na cultura da mandioca em Moçambique são raros. Na avaliação feita por Solemanegy (2013), o nível de incidência para todos genótipos foi elevado. O índice médio de ataque variou de dano zero a dano ligeiro. O genótipo Umbeluzi 2 apresentou dano zero, mas não diferiu dos genótipos Clone1, Manguiza 2 (local), Mz04045, Clone4, Mistura1, Chinhembwe, Umbeluzi 6 e Mz040248 que apresentaram dano ligeiro, e esses não deferiram dos restantes genótipos que deferiram do genótipo Umbeluzi 2.

2.4.2.3.1 Etiologia

A mancha castanha é causada por um fungo da espécie *Cercosporidium henningsii*, pertencente a classe Ascomycetes, reproduz por conídios, com número de septos variável entre 3 e 8, pálidos e cilíndricos com largura média de 5,4 µm e comprimento de 40 a 59 µm. Os conidióforos ficam situados no centro das lesões primária da página inferior das folhas que emergem através de estomas para produzir a suspensão de conídios. A esporulação é abundante em condições

favoráveis, que é predominante durante a estação chuvosa. O teleomorfo é produzida nas folhas mais velhas, mas existem poucos dados específicos sobre a ocorrência do estado sexual e conclui-se que não desempenha papel significativo na transmissão do fungo (Santos *et al.*, 2004).

2.4.2.3.2 Sintomatologia

Os sintomas causados por *Cercosporidium henningsii* manifestam-se exclusivamente nas folhas e se caracterizam pelo aparecimento de manchas em ambos os lados. As lesões começam como pequenas manchas verde-amarelada circulares, que aumentam e se tornam angular castanhos delimitadas pelas nervuras principais. Na página superior as manchas são uniformemente castanhas, redondas ou poligonais delimitadas pelas nervuras com diâmetro de 1-8 mm. Na página inferior, são notados normalmente a coloração cinzento-escuro no centro das lesões devido à presença de conídios e conidióforos do fungo. A medida que a doença progride, as folhas atacadas ficam amarelas, secam e caem (Teri *et al.*, 1978; Fialho e Viera 2011).

2.4.2.3.3 Epidemiologia

O *Cercosporidium henningsii* é capaz de infectar novas plantas por transmissão de conídios pelo vento, porém raramente por gotas de chuva, esta é a principal via de transmissão durante a estação quente e húmida quando os conídios são produzidos em abundância. O fungo é capaz de persistir no ambiente em folhas mortas caídas. Normalmente o fungo ataca somente folhas no estado de maturidade da planta. A infecção é geralmente maior nas folhas mais velhas, mas quando a infecção é grave pode se espalhar para as folhas novas (Teri *et al.*, 1978). Segundo Lozano e Booth (1974), as folhas no intervalo de 5 a 15 dias de idade são imunes à infecção, embora certas variedades altamente susceptíveis a infecção é uniforme.

Os factores que afectam o desenvolvimento da doença são a humidade relativa do ar, temperatura, idade da planta e as condições do solo. A humidade relativa do ar elevada favorece a produção de conidióforos e conídios. A esporulação pode ocorrer em humidade relativa de ar entre 50% a 90% embora que a germinação do conídio é mais rápida próximo ao ponto de saturação (100%) (Teri *et al.*, 1978). Segundo CIAT (1975), embora isso signifique que a estação

das chuvas é o período mais provável para produzir o fungo, constatou-se que na África ocidental, especialmente a alta e violenta precipitação da estação chuvosa longa reduz a ocorrência da doença, pois, provavelmente os conídios são lavados para baixo do solo e não podem ser transferidos para outras plantas. Da mesma forma a estação seca também afecta a ocorrência do fungo de modo que o período óptimo para a transmissão e infecção fica comparativamente curto, embora que fungo tenha capacidade de tolerar as condições muito secas. No diz que respeito à temperatura, Teri *et al.* (1978) afirma que a temperatura óptima para germinação de conídio é 39 °C e a máxima de 43 °C. Isto explica ainda mais porque o fungo está confinado nas regiões tropicais.

Ainda na asserção de Teri *et al.* (1978), a fertilidade do solo parece não afectar a ocorrência do fungo, embora que haja estudos que indicam, as condições de solo pobres tornam as plantas mais resistente a infecção do que condições mais favoráveis, isto porque na verdade as condições pobres de solo favorecem outros microrganismos como *Glomerella cingulata* que actua contra a infecção do *Cercosporidium henningsii* na planta da mandioca. Outros estudos indicam que a presença de determinados elementos essenciais parece afectar a natureza da doença, como o aumento dos níveis de nitrogénio aumenta a severidade do dano, que é contraste de aumento nos níveis de potássio que reduz a severidade do dano.

2.4.2.3.4 Métodos de controlo

Segundo IITA (1990), a mancha castanha é uma doença que não requer medidas de controlo porque ela se instala depois que a planta atinge a maturidade e tuberização, isto é, essencialmente uma doença de plantas mais velhas e as perdas de rendimento são pequenas. Portanto, segundo Teri *et al.*, (1978), o controlo dessa doença pode se efectuar usando três métodos a destacar: controlo cultural e métodos sanitários, a resistência da planta hospedeira e controlo químico.

a) Controlo cultural e métodos sanitários

O único método de controlo cultural é queimar folhas de mandioca caídas durante a estação seca para eliminar a fonte de inoculo primário. Após as plantas ser cortadas, os restos devem ser

removidos e queimados. No entanto, a melhor forma de controle é assegurar um período de rotação de culturas de três a cinco anos.

b) A resistência da planta hospedeira

Tem havido diversas sugestões para fontes de resistência a *Cercosporidium henningsii* na mandioca, por exemplo, a presença de cianeto de hidrogênio foi considerado como indicativo da resistência, pois, o pigmento de antocianina da parte do botão de folhas tem um efeito inibidor sobre a germinação de conídios do fungo, o que faz com que as folhas novas de cor violetas azulado ou acastanhadas são mais resistentes do que os genótipos com folhas verdes ou amarelado-verdeado. Segundo estudos conduzidos pela CIAT (1975), afirma que dos 2000 genótipos, 58% foram identificados como resistentes, e 27% tolerante a doença.

c) Controle químico

Segundo Narasimhan e Arjunan (1977), a utilização de uma gama de fungicidas como mancozeb, oxiclóreto de cobre, mistura Bordeaux ou benomil + cupraneb aumentou os rendimentos dos genótipos susceptíveis de 10 a 15% e nos híbridos até 23% em experimentos realizados apenas com uma pulverização semanal. Um trabalho semelhante que foi realizado na Índia verificou-se que a aplicação de seis jactos de benomil ou tiofanato-metilo em intervalos de um mês era eficaz contra o fungo e no aumento de rendimento de raízes. Não obstante, Fialho & Viera (2011), afirmam que, de modo geral, o controle químico é anti-econômico.

2.5 Resistência das plantas a pragas e doenças

A resistência de plantas a pragas é a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta a qual influencia o resultado do grau de dano que a praga causa, o que representa a capacidade que possuem certas plantas de alcançarem maior produção e boa qualidade, do que outras variedades, em geral nas mesmas condições (Painter, 1968).

2.5.1 Graus de resistência

Segundo Crócomo (2006), geralmente é possível observar diferentes níveis de respostas de genótipos ao ataque de uma determinada praga, de modo que diferentes graus de resistência podem ser atribuídos:

- a) **Imunidade:** Diz-se que uma planta é imune a praga quando não sofre nenhum tipo de dano, ou seja, não é consumida nem prejudica pela praga, sob quaisquer condições.
- b) **Alta resistência:** Considera-se que uma planta é altamente resistente quando em determinadas condições sofre pouco dano em relação ao dano médio sofrido pelos genótipos em geral.
- c) **Resistência moderada:** É quando uma planta sofre um dano pouco menor que o dano médio sofrido pelas genótipos com as quais é confrontada.
- d) **Susceptibilidade:** uma planta é susceptível quando sofre dano semelhante ao dano médio sofrido pelos genótipos com as quais é comparada.
- e) **Alta susceptibilidade:** Pode-se dizer que uma planta é altamente susceptível quando sofre um dano maior do que o dano médio sofrido pelos genótipos com que é comparada.

No entanto, há casos que o mesmo genótipo pode apresentar susceptibilidade e alta resistência a determinadas condições, neste caso, denomina-se pseudoresistência que classifica-se em três tipos:

- ❖ **Evasão hospedeira:** quando a planta passa rapidamente pela fase de maior susceptibilidade, ou quando essa fase coincide com uma época de baixa densidade populacional do insecto.
- ❖ **Escape:** Ocorre quando a planta não é infestada, ou não sofre danos, devido a um simples acaso. Pode acontecer em condições de baixa ou alta infestação. Geralmente detecta-se se houver escape realizando outros ensaios ou em teste com a progênie dessa planta.
- ❖ **Resistência induzida:** Trata-se de uma manifestação temporária da resistência, resultante de condições especiais da planta ou do ambiente, como por exemplo, a variação na

quantidade de água de irrigação, fertilidade do solo, uso de insecticidas, etc., cessadas as quais, a planta retorna à condição de susceptibilidade.

2.5.2 Tipos de resistência

A resistência pode ser classificado de acordo com o mecanismo de reacção da planta ao ser atacada por praga, que na maioria da vezes implica alterações no seu comportamento ou biologia afectando a praga assim como não afectando em nenhum aspecto (Painter, 1968).

- a) **Não preferência:** Ocorre quando a planta é menos utilizada pela praga para alimentação, oviposição ou abrigo do que outra planta em igualdade de condições.
- b) **Tolerância:** Capacidade da própria da planta em suportar ou recuperar-se dos danos produzidos por uma população de pragas a qual normalmente causaria sérios prejuízos a um hospedeiro mais susceptível. Este tipo de resistência depende primordialmente da própria planta e não da relação inseto-planta, mas o ambiente também pode influenciar, pois, as plantas mais vigorosas podem tolerar um ataque de pragas.
- c) **Antibiose:** ocorre quando uma determinada praga se alimenta normalmente da planta e esta exerce um efeito adverso sobre a sua biologia, afectando directa ou indirectamente seu potencial de reprodução.

2.6 Interacção genótipos e ambientes

A alteração no desempenho relativo dos genótipos em função da diferença de ambiente é denominada interacção genótipos e ambientes (Borém, 2009). A interacção genótipos e ambientes reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo, a baixa correlação indica que o genótipo superior em um ambiente, geralmente não terá o mesmo desempenho relativo em outro ambiente (Falconer, 1987). A interacção de genótipos e ambientes é um fenómeno natural que faz parte da evolução das espécies, seus efeitos permitem o aparecimento de genótipos estáveis e aptos a um ambiente específico, bem como de comportamento geral e aptos a vários ambientes (Eberhart & Russel, 1966). Segundo Cruz *et al.* (2004), a existência da interacção genótipo e

ambiente está associada a dois factores: o primeiro, denominado simples, é proporcionado pelas diferenças na variabilidade genética que ocorre dentro de ambientes. O segundo, denominado complexo, é dado pela falta de correlação linear perfeita entre os genótipos de um ambiente para o outro.

As variações ambientais que podem contribuir para a interacção genótipo ambiente são agrupadas em previsíveis e imprevisíveis. Os previsíveis, estão incluídos os factores permanentes do ambiente, como o tipo de solo e aqueles nos quais o homem actua de forma directa, como época de plantação, tipo de adubação e métodos de colheita. Os imprevisíveis são aqueles que ocorrem com as flutuações climáticas atípicas, e com a ocorrência de pragas e doenças (Allard & Bradshaw, 1964). Entretanto, a interacção genótipo e ambiente deve ser interpretada, a princípio, como uma indicação de que existem genótipos particularmente adaptados a determinados ambientes, denominado de adaptação específica, e outros que sejam menos influenciados pelas variações ambientais, podendo serem explorados em vários outros ambientes, denominado adaptação geral (Vencovsky & Barriga 1992).

O fenómeno de interacção de genótipos e ambientes é de extrema importância nos programas de melhoramento, pois, a partir dele é possível executar uma selecção de genótipos com adaptação ampla ou específica, escolher locais de selecção, identificar o nível de stress nos ambientes escolhidos, para as fases iniciais da selecção, e determinar o número ideal de ambientes e de genótipos a serem avaliados em cada fase da selecção. Por essa razão, torna-se importante o conhecimento preciso dessas estimativas, bem como a sua utilização na determinação da estabilidade fenotípica de diferentes genótipos (Fox *et al.*, 1997).

2.7 Adaptabilidade e estabilidade

Geralmente, os atributos de superioridade são quantitativos e de difícil selecção. A dificuldade de selecção é por causa da complexidade da base genética do material experimental, e à influência sofrida pelo efeito ambiental (Cruz, 1990). O conhecimento dessa interacção é essencial para o melhoramento genético, porém não é suficiente, pois não fornece informações detalhadas do comportamento de cada genótipo em função das variações ambientais (Cruz *et al.*, 2004). Desse

modo, as análises da adaptabilidade e da estabilidade são necessárias, pois permitem uma maior segurança na indicação de genótipos (Melo *et al.*, 2007).

Segundo Vencovsky & Barriga (1992), a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos, embora sejam fenômenos relacionados, não devem ser considerados como um só. Nesse sentido, vários métodos genético-estatísticos foram propostos para estimar a adaptabilidade a estabilidade fenotípica. Suas diferenças provêm dos vários conceitos empregados e dos diferentes procedimentos estatísticos utilizados para suas determinações.

Eberhart & Russel (1966) e Verma *et al.*, (1978) definem adaptabilidade como sendo a capacidade dos genótipos de responderem vantajosamente os estímulos do ambiente, ou seja, como a capacidade dos genótipos terem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responderem à melhoria das condições ambientais. Mariotti *et al.* (1976) e Cruzes & Regazzi (1994) conceituaram adaptabilidade da mesma forma e comentaram que estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo ambiental.

Lewis (1954) abordou a estabilidade fenotípica como sendo a capacidade de um indivíduo ou de uma população de produzir variações mínimas de fenótipos em diferentes ambientes. Finlay & Wilkinson (1963) definiram estabilidade média de uma forma dinâmica, para caracterizar uma variedade cuja produção varia de acordo com a capacidade dos ambientes em proporcionar altos ou baixos rendimentos. Allard & Bradshaw (1964) apresentaram como variedade estável, aquela que apresenta potencial para ajustar o seu estado genotípico e fenotípico as flutuações ambientais. Heinrich *et al.* (1983) descreveram estabilidade de produção, como a capacidade de um genótipo de evitar flutuações substanciais na produção sobre vários ambientes.

Becker & Léon (1988) dividem estabilidade em dois tipos: estática, associando aqueles genótipos que apresentam performance constante com as variações ambientais, e esse tipo de estabilidade é desejável quando se quer preservar determinada característica genética; dinâmica, associando os genótipos que apresentam um comportamento previsível dentro das variações ambientais. Lin *et*

al. (1986) sugeriram três conceitos: a) estabilidade do tipo 1, o cultivar será considerado estável se sua variância entre ambientes for pequena; b) estabilidade do tipo 2, o cultivar será estável se sua resposta aos ambientes for paralela ao desempenho médio de todos os cultivares avaliados nos experimentos; e c) estabilidade do tipo 3, será estável o cultivar que apresentar o quadrado médio do desvio de regressão baixo, próximo de zero.

Vencovsky & Torres (1988) apontaram dois tipos de estabilidade: a estabilidade espacial e a estabilidade temporal, enfatizando que a estabilidade espacial é sinónimo de adaptabilidade. Espera-se bom rendimento dos genótipos sem que haja interação com as flutuações climáticas existentes entre anos. Fox *et al.* (1997), seguiram essa mesma linha de conceito e usaram os termos adaptabilidade e estabilidade para referirem-se às dimensões, espacial e temporal, respectivamente.

Vencovsky & Barriga (1992) chamaram a atenção para a existência de grupos de pesquisadores que preferiam utilizar o termo estabilidade para referirem-se à maior habilidade apresentada por certos genótipos em se adaptarem às flutuações climáticas ao longo de anos agrícolas, dentro de uma localidade. O termo adaptabilidade seria, nesse caso, empregado para designar a adaptação ecológica a diferentes ambientes, tais como locais ou outras condições geográficas. Portanto, o conceito de estabilidade e/ou adaptabilidade é importante para os melhoradores, cujo interesse está na obtenção de genótipos que se comportem bem, não apenas num ambiente particular, mas também numa faixa ampla de cultivo com diferentes condições ambientais.

Segundo Neto (2007) e Ribeiro (2011), para os termos de adaptabilidade e estabilidade as definições mais comumente utilizadas actualmente são as sugeridas por Verma *et al.*, (1978) e Eberhart & Russel (1966), Mariotti *et al.*, (1976) e Cruzes & Regazzi (1994), respectivamente.

Segundo Cruz *et al.* (2004), vários métodos propostos por vários pesquisadores que permitem o estudo dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão disponíveis, dentre eles são: Yates e Cochran (1938); Plaisted e Peterson (1959); Wricke (1962); Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966); Tai, 1971; Verma *et al.*, 1978; Silva e Barreto, 1985; Wricke e Weber,

1986; Lin & Binns (1988); Cruz *et al.* (1989); e Annicchiarico (1992). Esses métodos fundamentam-se nas interações entre genótipos e ambientes, consistindo uma análise de variância conjunta de um experimento conduzido em diversos locais, numa sucessão de anos.

Entretanto, a maior parte desses métodos usuais baseiam-se na regressão linear, e estudam-se os efeitos ambientais dentro dos genótipos, o que auxilia no processo de recomendação de cultivares, mas, certamente, não deixam explícito a identificação de relações importantes no discernimento das causas da interação, o que impõem a sua utilização (Duarte & Vencovsky, 1999). Por outro lado, algum desses métodos tem bastantes ressalvas. A título de exemplo, o método de regressão linear e não linear proposto por Finlay e Wilkinson (1963) e Ebherart e Russel (1966) que viola um dos pressupostos de análise. Pois, a média das variedades considerada variável independente não é independente da média marginal dos ambientes considerada a variável dependente (Crossa, 1990). Gomes & Gomes (1984) referem que construir um modelo de regressão em que as variáveis não são independentes viola um dos pressupostos da análise de regressão o que resulta em fazer inferências incorrectas. Crossa (1990), refere que a violação do pressuposto de independência é mais grave nos casos em que o número de variedades avaliadas for menor que 15. Para além disso, esse método assume uma resposta linear das variedades em relação aos ambientes. No entanto, sabe-se que a resposta das variedades aos ambientes não é linear, mas sim multivariada.

Um outro método que vem ganhando espaço no uso, é o método de AMMI proposto por Mandel (1971) e melhorado por Zobel *et al.* (1988). O modelo baseia-se na decomposição das fontes de variação em efeitos aditivos de genótipos e ambientes de modo tradicional e, posteriormente, em efeitos multiplicativos para a interação genótipo e ambiente pela análise de componentes principais, o que permite um detalhamento maior da soma de quadrados da interação (Lavoranti, 2003). A análise AMMI pode auxiliar tanto na identificação dos genótipos com alto rendimento e amplamente adaptados, realização do zoneamento agronómico com a finalidade de recomendações regionalizada e selecção de locais de teste (Gauch & Zobel, 1996). O método ainda permite a obtenção de estimativas mais precisas das respostas genotípicas, e possibilita uma fácil interpretação gráfica dos resultados da análise estatística através do procedimento biplot (Zobel *et al.*, 1988).

Portanto, os principais pontos negativos de método de AMMI, está relacionado com a dificuldade na interpretação da interacção genótipo e ambiente quando há baixa explicação do primeiro componente principal; a dificuldade para quantificar os vectores como baixos, considerando estáveis os genótipos ou ambientes. Não apresenta o padrão de resposta do genótipo, o que caracteriza os padrões de adaptabilidade dos grupos formados através de parâmetros significativos. Para além disso, apresenta alguns inconvenientes de ordem estatística, fazendo com que suas interpretações sejam vistas com ressalvas. A atribuição dos graus de liberdade, associados a parcela da SQ_{GXE} , relacionada a cada membro da família AMMI, também é vista com ressalvas e merece um estudo mais detalhado (Zobel *et al.*, 1988).

Nessa respectiva, muito recentemente, o método GGEbiplot foi proposto para a análise da estabilidade e adaptabilidade dos genótipos (Yan *et al.*, 2000, 2001), e tem atraído muita atenção dos pesquisadores. Esse método tem vantagens na selecção de genótipos quando comparado com os anteriores porque para além de fornecer maior detalhe da soma dos quadrados da interacção, possibilita a representação gráfica simultânea dos pontos dos efeitos da interacção para cada genótipo e ambiente a partir da análise multivariada (Crossa, 1990). A visualização dos melhores e piores genótipos em cada ambiente é feita através do polígono formado pela conexão dos pontos correspondentes aos genótipos mais distantes da origem do biplot de modo que os restantes pontos caíam dentro do polígono. Os segmentos de recta que partem da origem do polígono e são perpendiculares a cada lado do mesmo definem sectores nos quais se encontram os ambientes. O genótipo localizado no vértice de cada sector é caracterizado como o melhor genótipo em todos ambientes contidos nesse sector. Os sectores que não contêm ambientes indicam que os genótipos neles contidos são os piores em todos ambientes (Yan *et al.*, 2000; Yan, 2002).

Os genótipos são classificados com base no seu rendimento e estabilidade, construindo uma linha que passam através da origem do biplot com uma seta apontada para o sentido crescente da média de rendimento, denominada coordenada da média ambiental (AEC). A projecção dos pontos correspondentes aos genótipos para AEC é uma aproximação boa do rendimento dos mesmos

(Yan *et al.*, 2000; Yan, 2002). Quanto mais distante da origem na direcção crescente da AEC estiver a projecção do ponto correspondente ao genótipo, maior é o seu rendimento.

Perpendicularmente a AEC é construída uma linha que passa pela origem do biplot que dá uma indicação da estabilidade dos genótipos. A projecção dos pontos correspondentes aos genótipos para linha de estabilidade dá uma indicação da estabilidade dos genótipos. Quanto mais distante, nas duas direcções estiver a projecção do ponto correspondente ao genótipo da origem do biplot na linha de estabilidade maior é a interacção do genótipo com o ambiente, e portanto, menor a sua estabilidade nos ambientes testados (Yan *et al.*, 2001).

A relação entre ambientes é estimada com base no ângulo formado entre dois vectores ambientais. Um vector ambiental é definido por uma linha que une o ponto ambiental à origem do biplot. O co-seno do ângulo formado entre dois vectores ambientais está relacionado ao coeficiente de correlação entre os respectivos ambientes (Kaya *et al.*, 2006; Yan e Tinker, 2006). Um ângulo agudo indica correlação positiva, recto indica ausência de correlação e, obtuso, correlação negativa.

Estudos de adaptabilidade e estabilidade realizados em várias partes de mundo têm demonstrado que existem genótipos estáveis e adaptáveis para vários ambientes. Em Moçambique, Macia *et al.* (2007) avaliaram adaptabilidade e estabilidade do rendimento de 27 clones de mandioca polpa amarela e alaranjada em duas campanhas (2005/2006 e 2006/2007) e seis ambientes da região centro e sul do país. Os clones Mz 2001057-2 e Mz 2001114-3 mostraram adaptação em ambiente desfavorável, sendo potencialmente recomendáveis para tal situação (adaptação específico). Os clones Mz 2001082-2, Mz 2001028-2 e Mz 2001077-2 com desempenho paralelo a média afiguram-se promissores para recomendação aos produtores nos diferentes ambientes (adaptação geral).

Fernandes (2014) avaliou estabilidade e rendimento de 7 variedades de amendoim em dois ambientes, Ricatla e Nhancoongo. Identificou que houve interacção entre genótipo e ambiente. Contudo, houve diferença estatística entre as variedades no ambiente de Ricatla, onde as

variedades Namitil e 75b foram superiores comparativamente as restantes, tendo uma adaptação específica. Chiulele (2010) avaliou a estabilidade de feijão nhemba em Umbelúzi e Chókwè em condições de sequeiro e irrigado em três campanhas, e identificou a ocorrência de interação qualitativa, genótipos de adaptação específica e de adaptação geral.

Na Ásia, Sharma *et al.* (2012) avaliaram a estabilidade de 137 genótipos de trigo ambientes semi-áridos no Centro e Este da Asia e verificaram que vários genótipos tiveram adaptação geral em ambientes de baixa e de alta produtividade, bem como genótipos de adaptação específica e outros com estabilidade nos ambientes avaliados. Na Austrália, Farshadfar *et al.* (2012) avaliaram a interação entre genótipos e ambiente na cultura de trigo envolvendo sete genótipos de trigo em duas condições, sequeiro e irrigado, e identificaram o genótipo DAL H7 como sendo de adaptação específica e DAL H2 com estabilidade nos dois ambientes.

III MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição das áreas do estudo

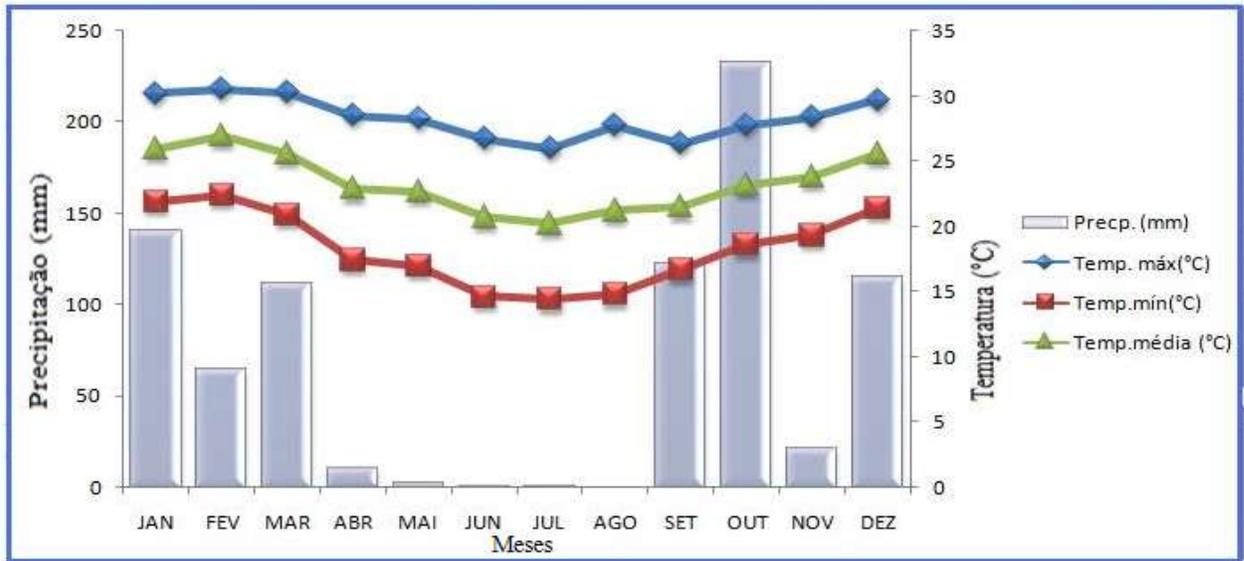
O ensaio do presente estudo foi realizado em simultâneo em duas zonas agro-ecológicas (ambientes) de Moçambique no período de Janeiro a Dezembro de 2012:

a) Campo da Estação Agrária de Umbelúzi

A Estação Agrária de Umbelúzi pertence a zona agro-ecológica nº 1. Está localizada em Umbelúzi (região Sul), a 12 m acima de nível médio das águas do mar, nas coordenadas geográficas de 26° 03' de latitude sul e 32° 23' de longitude este (INIA, 1995). A precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas, e humidade relativa do ar, durante a condução de ensaio encontram-se nas figuras 4 e 6, respectivamente (INAM, 2013).

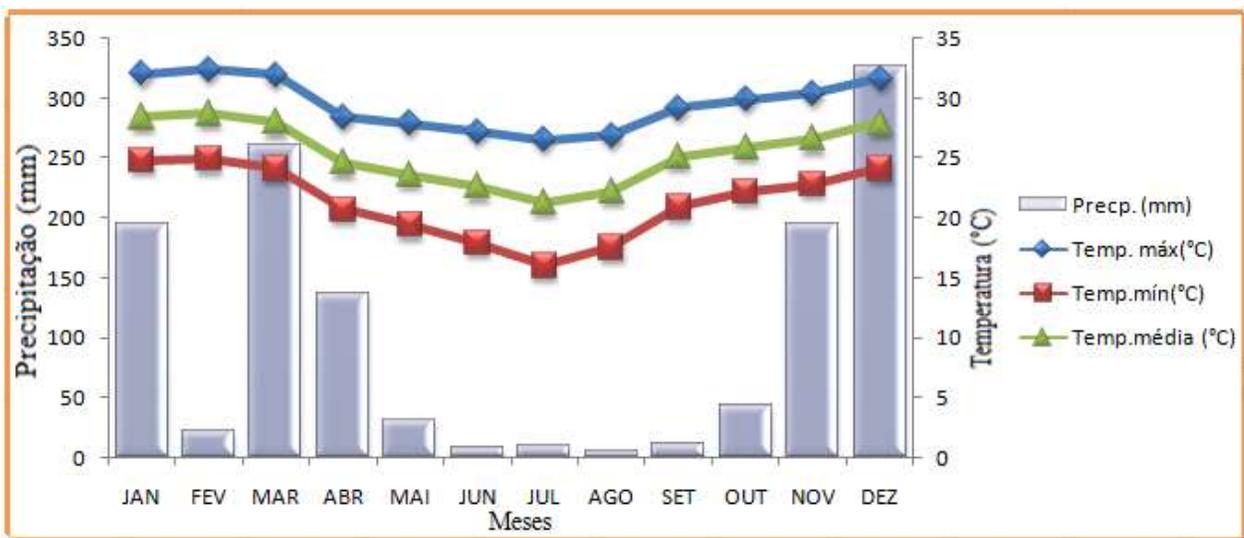
b) Campo de Posto Agronómico do Dondo

O Posto Agronómico do Dondo pertence a zona agro-ecológica nº 5. Está localizado no distrito do Dondo (região centro), a 57 m acima de nível médio das águas do mar, nas coordenadas geográficas de 19° 37' de latitude sul e 34° 45' de longitude este (INIA, 1995). A precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas, e humidade relativa do ar, durante a condução do ensaio encontram-se nas figuras 5 e 7, respectivamente (INAM, 2013).



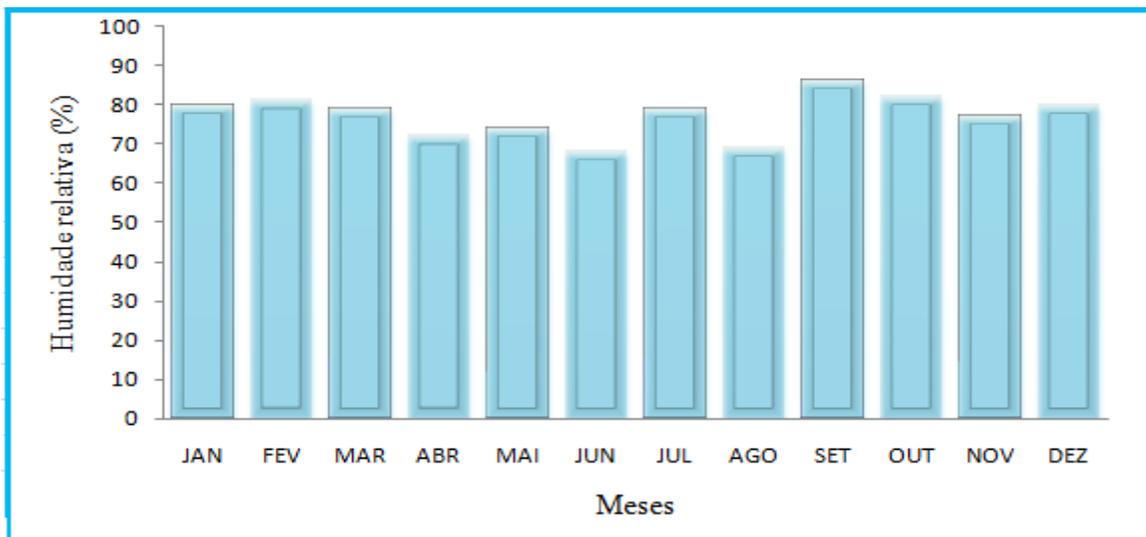
Fonte: INAM (2013)

Figura 4. Precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas durante a condução do ensaio em Umbelúzi.



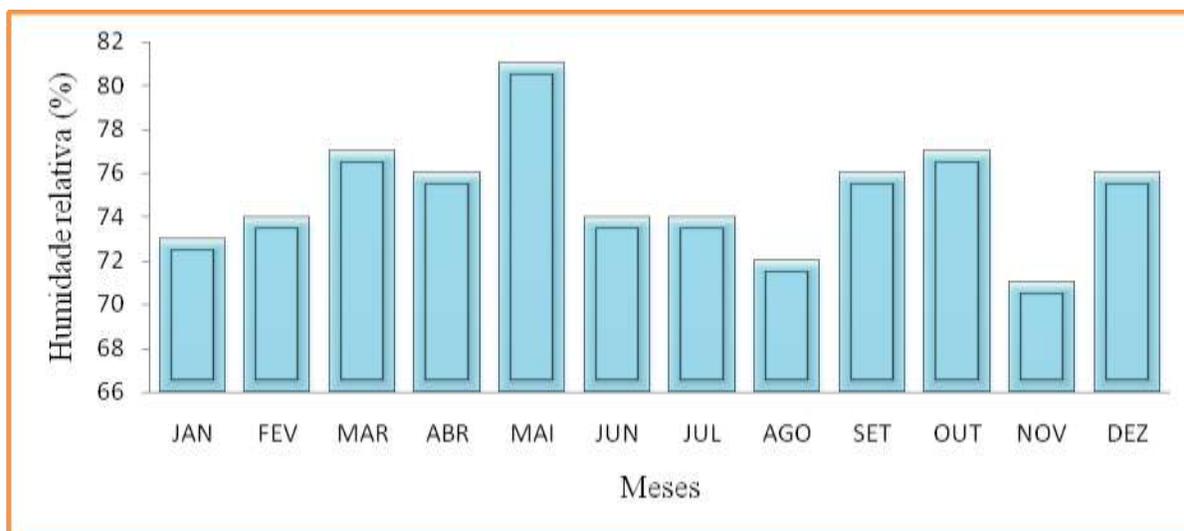
Fonte: INAM (2013)

Figura 5. Precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas durante a condução do ensaio em Dondo.



Fonte: INAM (2013)

Figura 6. Humidade relativa ar durante a condução do ensaio em Umbelúzi.



Fonte: INAM (2013)

Figura 7. Humidade relativa do ar durante a condução do ensaio em Dondo

3.2 Descrição dos genótipos (tratamentos) em estudo

O estudo consistiu no uso de 12 genótipos da mandioca, das quais 11 vem do programa de melhoramento nacional e uma local que foi usada como controlo (tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos genótipos usados no presente estudo

Genótipo	Ordem de Tratamento	Característica	Ciclo	Paladar
Mz0430920	1	Melhorada	12 meses	Semi-amarga
Umbelúzi 2	2	Melhorada	12 meses	Doce
Clone1	3	Melhorada	12 meses	Doce
Manguiza2	4	Local	12 meses	Doce
R.macia	5	Melhorada	12 meses	Doce
Mz04045	6	Melhorada	12 meses	Amarga
Clone 3	7	Melhorada	12 meses	Doce
Mz040248	8	Melhorada	12 meses	Doce
Mistura 1 (creminha)	9	Melhorada	12 meses	Doce
Chinhembwe	10	Melhorada	12 meses	Doce
Umbelúzi 6	11	Melhorada	12 meses	Semi-Amarga
Clone 4	12	Melhorada	12 meses	Semi-amarga

Fonte: IIAM (2012), programa nacional da mandioca em Moçambique

3.3 Desenho experimental do ensaio

O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados (DBCC). Os tratamentos consistiram em 12 genótipos arranjados em 3 repetições em cada campo de ensaio (ambiente). O compasso das plantas entre linhas e entre plantas na mesma linha foi de 1m x 1m. Cada talhão teve 5 linhas e 5 plantas por linha, perfazendo um total de 25 plantas por talhão. A área útil por talhão foi de 9 m² com total de 9 plantas. A distância de cada talhão dentro do bloco foi de 1m e a distância de um bloco para outro foi de 2 m.

3.4 Técnicas de colheita de amostra e análise de solos

A colheita de subamostra foi feita em cada talhão a uma profundidade de 30 cm com auxílio duma sonda, 1 dia antes da plantação. De seguida misturou-se num balde as subamostras do mesmo bloco e retirou-se 1000 g de solo e colocou-se num saco plástico, indicando-se a data da colheita, nome do local e o número da amostra. Posteriormente levou-se ao laboratório do solo da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal e determinou-se a textura, pH, condutividade eléctrica (CE_{1:2.5}), nitrogénio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (Mo) e carbono (C).

3.5 Práticas culturais

3.5.1 Lavoura, gradagem, sulcagem , plantação, adubação e rega

As lavouras foram feitas aos 80 e 30 dias antes da plantação, e as gradagem aos 60 e 6 dias antes de plantação. A sulcagem foi feita 2 dias antes da plantação. A plantação foi feita no dia 3 de Janeiro do ano 2012. O ensaio foi conduzido sem aplicação de fertilizantes. A rega foi feita por gravidade durante 8 semanas com uma frequência de 1 dia por semana para estabelecimento completo das plantas, de seguida foi interrompida até ao dia colheita.

3.5.2 Controlo de pragas, doenças e infestantes

Não foi feito o controlo de pragas e doenças, pois constitui a fonte de variação para o presente estudo. O controlo de infestantes foi feito 4 vezes durante o ciclo da cultura, com intervalos de um mês, partindo do dia da plantação, com auxílio da enxada (sacha manual). No momento de execução das sachas fez-se as amontoas.

3.6 Procedimentos de amostragem e observação

Em cada talhão foram observadas todas as 9 plantas da área útil para avaliação. As observações e os registos feitos foram: número de indivíduos de cada praga por planta (nas haste, folhas e rebentos), a contagem de ácaro e cochonilhas auxiliou-se na lupa; número de plantas infestadas por cada praga, que consistiu na consideração de planta infestada aquela que possui pelo menos

um indivíduo duma determinada praga ou sintomas da mesma, e escala usado foi de 0 e 1 (0=ausência, 1=presença); número de folhas doentes, que consistiu na observação de 10 folhas por planta (escala: 0=ausência de infecção, 1=presença de infecção) repartido em 4 quadrantes, o 1° e 3° quadrante observaram-se três folhas (no topo, no meio e na base) por quadrante na direcção Norte-Sul, o 2° e 4° quadrante observaram-se 2 folhas (no topo e no meio) por cada quadrante na direcção Este-Oeste; a massa de raízes de reserva, auxiliou-se no uso da balança para a sua pesagem. No campo de Umbelúzi, as observações e os registos das pragas e doenças foram feitos no dia 4 a 8 de Janeiro, e a massa de raízes de reserva foi pesada no dia 8 a 9 de Janeiro, ambos no ano 2013. No campo do Dondo, as observações e registos das pragas e doenças foram feitas no dia 26 a 29 Dezembro e a massa de raízes de reserva foi pesada no dia 29 a 30 Dezembro, ambos no ano 2012.

3.7 Variáveis de estudo

As variáveis em estudo foram densidade de população das pragas, nível de infestação das pragas, nível de incidência das doenças, índice médio de ataque das pragas e doenças, e rendimento total de raízes.

3.7.1 A Densidade populacional das pragas (DNS)

A densidade populacional das pragas foi determinada com base na razão de número de indivíduos de uma determinada praga no talhão, pelo número total de plantas observadas no mesmo talhão (equação 1).

$$DNS = \frac{NTP}{NFP} = [ind / pl] \quad (1)$$

Onde:

DNS: Densidade populacional de cada praga

NTP: Número de indivíduos contados no talhão

NFP: Número de plantas observadas no talhão.

3.7.2 Nível de infestação das pragas (INF) e nível de incidência das doenças (INC)

O nível de infestação pragas foi determinado pela razão entre o número de plantas infestadas no talhão e o número total de plantas observadas no mesmo talhão (equação 2). O nível de incidência das doenças foi determinado pela razão número de folhas infectadas no talhão e o número total de plantas observadas no mesmo talhão (equação 2).

$$INF \text{ ou } INC = \frac{PI}{PO} \times 100 [\%] \quad (2)$$

Onde:

INF ou INC: Nível de infestação das pragas ou nível de incidência das doenças

PI: Unidades¹ infestadas por pragas ou infectada por patógeno

PO: Total de unidades observadas no talhão

3.7.3 Índice médio de ataque das pragas e doenças (IMA)

O índice médio de ataque das pragas foi avaliado a partir das estimativas de sintomas de determinada praga nas hastes, folhas e rebentos das plantas observadas nos talhões conforme descrito para cada praga nos subcapítulo 3.7.3.1 a 3.7.3.3. De seguida determinou-se o índice médio de ataque de cada praga pela equação 3, e comparou-se com as classes da tabela 3 mencionado por Segeren (1996). O índice médio de ataque das doenças foi avaliado a partir das observações dos sintomas ou sinais causados pelo patógeno nas folhas das plantas conforme descrito nos subcapítulos 3.7.3.4 a 3.7.3.6. Posteriormente determinou-se o índice médio de ataque das doenças pela equação 3 e comparou-se com as classes da tabela 3 descrita por Segeren (1996):

¹ Unidades é planta caso de praga, ou folha para caso de doença

$$IMA = \frac{\sum X_i \times N_i}{ntpo} \quad (3)$$

Onde:

IMA : índice médio de ataque

X_i :Número de unidades com ataque i

N_i : Nível ataque por praga ou doença

ntpo : número total unidades observadas

Tabela 3. Classes de índice médio de ataque das pragas e doenças

Classe	Índice de ataque	Nível de dano correspondente
0	Sem sintomas	Sem sintoma (Dano zero)
1	Presença de sintomas da praga ou doença*	Dano zero
2	Presença de sintomas da praga ou doença	Dano ligeiro
3	Presença de sintomas da praga ou doença	Dano médio
4	Presença de sintomas da praga ou doença	Dano sério

Fonte: Segeren (1996)

*Presença de sintomas da praga ou doença são descritos nos subcapítulos 3.7.3.1 a 3.7.3.3 para pragas, e 3.7.3.3 a 3.7.3.6 para doenças.

3.7.3.1 Índice de ataque da cochonilha da mandioca

A avaliação de índice de ataque da cochonilha da mandioca baseou-se na escala descrita por IITA (1990):

0 = Sem sintomas;

1= Leve encaracolamento no topo e leve redução no tamanho das folhas e comprimento de entrenós;

2= Sintomas moderados de encaracolamento no topo e séria redução no tamanho das folhas e comprimentos dos entrenós;

3= Acentuado sintomas de encaracolamento no topo; redução óbvia do comprimento de entrenós e acentuada redução no tamanho e área foliar;

4=Redução de comprimento de entrenós; porção nova do broto curvada e completamente desfolhada (aparência de “candelabro”). (As respectivas figuras constam no apêndice 1.1).

3.7.3.2 Índice de ataque de ácaro verde

Avaliação do índice de ataque de ácaro verde baseou-se na escala descrita por Bellotti e Farias (1978):

0 = Sem sintomas.

1= Nenhuma redução no tamanho das folhas, manchas cloróticas dispersas pelas folhas novas

2= Clorose acentuada, ligeira redução no tamanho das folhas.

3= Clorose acentuada, e acentuado tamanho de redução de folhas dos brotos

4= Clorose muito acentuada e grande redução do tamanho de folhas e de porção nova do broto, desfoliação extensiva. (As respectivas figuras constam no apêndice 1.2)

3.7.3.3 Índice de ataque de gafanhoto elegante

A avaliação de índice de ataque de gafanhoto elegante usou-se a escala de insectos mastigadores das folhas patente no Segeren (1996):

0 = Sem folhas furadas ou roída;

1= 1-20% da superfície das folhas roídas;

2= 21-40% da superfície das folhas roídas;

3= 41-70% da superfície das folhas roída;

4= > 70% da superfície das folhas roída.

3.7.3.4 Índice de ataque do mosaico africano da mandioca

A avaliação do índice de ataque do mosaico africano da mandioca baseou-se na escala mencionada por IITA (1990):

0 = Nenhum sintoma observado;

1= Leve padrão clorótico nos lóbulos inteiros ou leve distorção na base dos lóbulos, enquanto a parte restantes dos lóbulos parece verde saudável;

2= Forte padrão de mosaico na folha inteira, estreitamento e distorção do terço inferior dos lóbulos;

3= Mosaico acentuado, distorção de dois terços dos lóbulos e redução geral do tamanho de folha;

4= Mosaico acentuado, distorção de quatro quintos ou mais dos lóbulos, folhas torcidas disformes. (As respectivas figuras constam no apêndice 1.3)

3.7.3.5 Índice de ataque da queima bacteriana

A avaliação de índice de ataque da queima bacteriana foi adaptada a partir de IITA (1990):

0 = Ausência de sintomas;

1 = Somente manchas foliares;

2 = Murcha foliar exclusiva, definhamento das folhas, exsudação do látex nos pecíolos e hastes;

3 = Murcha foliar extensiva, definhamento, desfolhação e morte descendente nas hastes;

4 = Desfolhação completa e morte descendente nas hastes, atrofia e morte descendente dos ramos laterais. (As respectivas figuras constam no apêndice 1.4).

3.7.3.6 Índice de ataque de mancha castanha

A avaliação de índice de ataque da mancha castanha foi adaptada através de sintomas e sinais mencionadas por Segeren *et al.* (1994) e IITA (1990).

0 – Nenhum sintoma e sinais observado;

1 - Manchas castanhas redondas ou poligonais distribuídas espaçadamente na folha verde na página superior; aspecto aveludado-escuro resultante da frutificação do fungo na página inferior;

2 - Manchas castanhas redondas, distribuídas espaçadamente, com início de presença de cor amarelas na folha;

3 - Manchas castanhas redondas distribuídas por toda folha, presença acentuada de cor amarelas nas folhas;

4 - Manchas castanhas redondas distribuídas por toda folha enlorada e secas. (As respectivas figuras constam no apêndice 1.5)

3.7.6 Rendimento total de raízes dos genótipos

O rendimento total de raízes de cada genótipo foi determinado pela soma de rendimento de raízes comerciais e não comerciais de todas plantas da área útil de cada tratamento. Seguindo o critério

da Zacarias-Silva *et al.* (2012), o rendimento de raízes comerciais foi obtido pela pesagem de raízes de plantas com massa superior a 200 g e que apresentavam boas condições fitossanitárias, de seguida fez-se a conversão para ton/ha. O rendimento de raízes não comerciais foi obtido pela pesagem de raízes de plantas com massa inferior a 200 g, de seguida fez-se a conversão para ton/ha.

3.8 Análise dos dados

As análises feitas foram: A análise de variância (ANOVA), com pressupostos de normalidade dos resíduos (teste Shapiro Wilk) e de homogeneidade dos resíduos (teste Breusch – Pagan); teste de comparação de médias (Fisher-Hayter); correlação e regressão múltipla entre rendimento total de raízes dos genótipos e densidade populacional e índice médio de ataque das pragas e doenças, com pressupostos normalidade dos resíduos (teste Shapiro Wilk), homogeneidade dos resíduos (teste Breusch – Pagan) e de multicolinealidade. As análises separadas (individual), análise conjunta para estimar a interacção genótipo e ambiente, correlação e regressão linear múltipla usou-se o pacote estatístico STATA versão 10.1 ao nível de significância de 5%. Para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos usou-se o pacote estatístico GenStat versão 14. Os modelos de análise separada (equação 6) e da análise conjunta (equação 7) basearam-se em grupo de ensaios segundo Gomez & Gomez (1984) e Zimmerman (2004). O modelo de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos (equação 8) baseou-se no método de GGEbiplot proposto Yan *et al.* (2000, 2002).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; i = 1, \dots, 3; j = 1, \dots, 12; \text{ onde:} \quad (6)$$

Y_{ij} = O rendimento total da mandioca colhida na parcela i que recebeu genótipo j

μ = Média geral

α_i = Efeito de bloco i

β_j = Efeito do genótipo j da mandioca

ε_{ij} = Erro, assumido como tendo uma distribuição normal com média zero e a variância constante (σ^2_δ).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}; \quad i=1,..2; \quad j=1,..3; \quad k=1,..12; \quad \text{onde} \quad (7)$$

Y_{ijk} = O rendimento total da mandioca colhido no bloco j submetida ao ambiente i e que recebeu o genótipo k da mandioca

μ = Média geral

α_i = Efeito do ambiente i

β_j = Erro devido ao ambiente i

δ_k = Efeito de genótipo k da mandioca

$(\alpha\delta)_{ik}$ = Efeito da interacção entre genótipo k e ambiente i

ε_{ijk} = Erro, assumido como tendo uma distribuição normal com média zero e a variância constante (σ^2_δ).

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \lambda_1 \xi_{i1} n_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} n_{j2} + \varepsilon_{ij}; \quad i=1..11; \quad j=1..2; \quad \text{onde} \quad (8)$$

Y_{ij} = é a média de rendimentos totais dos genótipos i no ambiente j;

μ = Média geral;

β_j =efeito principal do ambiente j;

λ_1 e λ_2 = valores singulares (SV) da 1ª e 2ª componente principal (PC1 e PC2, respectivamente), os seus quadrados representam a soma dos quadrados explicados pela PC1 e PC2 para as duas dimensões biplot;

ξ e ξ_2 = Vectores do genótipo i para PC1 e PC2, respectivamente;

n_{j1} e n_{j2} = Vectores do ambiente j para PC1 e PC2, respectivamente;

ε_{ij} = Erro associado ao genótipo i no ambiente j.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do solo dos campos de ensaio

Os resultados de análise física e química do solo do campo da Estação Agrária de Umbelúzi e Posto Agronómico do Dondo são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Análise física e química de solo do campo de Umbelúzi e Dondo

Fonte de variação	Campo de Umbelúzi	Campo do Dondo
Textura	Franco argilo-arrenoso	Franco argilo-arrenoso
pH	7.1-7.35	5.71-5.8
CE ₁ (mS/cm)	0.08-0.09	0.047-0.05
% N	0.14-0.27	0.07-0.11
P (ppm)	7.54-15.1	2.7-3.7
K (ppm)	199.4-312.8	78.2-97.8
Ca (cmol _c /dm ³)	0.14-0.27	0.07-0.17
Mg (cmol _c /dm ³)	2.39-2.42	0.1-0.31
% MO	0.09-0.11	0.09-0.13
% C	0.05-0.06	0.05-0.07
C/N	0.22-0.36	0.64-0.71

Fonte: apêndice 10.1

A tabela 5 mostra que a textura do solo para ambos os campos de ensaio é franco argilo-arrenoso, que é similar com a textura recomendada por Mattos & Cardoso (2004) para o cultivo da mandioca. O pH do solo no campo de Umbelúzi foi de 7.1 a 7.35 dependendo do bloco. Segundo Wit (2001), valores de pH que se encontram nesse intervalo classificam-se como ligeiramente alcalino. Por outro lado, no campo do Dondo o valor de pH foi de 5.71 a 5.8, que segundo o mesmo autor classifica o solo como moderadamente ácido. A condutividade eléctrica (CE) variou de 0.08 a 0.09 mS/cm e 0.047 a 0.05 mS/cm para o campo de Umbelúzi e Dondo, respectivamente. Segundo Wit (2001), os valores da condutividade eléctrica menor que 4 mS/cm são classificados como solo normal (solo não salino).

O teor de nitrogénio (N) no solo do campo de Umbelúzi variou de 0.14 a 0.27% e segundo Berryman *et al.* (1991), estes valores encontram-se na classe baixa a média de fertilidade do

solo. Enquanto que no campo do Dondo o teor de nitrogénio variou de 0.07 a 0.11% e segundo os mesmos autores esses valores encontram-se na classe muito baixa a baixa da fertilidade do solo. De salientar que os teores de nitrogénio encontrados nos solos de campo de Umbelúzi e Dondo estavam na forma disponível para as culturas, pois a razão C/N para ambos os campos foi menor que 12, que de acordo com Wit (2001), valores de C/N baixo sugerem que o nitrogénio encontra-se na forma mineral (tabela 5).

O teor de fósforo (P) no campo de Umbelúzi e Dondo variou de 7.54 a 15.1 ppm e 2.7 a 3.7 ppm, respectivamente. De acordo com Berryman e Bower (1991), o teor de fósforo no solo neste intervalo são classificados de moderado a adequado para o campo de Umbelúzi e intensivamente deficiente a deficiente para o campo do Dondo. O teor de potássio (K) no campo de Umbeluzi foi 199.4 a 312.8 ppm, e no campo do Dondo foi de 78.2 a 97.8 ppm, segundo Wit (2001), nesses intervalos classificam como teores de potássio alto a muito alto no campo de Umbelúzi e baixo no campo do Dondo, respectivamente (tabela 5).

Ainda de acordo com a tabela 5, os teores de cálcio (Ca) no campo de Umbelúzi e Dondo foram 0.14 a 0.27 cmol/dm^3 e 0.07 a 0.17 cmol/dm^3 , respectivamente, segundo Lopes & Guilherme (2004), esses teores são baixos na classe da fertilidade de solo. Os teores de magnésio (Mg) foram de 2.39 a 2.42 cmol/dm^3 e segundo Lopes & Guilherme (2004), esses teores são classificados como muito bons na classe da fertilidade de solos. Enquanto no campo do Dondo os teores Magnésio foram de 0.1 a 0.31 cmol/dm^3 de acordo com os mesmos autores, esses teores classificam-se como sendo muitos baixos a baixos.

4.2 Pragas e doenças no campo da Estação Agrária de Umbelúzi

As pragas que ocorreram no campo da Estação Agrária de Umbelúzi foram a cochonilha da mandioca, o ácaro verde e o gafanhoto elegante. As doenças foram o mosaico africano, a queima bacteriana e a mancha castanha

4.2.1 Nível infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha de mandioca no campo da Umbelúzi

O nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca por cada genótipo no campo da Estação Agrária de Umbelúzi são apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi

Genótipo	INF (%)		DNS (ind/pl)		IMA	
Mz0430920	0.0	B	0.0	D	0.0	C
Umbelúzi 2	64.8	AB	0.8	C	1.3	AB
Clone1	50.0	AB	1.5	BC	1.0	AB
Manguiza2	76.8	AB	0.0	D	1.5	AB
R.macia	66.7	AB	0.0	D	1.7	AB
Mz04045	33.3	AB	2.7	AB	0.3	BC
Clone 3	76.4	A	5.1	AB	1.5	AB
Mz040248	16.7	AB	4.8	AB	0.4	BC
Mistura 1 (creminha)	87.5	A	6.1	A	2.0	A
Chinhembwe	83.3	A	0.0	D	1.8	AB
Umbelúzi 6	0.0	B	0.0	D	0.0	C
Clone 4	64.1	AB	4.6	A	1.1	AB
Significância	S		S		S	
CV (%)	49.5		3.9		1.6	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

A tabela 6 mostra que houve diferenças no nível de infestação da cochonilha da mandioca entre os genótipos. Os genótipos Clone 3, Mistura 1 e Chinhembwe apresentaram maiores níveis de

infestação comparativamente aos Mz0430920 e Umbelúzi6 que não apresentaram nenhuma infestação, e ambos não diferiram dos restantes genótipos. A maior parte dos genótipos infestados teve elevado nível de infestação. A diferença nos níveis de infestação, provavelmente pode estar associado a resistência dos genótipos a esta praga, pois Hershey (1987) afirma que existem genótipos resistentes a cochonilha da mandioca embora sejam poucos. Estudos conduzidos no banco de geomoplasma da mandioca do CIAT sobre a avaliação de mais de 2000 clones com infestação natural da cochonilha encontraram mais do que 500 clones aproximadamente 24% sem sintoma de ataque (Hershey, 1987).

Este facto foi verificado por vários estudos conduzidos em Moçambique, a título de exemplo, Langa (2003) encontrou que em Nhacoongo dos dozes genótipos avaliados, onze mostraram-se sem infestação. Em Umbelúzi um único genótipo apresentou-se sem infestação. Chicuele (2005) identificou no campo de Umbelúzi dos 17 genótipos avaliados, 14 apresentaram-se sem nenhuma infestação da cochonilha. Razão (2005) no campo de Umbelúzi identificou que das 8 famílias avaliadas 46% apresentaram-se sem infestação. Solemanegy (2013) encontrou diferenças no nível de infestação. Porém o genótipo Mz0430920 foi único comum que apresentou-se sem infestação da cochonilha para ambas avaliações.

Para a densidade populacional da cochonilha, os genótipos Mz04045, Clone 3, Mz040248, Mistura 1 e Clone 4 não diferiram entre si e apresentaram maior densidade comparativamente aos restantes genótipos. Enquanto que, os genótipos Mz0430920, Manguiza2 (local), R.macia, Chinhembwe e Umbelúzi6 não apresentaram nenhuma densidade populacional. Do modo geral ocorreu baixa densidade populacional dessa praga, o que pode ser explicado com a precipitação frequente que ocorreu nos meses de Setembro a Dezembro conforme mostra a Figura 4, pois, a avaliação desse parâmetro foi no princípio de mês de Janeiro do ano seguinte (logo após a ocorrência das chuvas). De acordo com Herren e Neuenschwander (1991), a densidade populacional da cochonilha começa a aumentar em Fevereiro, e a maior população ocorre durante a estação seca, e diminui no início da estação chuvosa, quando a maior parte das cochonilhas é lavado para fora da planta. O que é confirmado por Cuambe *et al.* (2010), acrescentado que, o início das chuvas permite recuperação da planta do ataque da cochonilha.

A avaliação feita por Solemanegy (2013) encontrou também a baixa densidade populacional da cochonilha. Os genótipos Mz0430920 e Chinhembwe foram os comuns que não apresentaram densidade populacional para ambas avaliações.

Em termos de índice médio de ataque, os genótipos Umbelúzi 2, Clone1, Manguiza2 (local), R.macia, Clone 3, Mistura 1, Chinhembwe e Clone 4 apresentaram maior índice médio de ataque (danos zero a ligeiro) comparativamente Mz0430920 e Umbelúzi 6 que não apresentaram nenhum sintoma de ataque. Do modo geral, o dano não foi elevado (ausência de sintoma de ataque, dano zero e ligeiro) para todos genótipos, o que coincide com a avaliação feita por Solemanegy (2013). O dano não elevado pode ser explicado pela boa fertilidade de solo, pois a maior parte de nutrientes desse campo ensaio encontrava-se na classe média a alta da fertilidade do solo. De acordo com Tertuliano *et al.* (1999), os maiores teores de nutrientes no solo melhoram as propriedades antibióticas da mandioca contra o efeito da infestação da cochonilha, reduzindo desse modo a severidade do dano causado pela mesma. Um estudo similar feito por Chicuele (2005) no mesmo campo identificou que dos 17 genótipos avaliados, 14 apresentaram-se sem sintoma de ataque da cochonilha, e os restantes 3 apresentaram dano ligeiro.

4.2.2 Nível infestação, densidade populacional e índice médio de ataque do ácaro verde no campo de Umbelúzi

O nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque do ácaro verde para cada genótipo da mandioca no campo da Estação Agrária de Umbelúzi são apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Nível de infestação, densidade populacional e índice de médio de ataque do ácaro verde no campo de Umbelúzi

Genótipo	INF (%)	DNS (ind/pl)	IMA
Mz0430920	71.8 AB	0	1.5
Umbelúzi 2	75.9 AB	1.1	1.7
Clone1	16.7 B	0.0	0.5
Manguiza2	100 A	3.6	2.0
R.macia	66.7 AB	0.0	1.3
Mz04045	48.2 AB	2.7	1.8
Clone 3	65.3 AB	1.0	1.8
Mz040248	100 A	0.3	1.6
Mistura 1 (creminha)	87.5 AB	0.9	1.9
Chinhembwe	91.7 A	0.3	1.8
Umbelúzi 6	90.0 AB	0.0	1.8
Clone 4	64.1 AB	0.9	1.7
Significância	S	NS	NS
CV (%)	34.7	50.3	40.0

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

A tabela 7 mostra que os genótipos Manguiza2 (local), Mz040248 e Chinhembwe apresentaram maiores níveis de infestação, mas deferiram com os restantes genótipos exceptuando o Clone 1 que apresentou menor nível de infestação, contudo este não deferiu do Mz0430920, Umbelúzi 2, R.macia, Mz04045, Clone 3, Mistura 1, Umbelúzi 6 e Clone 4. Apesar do nível de infestação para a maioria dos genótipos ser alto, a densidade populacional foi baixa e o índice médio de ataque variou de dano zero a ligeiro não deferindo entre os genótipos. A baixa densidade populacional pode estar associado com períodos ocorrência das chuvas no campo antes da colecta dos dados, pois, segundo Yaninek *et al.* (1989), a presença de chuvas e disponibilidade de nova folhagem na cultura da mandioca são os principais factores que determinam a dinâmica da população do ácaro verde no campo. A população aumenta em 20-200 ácaros/folha com surgimento e crescimento das novas folhas durante o início da estação seca, mas diminui para 1 ácaro/folha com a presença de chuvas.

Quanto a dano zero a ligeiro, pode estar relacionado com período curto da seca, pois, conforme a figura 4, durante o ciclo da cultura no campo, o período de seca foi de 4 meses e o período de chuvas descontínuas foi de 8 meses. Segundo Hershey (1987), os danos causados por *M. tanajoa* variam de acordo com o genótipo da mandioca e a duração da estação seca. Um período de seca curto reduz o ataque do ácaro verde nas folhas consequentemente reduzindo os danos e as perdas de rendimento de raízes.

A avaliação feita por Solemanegy (2013) no mesmo campo de ensaio encontrou também altos níveis infestação, baixa densidade populacional e dano ligeiro do ácaro verde, embora tenha verificado diferenças na densidade populacional e índice médio de ataque entre os genótipos. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo feito por Govene (1998) em Maputo no campo da FAEF e de Umbelúzi identificando a presença de ácaro verde com nível de infestação, densidade populacional e dano zero. Resultados diferentes foram encontrados no estudo feito por Langa (2003) no campo de Nhacoongo e de Umbelúzi, onde os genótipos amargos tiveram dano médio comparativamente genótipos de outros sabores que tiveram dano ligeiro em ambos locais do estudo.

4.2.3 Nível infestação, densidade populacional e índice médio de ataque do gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi

O nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque do gafanhoto elegante para cada genótipo da mandioca no campo da Estação Agrária de Umbelúzi são apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque de gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi

Genótipo	INF (%)	DNS (ind/pl)	IMA
Mz0430920	0	0	0
Umbelúzi 2	0	0	0
Clone1	0	0	0.25
Manguiza2 (local)	23.7	1.2	0.52
R.macia	23.3	0.4	0.33
Mz04045	16.6	0.2	0.25
Clone 3	20.8	0.6	0.42
Mz040248	0	0	0
Mistura 1	0	0	0
Chinhembwe	11.1	0.3	0.11
Umbelúzi 6	0	0	0
Clone 4	0	0	0
Significância	NS	NS	NS
CV (%)	4.40	1.69	11.8

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

O nível de infestação, a densidade populacional e o índice médio de ataque apresentaram ausência de infestação, baixa e dano zero, respectivamente, e não foram verificadas diferenças entre os genótipos (tabela 8). A razão disso, por um lado pode estar relacionado com a fase em que foi feita a avaliação, pois no mês de Janeiro o gafanhoto elegante já era adulto e bem disperso. Segundo Segeren *et al.* (1994), as ninfas tornam-se adultas em Dezembro a Março e dispersam-se e entram nas machambas e começam a postura de ovos, depois morrem. Segundo Cuambe *et al.* (2010), o ataque do gafanhoto pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento da cultura, mas com preferência em plantas mais jovens, e seu ataque é mais grave durante a estação seca. Por outro lado, pode estar associado com as infestantes a volta do campo de ensaio no período de avaliação, pois, de acordo com Nyambo (1990), esta praga ataca uma grande variedade de plantas, com preferência as de folhas largas. O ataque na cultura de mandioca apenas é significativo durante a estação seca, quando a vegetação natural se torna seca e culturas como a mandioca ou hortícolas irrigadas permanecem como uma única fonte alternativa atraente.

Comparando estes resultados com os da avaliação feita por Solemanegy (2013) neste campo de ensaio, nota-se que Solemanegy (2013) encontrou diferenças no nível de infestação e densidade populacional bem como no índice médio de ataque. Para nível de infestação encontrou que os genótipos Mz0430920, Manguiza2 (local) e Umbeluzi2 foram os que tiveram maior nível de infestação com 67 %, 39% e 33%, respectivamente, e diferiram do Clone1 que teve 18% e os restantes que não apresentaram infestação (Mz040248, Mistura1, Chinhembwe, Umbeluzi 6, Clone4, R.macia, Mz04045). Em termos de densidade populacional, todos os genótipos apresentaram baixa, não diferindo entre si, com exceção o genótipo Mz0430920 que teve maior densidade (0.78 gafanhoto/planta) em relação aos restantes. Para índice médio de ataque, houve ausência de sintoma de ataque a dano zero. As diferenças no nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque obtidos por Solemanegy (2013) podem estar relacionados com período da sua avaliação (aos 10 meses de idade, em Outubro) que coincide com fase de eclosão das ninfas. Segundo Segeren *et al.* (1994), as ninfas eclodem nos meses de Setembro a Novembro, com início das chuvas.

Entranto, os genótipos Mz040248, Creminha, Umbeluzi 6 e Clone4 foram os comuns que apresentaram-se sem sintoma de ataque para ambas as avaliações do presente estudo.

4.2.4 Nível de incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo de Umbelúzi

Nível de incidência e índice médio de ataque do mosaico africano para cada genótipo da mandioca no campo da Estação Agrária de Umbelúzi são apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Nível de incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo de Umbelúzi

Genótipo	INC (%)		IMA	
Mz0430920	8.3	AB	0.23	AB
Umbelúzi 2	53.1	A	1.8	A
Clone1	19.7	AB	0.5	AB
Manguiza2 (local)	40.2	A	0.15	AB
R.macia	0.0	B	0.0	B
Mz04045	4.2	AB	0.13	AB
Clone 3	0.00	B	0.0	B
Mz040248	0.00	B	0.0	B
Mistura 1 (creminha)	38.0	AB	0.2	AB
Chinhembwe	18.2	AB	0.12	AB
Umbelúzi 6	0.0	B	0.0	B
Clone 4	0.0	B	0.0	B
Significância	S		S	
CV (%)	3.8		5.2	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

Da tabela 9 observa-se que os genótipo Umbelúzi 2 e Manguiza2 (local) apresentaram maior nível de incidências de mosaico africano comparativamente aos genótipos R.macia, Clone 3, Mz040248, Umbelúzi 6 e Clone 4 que não apresentaram nenhuma incidência da doença, e ambos não deferiram dos genótipos Mz0430920, Clone1, Mz04045, Mistura 1 e Chinhembwe que mostraram menores nível de incidência. A diferença na incidência dos genótipos pode estar relacionada com a diferença na resistência a doença. De acordo com Fargette *et al.* (1994), existem genótipos resistentes a mosaico africano, podendo variar de altamente resistente, modernamente resistente ou moderadamente sensíveis, dependendo das condições do local, isto é, alguns genótipos podem desenvolver sintomas relativamente discretos e restritos em determinados brotos durante estágios de crescimento fazendo com que as plantas se tornem eventualmente assintomática. Na afirmação dos mesmos autores, em genótipos de mandioca resistentes podem ocorrer fenômeno de reversão ou recuperação em que nunca se tornam totalmente infectado, mesmo quando o mesmo material é cultivado repetidamente em locais onde existe densidade elevada de mosca branca, e os genótipos susceptíveis morrem facilmente.

Resultados semelhantes foram encontrados em estudo de vários autores moçambicanos. Razão (2005), no campo de Umbelúzi identificou que das 8 famílias avaliadas, 84% apresentam-se sem incidência do mosaico africano. Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi identificou que não houve diferença entre os 17 clones avaliados. Dos quais, 12 apresentaram sem incidência e 5 apresentaram incidência baixa. Estudo feito por Chitiche (2008) no campo de Umbelúzi usando 36 famílias de sementes de mandioca de origem diversa, mostrou que 10 famílias tiveram nível de incidência elevado, as restantes 26 apresentaram baixo e as outras sem incidência da doença.

A avaliação feita por Solemanegy (2013) identificou que houve diferença entre os genótipos em termos de nível de incidência de mosaico africano. Os genótipos R.macia, Clone3, Mz04045, Creminha, Umbeluzi6 e Clone4 não apresentaram nenhuma incidência, e os restantes genótipos apresentaram nível de incidência baixo a alto.

Em termos de índice médio de ataque, o genótipo Umbelúzi 2 apresentou maior dano (ligeiro) do que os genótipos R. macias, Clone 3, Mz040248, Umbelúzi 6 e Clone 4 que não mostraram sintoma de ataque, e ambos não diferiram dos genótipos Mz0430920, Clone1, Manguiza2 (local), Mz04045, Mistura 1 e Chinhembwe que apresentaram dano zero (tabela 9). De referir que, ausência de sintoma de ataque, dano zero e ligeiro pode ser explicado pelos teores aceitáveis de nitrogénio e fósforo no solo do campo de ensaio (tabela 5). De acordo de Hershey (1987), existe uma correlação moderada entre teores de nitrogénio, fósforo no solo e a redução da severidade de dano. Por outro lado, pode estar relacionado com a influência da precipitação na densidade e actividade da mosca branca, que é uma das principais fontes de inoculo. Burban *et al.*, (1992) afirmam que a mosca branca tem maior densidade e actividade a uma precipitação mensal na ordem 150-280 mm, enquanto que a figura 4, mostra que a precipitação mensal de maior parte dos meses durante a condução do ensaio estava no intervalo de 0 a 140.7 mm, somente o mês de Outubro é que atingiu 232.4 mm.

Na avaliação feita por Solemanegy (2013) encontrou os genótipos que apresentaram sintoma de ataque, como Manguiza 2 (local), Mz04045, Mistura1, Chinhembwe e Clone1, mas com dano zero. Os genótipos Umbeluzi 2 e Mz0430920 tiveram dano ligeiro, apesar de não terem diferido dos genótipos que tiveram dano zero. No entanto, os genótipos em comum que apresentaram sem

sintoma de ataque do mosaico africano para ambas avaliações foram R.macia, Clone3, Umbeluzi6 e Clone 4.

4.2.5 Incidência e índice médio ataque da queima bacteriana no campo de Umbelúzi

Nível de incidência e índice médio de ataque da queima bacteriana para cada genótipo da mandioca no campo de Umbelúzi são apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Nível de incidência e índice médio ataque da queima bacteriana no campo de Umbelúzi

Genótipo	INC (%)	IMA	
Mz0430920	30.7	1.3	AB
Umbelúzi 2	3.1	0.0	C
Clone1	15.0	0.7	ABC
Manguiza2	41.3	1.6	A
R.macia	5.6	0.3	BC
Mz04045	12.9	0.6	ABC
Clone 3	7.5	0.3	BC
Mz040248	24.3	0.2	BC
Mistura 1 (creminha)	11.7	0.7	ABC
Chinhembwe	37.0	1.2	AB
Umbelúzi 6	45.0	1.3	AB
Clone 4	25.0	0.6	ABC
Significância	NS	S	
CV (%)	13.2	2.3	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

Da tabela 10, verifica-se que incidência da queima bacteriana foi baixa e não houve diferenças entre os genótipos. A razão disso, provavelmente esteja associada com humidade relativa do ar, pois, segundo Lozano (1986), a infecção eficaz requer uma humidade relativa de 90 a 100%, todavia a figura 6 ilustra que a humidade relativa mensal durante a condução do ensaio variou 68 a 86%.

Quanto a índice médio de ataque, os genótipos Mz0430920, Clone1, Manguiza2 (local), Mz04045, Mistura 1, Chinhembwe, Umbelúzi 6 e Clone 4 tiveram dano zero a ligeiro e não

deferiram entre sim. Enquanto que genótipo Umbelúzi 2 apresentou ausência de sintoma de ataque ainda assim não deferiu do Clone 1, R.macia, Mz04045, Clone 3, Mz040248, Mistura 1 e Clone 4 que apresentaram dano zero, mas deferiram dos genótipos Mz0430920, Manguiza2 (local), Chinhembwe e Umbelúzi (tabela 10). O dano zero a ligeiro pode ser explicado com teores de potássio no solo e temperatura. O teor de potássio no solo variou de alto a muito alto. De acordo com Odurukwe e Arene (1980), boas quantidades de potássio nas folhas dessa cultura reduz a severidade do dano. Segundo Maraite e Meyer (1980), a temperatura ótima para crescimento e desenvolvimento desse patógeno é cerca de 30 °c, porém a figura 4 mostra que a temperatura média mensal durante a condução do ensaio variou na ordem de 20.2 a 27 °C.

Estudo similar feito por Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi opõe os resultados do presente estudo. Pois, apesar de Chicuele (2005) não ter encontrado diferença no nível incidência bem como do índice médio ataque dos clones, houve quinze clones que apresentaram dano zero a sério. Contudo, a avaliação feita por Solemanegy (2013), verificou a não diferença do nível de incidência, e diferenças no índice médio de ataque com dano ligeiro.

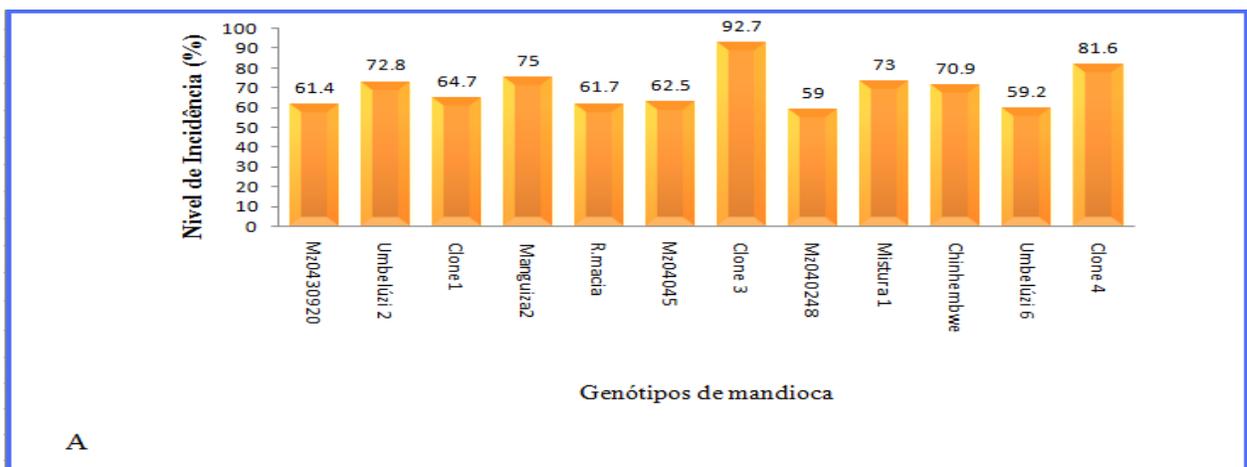
4.2.6 Incidência e índice médio de ataque da mancha castanha no campo de Umbelúzi

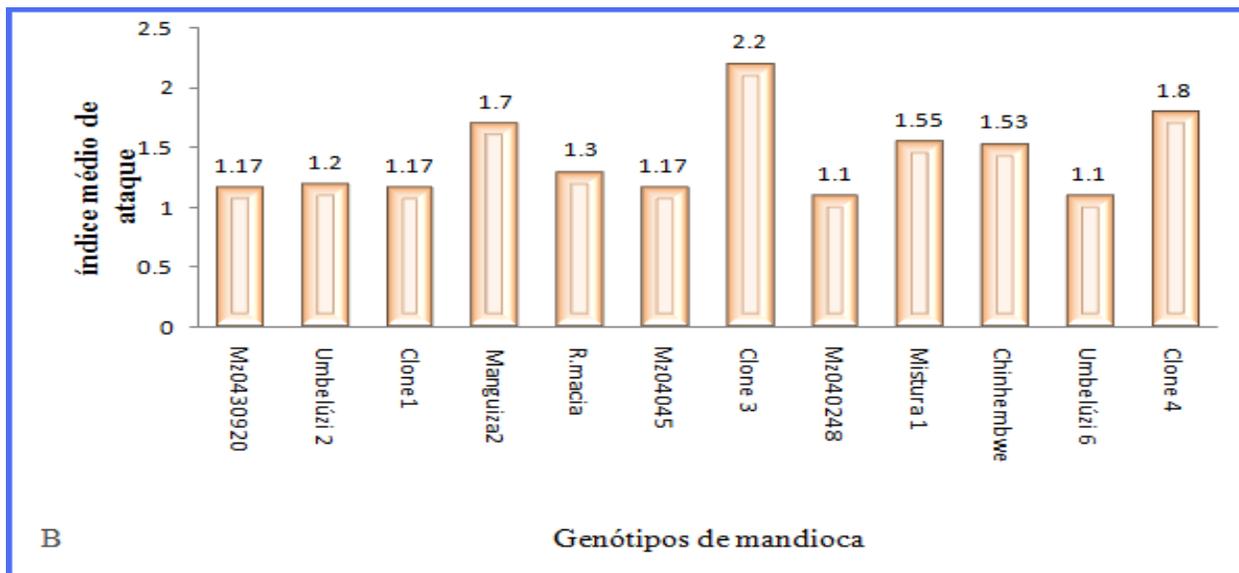
Nível de incidência e índice médio de ataque da mancha castanha para cada genótipo da mandioca no campo de Umbelúzi são apresentados na figura 8.

Não houve diferença entre os genótipos para o nível de incidência bem como o índice médio de ataque da mancha castanha (figura 8). O nível de incidência foi elevado para todos genótipos, enquanto que o índice médio de ataque variou de dano zero a ligeiro. O elevado nível de incidência pode estar associado a humidade relativa do ar, pois, durante a condução do ensaio a humidade do ar variou na ordem de 68 a 86% e encontra-se dentro intervalo de 50 a 90% mencionado por Teri *et al.* (1978). Estes autores afirmam que humidade relativa do ar dentro desse intervalo favorece a produção de conidióforos, conídios e esporulação do patógeno aumentado desse modo a infecção para a cultura no campo. Por outro lado, pode ser explicado pela idade das plantas. Segundo Teri *et al.* (1978), normalmente o fungo ataca somente as folhas no estado de maturidade da planta. De acordo com as observações da cultura no campo,

começou-se a verificar o aparecimento dos primeiros sintomas da doença a partir do mês do Setembro quando as plantas tinham mais ou menos 280 dias após o plantio. O dano zero a ligeiro pode estar associado a teores elevados do potássio (tabela 5) no solo do campo de ensaio. De acordo com Teri *et al.* (1978) afirmam que há estudos que indicam, o aumento de níveis de potássio reduz a severidade de dano.

A avaliação feita por Solemanegy (2013) teve resultados similares, mas com diferenças estatísticas para o nível de incidência e índice médio de ataque entre os genótipos. Apesar da diferença, o nível de incidência foi elevado e o índice médio de ataque variou de dano zero a ligeiro. O genótipo Umbelúzi 2 apresentou dano zero e deferiu do genótipo R.macia que teve dano ligeiro, porém ambos não deferiram dos restantes genótipos que apresentaram dano zero a ligeiro. A razão da diferença nas duas avaliações do presente estudo está relacionada com o tempo de observação no campo. A Solemanegy (2013) observou a doença quando as plantas tinham 10 meses de idade, um mês depois de aparecimento de sintomas em todos genótipos, isto é a doença ainda estava no processo de progressão. Enquanto que a presente observação foi feita aos 12 meses de idade quando as plantas tinham atingido a maturidade, e já não havia progressão significativa da doença.





Nível significância a 5%, sem diferença significativa (SN); CV para nível incidência é 24% e para índice médio de ataque é 34.7%.

Figura 8. A-Nível de incidência e B-índice médio de ataque da mancha castanha no campo de Umbelúzi

4.3 Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo de Umbelúzi

Rendimento de raízes comerciais, raízes não comerciais e total para cada genótipo no campo da Estação Agrária de Umbelúzi são apresentados figura 9.

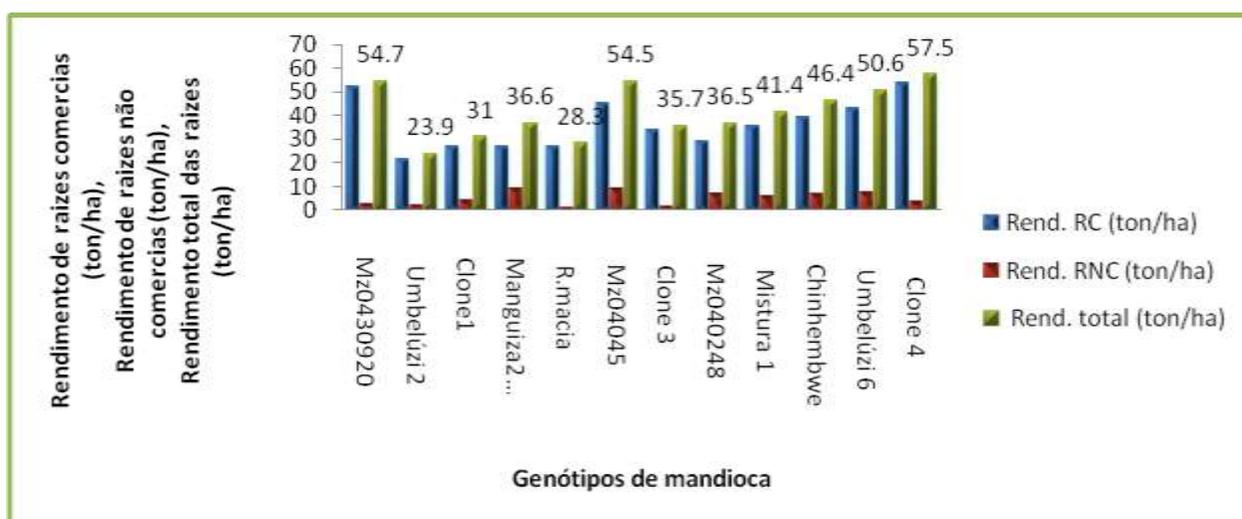
Não houve diferença de rendimento tanto de raízes comerciais, não comerciais bem como do rendimento total entre os genótipos (figura 9). Os rendimento totais de raízes são superiores ao rendimento médio de 5 ton/ha obtido em Moçambique no ano 2012 conforme mencionado por INE (2014), e superior 8.46 ton/ha obtido no África, 10.23 ton/ha no mundo e 14.37 ton/ha na Ásia conforme referenciado pela FAOSTAT (2013). A metade (50%) dos genótipos teve um rendimento total de raízes que está entre o intervalo óptimo 30-50 ton/ha mencionado por Howeler & Kawano (1988), 40-60 ton/ha mencionado por ITTA (1990), superior 40 ton/ha mencionado pela Zacarias-Silva *et al.*(2010), e tende aproximar ao rendimento potencial de 71 ton/ha referido por Hershey (1987).

Por outro lado, quando comparado com os máximos de rendimentos totais de raízes dos ensaios conduzidos por alguns autores moçambicanos como Langa (2003) no campo Umbelúzi e Nhacoongo, nota-se que os máximos rendimentos encontrados (32.3 ton/ha de genótipo TMS42025, 32.2 ton/ha de TMS 30395, 32.1 ton/ha de Mz89192 e 22.9 ton/ha de MZ89105) estão entre os rendimentos obtidos no presente estudo. Os rendimentos do presente estudo são superiores aos rendimentos máximos (17.8 ton/ha de clone MZ95113-5, 15 ton/ha de MZ95092-12 e 12.4 ton/ha de MZ95064-5) obtidos no estudo de Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi. Como também são superiores aos rendimentos máximos obtidos no estudo de Macia *et al.* (2007) nos campos de ensaio de Chókwé (21.95 ton/ha de Mz2001082-2), Nhacoongo (9.65 ton/ha de Local), Nhamatanda (14.25 ton/ha de clone Mz 2001059-2), Sussundenga (16.5 ton/ha de clone Mz 2001057-2) e Namacurra (17.85 ton/ha de Mz 2001057-2), exceptuando apenas os rendimentos do ensaio do campo de Umbelúzi (26.95 ton/ha de clone Mz 2001082-2) que se encontram entre os rendimentos obtidos no presente estudo.

De referir que os elevados rendimentos totais de raízes e a não diferença entre os genótipos encontrados neste campo de ensaio do presente estudo pode estar associado teores óptimos de maior parte de macronutrientes no solo, especialmente o potássio; intervalos óptimos de clima, especialmente temperatura e precipitação; e a não influência das pragas e doenças conforme é mencionado na tabela 11 do subcapítulo 4.4. O teor de potássio variou de alto a muito alto (tabela 5), o que pode ter influenciado no aumento significativo de rendimento total de raízes. De acordo com Kumar e Assis (1979), o potássio é o elemento nutritivo chave na cultura de mandioca que desempenha um papel importante na síntese e translocação do amido, que por sua vez aumenta o rendimento de raízes de reserva. De acordo com Wit (2001), para obtenção de quantidade e qualidade de raízes de reserva na mandioca deve-se aplicar grandes quantidades do potássio (>300 kg/ha), visto que para além de reduzir o teor de HCN, aumenta a formação dos carboidratos. Amabile *et al.* (1994) ratifica apresentando a seguinte ordem de absorção de quantidades de macronutrientes no solo pela cultura da mandioca: $K > N > Ca > P > Mg$.

A temperatura média durante a condução do ensaio variou de 20.2 a 27 °C (figura 4), o que vai de acordo com afirmação de Zacarias-Silva *et al.* (2010), pois esses autores referem que a planta da

mandioca desenvolve-se bem em regiões de Moçambique com temperatura média superior a 20 °C. O CABI (2007) ratifica que a faixa ideal para o crescimento e desenvolvimento da cultura é de 20 a 30 °C. A partir da figura 4, fazendo o somatório das precipitações durante a condução do ensaio, nota-se que a precipitação anual foi aproximadamente de 818 mm com uma distribuição oito meses descontínuos, isto é, quatro em quatro meses de precipitação (Janeiro a Abril, e Setembro a Dezembro). De acordo com Zacarias-Silva *et al.*(2010), as precipitações anuais que variam de 500 a 1500 mm são muito boas para o cultivo da mandioca em Moçambique, desde que estejam devidamente distribuídas durante a época de produção.



Nível significância a 5%, sem diferença significativo (SN); CV para rendimento de raízes comerciais é 59.1%, para rendimento de raízes não comerciais é de 78.5% e para rendimento total de raízes é de 53.7%.

Figura 9. Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo de Umbelúzi

4.4 Influências de pragas e doenças no rendimento total de raízes de genótipos da mandioca no campo de Umbelúzi

A relação entre rendimento de raízes dos genótipos e densidade populacional, nível infestação e índice médio de ataque das pragas, bem como nível incidência e índice médio de ataque das doenças no campo da Estação Agrária de Umbelúzi são apresentados na tabela 11.

Tabela 11. Correlação e regressão linear multipla entre rendimento total de raízes e pragas e doenças de campo de Umbelúzi

Fonte variação	Rend total (ton/ha)		
	Correlação	r	
Cochonilha da Mandioca	Inf (%)	NS	0.06
	IMA	NS	-0.73
	Dens (ind/pl)	NS	-0.05
Ácaro verde	Inf (%)	NS	-0.10
	IMA	NS	-0.10
	Dens (ind/pl)	NS	-0.23
Gafanhoto elegante	Inf (%)	NS	0.25
	IMA	NS	0.28
	Dens (ind/pl)	NS	0.32
Mosaico africano	Inc (%)	NS	-0.17
	IMA	NS	-0.15
Queima bacteriana	Inc (%)	NS	-0.06
	IMA	NS	-0.22
Mancha castanha	Inc (%)	NS	-0.06
	IMA	NS	-0.02

Fonte: apêndices 4.1 a 4.4

Nota: S - significativo, NS - não significativo ao nível de significância de 5%

A tabela 11, mostra que não houve correlação significativa entre o rendimento total de raízes e todas pragas e doenças no campo de ensaio de Umbelúzi. A insignificância da correlação sugere que as pragas e doenças não influenciaram no rendimento de raízes dos genótipos, o que pode ser explicado pelo facto do índice médio de ataque das mesmas variar de ausência de sintoma de ataque a dano ligeiro, isto é, os danos não atingiram nível médio a sério. De acordo com ITTA (1990), os danos médios e sério de ataque de pragas e doenças na cultura de mandioca é que causam perdas no rendimento de raízes.

4.5 Pragas e doenças no campo de Posto Agronômico do Dondo

A praga que ocorrem no campo de Posto Agronômico do Dondo foi a cochonilha da mandioca, e a doença foi o mosaico africano da mandioca.

4.5.1 Incidência e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca no campo de Dondo

Nível de infestação e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca para cada genótipo da mandioca no campo do Posto Agronômico do Dondo são apresentados na tabela 12.

Tabela 12. Nível de infestação, densidade populacional e índice médio de ataque da cochonilha da mandioca no campo do Dondo

Genótipo	INF (%)		DNS (ind/pl)	IMA	
Mz0430920	0.0	D	0.0	0.0	C
Umbelúzi 2	60.0	ABC	0.0	2.0	AB
Manguiza2	6.7	D	0.0	0.7	BC
R.macia	31.7	BCD	0.0	1.7	AB
Mz04045	0.0	D	0.0	0.0	C
Clone 3	83.3	A	0.0	1.7	AB
Mz040248	11.7	CD	0.0	0.7	BC
Mistura 1 (creminha)	69.7	AB	0.0	1.3	AB
Chinhembwe	0.0	D	0.0	0.0	C
Umbelúzi 6	83.3	A	0.0	2.0	AB
Clone 4	85.7	A	0.0	3.0	A
Significância	S		NS	S	
CV (%)	43.2		0	0.52	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

Os maiores e altos níveis de infestação foram verificados nos genótipos Umbelúzi 2, Clone 3, Mistura 1, Umbelúzi 6 e Clone 4. Os menores níveis de infestação foram verificados nos genótipos Mz0430920, Mz04045, Manguiza2 (local) e Chinhembwe que não apresentaram nenhuma infestação e não deferiram de R.macia e Mz040248 que apresentaram infestação baixa

(tabela 12). A diferença da infestação da cochonilha pode ser explicada com a diferenciação na resistência² dos génotipos a essa praga conforme foi mencionado no subcapítulo 4.2.1.

Em termos de densidade populacional da cochonilha não foi observado nenhum indivíduo dessa praga em todos génotipos da mandioca neste campo de ensaio (tabela 12), isso provavelmente esteja associado a ocorrência de chuvas torrenciais no mês de Novembro e Dezembro (figura 5), sendo que a avaliação desse parâmetro foi feito nos finais de mês de Dezembro.

Quanto a índice médio de ataque, os génotipos Umbelúzi 2, R.macia, Clone 3, Mistura 1, Umbelúzi 6 e Clone 4 não diferiram entre si apresentando dano zero a médio, mas diferiram dos génotipos Mz0430920, Mz04045 e Chinhembwe que não mostraram nenhum sintoma de ataque. Os génotipos Manguiza2 (local) e Mz040248 apresentaram ausência de sintoma de ataque e não diferiram dos génotipos Manguiza2 e Mz040248 que apresentaram dano zero (tabela 12). A variabilidade de índice médio de ataque dos génotipos partindo de ausência de sintoma de ataque até a dano médio, pode ser explicado com a fertilidade de solo. A fertilidade de solo para este campo de ensaio foi baixa, pois, os teores de todos macronutrientes encontram-se na classe muito baixa a baixa (tabela 5), enquanto que Tertuliano *et al.* (1999) afirmam que boas quantidades de nutrientes no solo melhoram as propriedades antibióticas da mandioca contra a infestação dessa praga consequentemente reduzindo a severidade de dano.

Resultados similares foram encontrados pelo Langa (2003) no campo de Nhacoongo e Umbelúzi, com 12 génotipos de mandioca. Em Nhacoongo apenas um único génotipo foi que apresentou sintomas de ataque da cochonilha com dano zero, os restantes onze mostraram-se sem sintoma de ataque. Mas no campo de Umbelúzi, um único génotipo apresentou-se sem sintoma de ataque, seis génotipos apresentaram dano zero, dois ligeiro, três médio. Outro estudo feito por Razão (2005) no campo ensaio de Umbelúzi identificou que 46% das plantas apresentaram sem sintoma de ataque. Dos que apresentaram sintoma de ataque, 17% tiveram dano ligeiro, 28% dano médio.

² Mesma justificação do subcapítulo 4.2.1, sobre infestação da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi

4.5.2 Incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo do Dondo

Nível de infestação e índice de médio de ataque de mosaico africano da mandioca por cada genótipo da mandioca no campo do Posto Agronômico do Dondo são apresentados na tabela 13.

Tabela 13. Incidência e índice médio de ataque do mosaico africano no campo do Dondo

Genótipo	INC (%)		IMA	
Mz0430920	0.0	B	0.0	B
Umbelúzi 2	21.3	AB	1.0	B
Manguiza2	0.0	B	0.0	B
R.macia	57.3	AB	3.0	A
Mz04045	0.0	B	0.0	B
Clone 3	0.0	B	0.0	B
Mz040248	36.0	AB	1.3	AB
Mistura 1 (creminha)	56.7	AB	1.6	AB
Chinhembwe	80.3	A	3.0	A
Umbelúzi 6	89.0	A	1.7	AB
Clone 4	61.3	AB	1.0	B
Significância	S		S	
CV (%)	64.3		55.3	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

Os genótipos Chinhembwe e Umbelúzi 6 não deferiram entre si e apresentaram maiores níveis de incidência em relação a Mz0430920, Manguiza2 (local), Mz04045, Clone 3 que não apresentaram nenhuma incidência, e ambos não deferiram dos restantes genótipos que apresentaram níveis de incidência baixo a alto (tabela 13). A razão da diferença nos níveis de incidência provavelmente pode estar relacionado com a resistência³ dos genótipos a essa doença conforme fez-se menção no subcapítulo 4.2.4.

³ Mesma justificação do subcapítulo 4.2.4, sobre incidência do mosaico africano no campo de Umbelúzi.

Quanto a índice médio de ataque, os genótipos R.macia e Chinhembwe 6 não diferiram entre si, e apresentaram maior dano (dano médio) comparativamente aos Mz0430920, Umbelúzi 2, Manguiza2 (local), Mz04045 e Clone 3 que não apresentaram nenhum sintoma de ataque e dano zero. Contudo, ambos não diferiram Mz040248, Mistura 1 e Umbelúzi 6 que apresentaram dano ligeiro (tabela 13). A ocorrência de alguns genótipos sem sintoma de ataque, outros com dano zero a médio, pode ser explicada pela diferença nos níveis de incidência, teores de nitrogénio e fósforo nesse campo de ensaio. Existe uma correlação forte positiva entre índice médio de ataque e nível de incidência (coeficiente de correlação $(r) = 0.81$), o que sugere o índice médio de ataque aumenta fortemente com o aumento de nível incidência. Segundo a tabela 5, os teores de nitrogénio e fósforo foram muito baixo a baixo, respectivamente, e de acordo com Hershey (1987), os teores baixos desses nutrientes aumentam a severidade do dano numa correlação de 0.58 para nitrogénio e 0.54 para fósforo.

Resultados similares foram verificados por Razão (2005), no campo Umbelúzi que identificou em 8 famílias avaliadas, 84% das plantas não apresentaram sintomas de ataque, 6.3% danos ligeiros e 1.2% danos médios. Outro estudo feito por Chicuele (2005) no mesmo campo encontrou que não houve diferença entre os 17 clones avaliados para nível de incidência de mosaico. Dos quais, 12 apresentaram sem sintomas de ataque e 5 apresentaram incidência baixa. Dos que apresentaram incidência da doença um único clone é que apresentou dano sério e os restantes 4 apresentaram dano ligeiro.

4.6 Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo do Dondo

O rendimento de raízes comerciais, raízes não comerciais e total para cada genótipo no campo do Posto Agronómico do Dondo são apresentados na tabela 14.

Tabela 14. Rendimento de raízes comerciais, não comerciais e total no campo do Dondo

Genótipo	Rend rc (ton/ha)		Rend rnc (ton/ha)		Rend total (ton/ha)	
Mz0430920	13.9	AB	4.5		18.4	AB
Umbelúzi 2	12.2	B	11.6		23.8	AB
Manguiza2	12.15	B	4.1		16.3	AB
R.macia	7.7	C	2.66		10.3	B
Mz04045	15.2	AB	4.92		20.3	AB
Clone 3	11.2	BC	1.90		13.1	B
Mz040248	14.2	AB	2.00		16.2	AB
Mistura 1 (creminha)	11.7	BC	7.92		19.6	AB
Chinhembwe	17.2	AB	6.00		23.2	AB
Umbelúzi 6	18.2	A	10.33		30.6	A
Clone 4	11.3	BC	8.13		19.4	AB
Significância	S		NS		S	
CV (%)	14.5		10.3		19.2	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Fisher Hayter ao nível de significância de 5% de probabilidade. S-Significativo, NS-não significativo

Os maiores rendimentos de raízes comerciais foram alcançados com o genótipo Umbelúzi 6, Chinhembwe, Mz040248, Mz04045 e Mz0430920, os menores foram obtidos com os genótipos Mistura 1, Clone 3 e R.macia. Não houve diferença no rendimento de raízes não comerciais entre os genótipos. Enquanto que para o rendimento total de raízes, o genótipo Umbelúzi 6 foi maior que os genótipos Clone 3 e R. macia, mas ambos não diferiram dos restantes genótipos (tabela 14). De referir que, a diferença no rendimento total de raízes pode estar associada a teores baixos a muito baixo de todos macronutriente no solo (especialmente o potássio), isto é, os teores baixos de macronutrientes provavelmente influenciaram no desempenho diferenciado dos genótipos, pois ITTA (1990) afirma que o desempenho dos genótipos num ecoossistema depende de factores negativos de produtividade (fnp), como baixa fertilidade do solo.

Contudo, o menor rendimento total de raízes obtido com genótipo R.macia (10.3 ton/ha) e Clone 3 (13.1) superam a média de 5 ton/ha do rendimento obtido em Moçambique no ano 2012 conforme mencionado por INE (2014) e 8.46 ton/ha alcançado na África, 10.2 ton/ha alcançada no mundo conforme mencionado pela FAOSTAT (2013).

O maior rendimento total de raízes do genótipo Umbelúzi 6 (30.6 ton/ha) encontra-se no intervalo ótimo de rendimentos de 30-50 ton/ha mencionado por Howeler & Kawano (1988), dentro de máximos dos rendimentos totais de raízes (32.3 ton/ha de genótipo TMS42025, 32.2 ton/ha de TMS 30395, 32.1 ton/ha de Mz89192 e 22.9 ton/ha de MZ89105) obtidos no estudo conduzido por Langa (2003) no campo de Umbelúzi e Nhaccongo. Superior aos máximos dos rendimentos totais de raízes (17.8 ton/ha de clone MZ95113-5, 15 ton/ha de MZ95092-12 e 12.4 ton/ha de MZ95064-5) obtidos no estudo conduzido por Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi; aos máximos de rendimentos de raízes (17.8 ton/ha de clone MZ95113-5, 15 ton/ha de MZ95092-12 e 12.4 ton/ha de MZ95064-5) obtidos no estudo de Chicuele (2005) no campo de Umbelúzi; aos máximos de rendimentos totais de raízes obtidos por Macia *et al.* (2007) nos campos de ensaio de Chókwé (21.95 ton/ha de clone Mz 2001082-2), Nhacoongo (9.65 ton/ha de Local), Nhamatanda (14.25 ton/ha de clone Mz 2001059-2), Sussundenga (16.5 ton/ha de clone Mz 2001057-2), Namacurra (17.85 ton/ha de Mz 2001057-2) e Umbelúzi (26.95 ton/ha de clone Mz 2001082-2). Mas inferior e ao rendimento de 40 ton/ha mencionado pela Zacarias-Silva *et al.* (2010), e intervalo de ótimo de 40-60 ton/ha mencionado por ITTA (1990).

4.7 Influência de pragas e doenças no rendimento total de raízes da mandioca no campo do Dondo

A relação entre rendimento total de raízes dos genótipos e densidade populacional, infestação e índice médio de ataque das pragas, bem como a incidência e índice médio ataque das doenças das doenças no campo de Posto Agrônomico do Dondo são apresentados na tabela 15.

Tabela 15. Correlação e regressão lineal múltipla entre rendimento total de raízes dos genótipos e pragas e doenças no campo do Dondo

Fonte variação	Rend total (ton/ha)		
	Correlação	r	
Cochonilha da Mandioca	INF (%)	NS	0.356
	IMA (%)	S	-0.284
	INC (%)	NS	0.356
Mosaico africano	IMA (%)	NS	-0.182

Fonte: apêndices 5.1 a 5.4

Nota: S - significativo, NS - não significativo ao nível de significância de 5%

A tabela 15 mostra que correlação entre o rendimento total de raízes e o índice médio de ataque da cochonilha é que foi somente significativo. Não obstante, a correlação é fraca negativa ($r = -0.284$), o que sugere que o rendimento total de raízes diminui fracamente com o aumento de índice médio de ataque da cochonilha da mandioca, e o coeficiente de regressão ajustado (R ajustado = 0.188) sustenta que apenas 18.8% do rendimento total de raízes dos genótipos é que foi influenciado pela cochonilha da mandioca. De referir que, a fraca e a inexistência da influência da cochonilha da mandioca e o mosaico africano, respectivamente, no rendimento total de raízes embora que houve dano médio, pode ser explicado pelo facto de serem poucos genótipos que apresentaram o mesmo dano (um para cochonilha e dois para mosaico) e muitos apresentarem sem sintomas de ataque e dano zero.

4.8 Estimativa de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos nos dois ambientes

A análise de variancia conjunta dos factores ambiente do cultivo, genótipo e interação genótipo ambiente para estimativa do comportamento diferenciado dos genótipos nos ambientes são apresentados na tabela 16.

Tabela 16. Análise de variância conjunta dos factores ambiente do cultivo, genótipo e interacção ambiente do cultivo x genótipo

Fonte de variação	Rend. total (ton/ha)
Ambiente	NS
Genótipo	NS
Ambiente x Genótipo	NS

Fonte: apêndices 8

Nota: S - significativo, NS - não significativo ao nível de significância de 5%

Os resultados da análise de variância conjunta mostram que não houve efeito significativo do factor ambiente, genótipo, bem como interacção ambiente e genótipo no rendimento total de raízes (tabela 16). A insignificância verificada no factor ambiente sugere que as condições agroecológicas de campo ensaio de Umbelúzi e Dondo não diferiram entre si durante a condução. Por outro lado, a insignificância observada na interacção entre o factor ambiente e genótipo sugere

que os genótipos comportam-se da mesma forma em termos de rendimento total de raízes tanto no campo de Umbelúzi assim como no campo do Dondo.

No entanto, embora que houve inexistência da interação de genótipo e ambiente na análise conjunta, o método de GGEbiplot mostra diferenciação nos ambientes e desempenho dos genótipos (figuras 10, 11, 12, 13, 14). Essas figuras mostram a proporção da variação observada que é explicada pelo modelo, os melhores genótipos e ambientes onde tiveram melhor desempenho. As duas primeiras componentes principais (PC1 e PC2) explicaram em conjunto a variação total devido ao genótipo e a interação entre o genótipo e ambiente. A componente principal 1 explicou 84.13% da variação enquanto a componente principal 2 explicou apenas 15.87 % da variação.

De acordo com a figura 10, o campo de ensaio de Umbelúzi não teve correlação com o campo ensaio de Dondo, pois o ângulo formado entre os vectores dois ambientes tende para recto (90°). Ainda mais, pode se ser sustentados com a figura 11 que mostra que os dois ambientes não se agrupam para formarem um mega-ambiente, porque os círculos a volta de cada ambiente não convergem. Entretanto, a ausência de correlação entre os dois ambientes, e a formação do mega-ambiente explica que os mesmos foram diferentes durante a condução do ensaio, o que provavelmente pode estar associado na diferença da fertilidade do solo. Segundo a tabela 5, os macronutrientes no solo de campo de Umbelúzi variaram de moderado a alto com excepção a nitrogénio e cálcio que variaram de baixo a moderado e baixo, respectivamente. Enquanto que no campo do Dondo, todos os macronutrientes variaram de muito baixo a baixo.

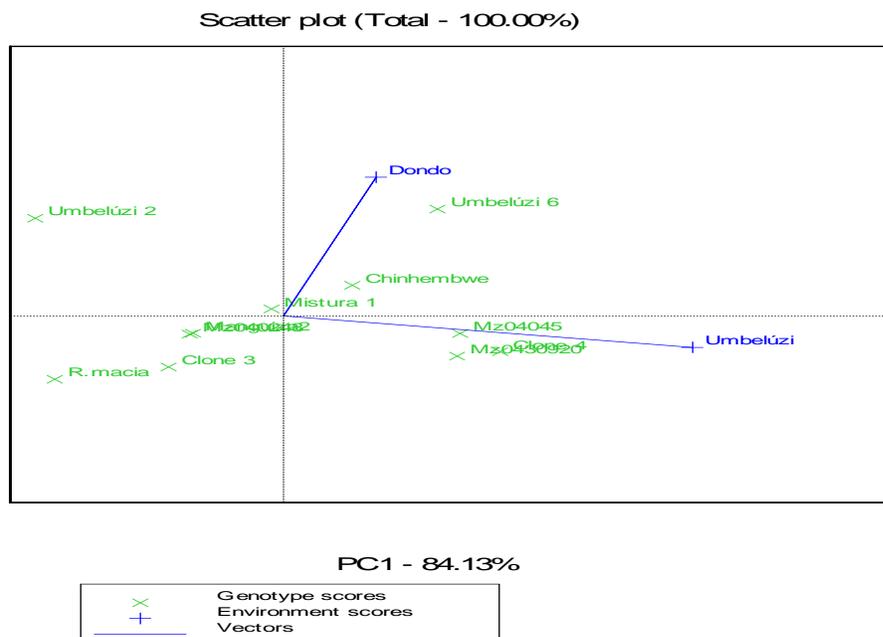


Figura 10: Relação entre dois ambientes onde foram testados os genótipos

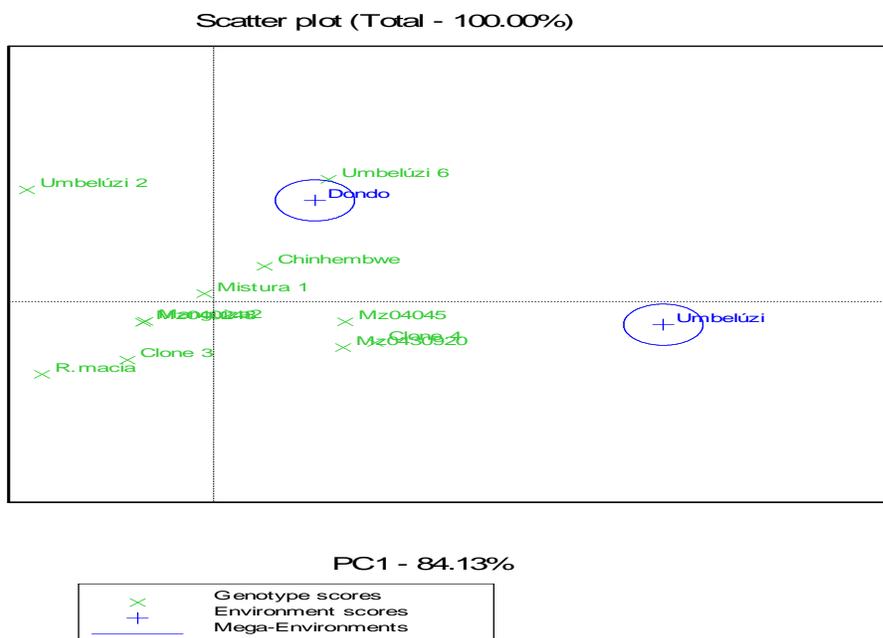


Figura 11. Agrupamento dos ambientes onde foi feita a avaliação dos 12 genótipos

O melhor e pior desempenho dos genótipos para os ambientes são ilustrado na figura 12. O genótipo Umbelúzi6 foi melhor no campo do Dondo, e o genótipo Clone 4 foi melhor no campo de Umbelúzi. Os genótipos R. macia e Umbelúzi2 foram os piores em todos ambientes porque estiveram localizados nos vértices do polígono nas secções sem ambientes.

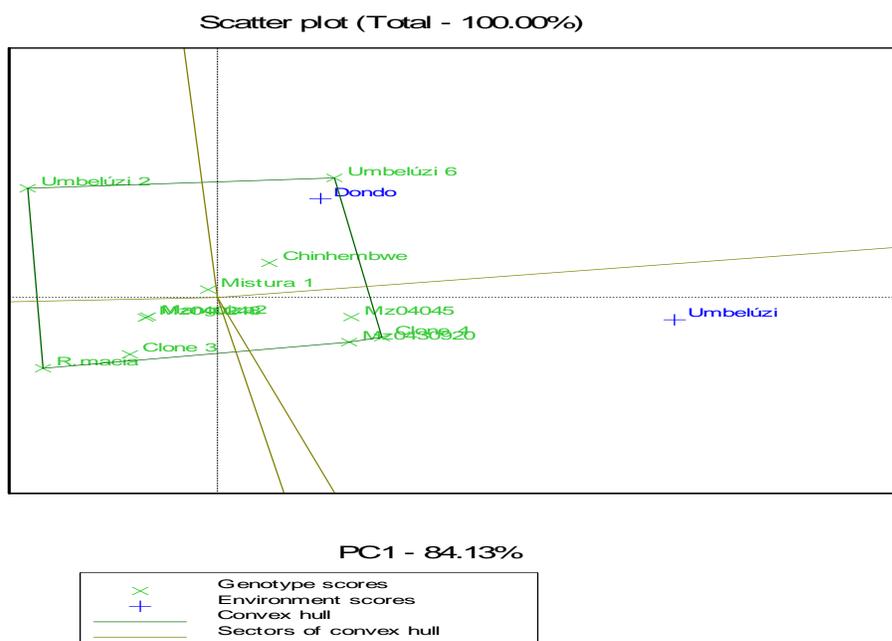


Figura 12. Genótipos com melhor e pior desempenho nos diferentes ambientes avaliados

A figura 13 mostra a estabilidade e classificação dos genótipos em relação ao rendimento médio geral do ensaio. Os genótipos localizados a direita da linha perpendicular ao eixo da AEC possuem rendimento total de raízes acima da média geral (30.8 ton/ha) enquanto os localizados à esquerda possuem rendimento total de raízes abaixo da média geral (Yan e Tinker, 2006). Desse modo, os genótipos com rendimento total de raízes acima da média geral do ensaio em ordem decrescente foram Umbelúzi 6, Mz04045, Clone 4, Mz0430920 e Chinhembwe. Os genótipos com rendimento total de raízes abaixo da média geral do ensaio em ordem decrescente foram Mistura 1, Mz040248, Manguiza2, Clone 3, Umbelúzi 2 e R.macia. Quanto a estabilidade, os genótipos com alta estabilidade e rendimento total de raízes acima da média foram Chinhembwe e Umbelúzi 6. Os genótipos com alta estabilidade e rendimento abaixo da média foram Mistura 1,

Clone 3, Mz040248 e Manguiza2 (local). Os genótipos menos estáveis com rendimento acima da média foram Mz04045, Clone 4 e Mz0430920, e menos estáveis com rendimento abaixo da média foram R.macia e Umbelúzi 2.

Entretanto, baseando no termo de adaptabilidade segundo a definição sugerida por Eberhart & Russel (1966) e Verma *et al.*, (1978), e o termo de estabilidade segundo a definição sugerida por Mariotti *et al.* (1976) e Cruz & Regazzi (1994), e interligando com os termos de adaptação geral e adaptação específica mencionados por Vencovsky & Barriga (1992) (subcapítulos 2.6 e 2.7). Infere-se que os genótipos Chinhembwe e Umbelúzi 6 foram estáveis tendo adaptação geral, desse modo sendo aptos para produzir nos dois ambientes. Os genótipos Mz04045, Clone 4 e Mz0430920 foram instáveis tendo uma adaptação específica são aptos para produzir no ambiente de Dondo. Os genótipos Mistura 1, Clone 3, Mz040248, Manguiza2 (local) foram estáveis sem adaptação. Os genótipos R.macia e Umbelúzi 2 foram instáveis sem adaptação (figuras 14).

Macias *et al.* (2007) tiveram resultados similares na cultura de mandioca em vários ambientes de Moçambique. Os clones Mz 2001057-2 e Mz 2001114-3 mostraram adaptação em ambiente desfavorável, sendo potencialmente recomendáveis para tal situação (adaptação específico). Os clones Mz 2001082-2, Mz 2001028-2 e Mz 2001077-2 mostraram adaptados em diferentes ambientes (adaptação geral).

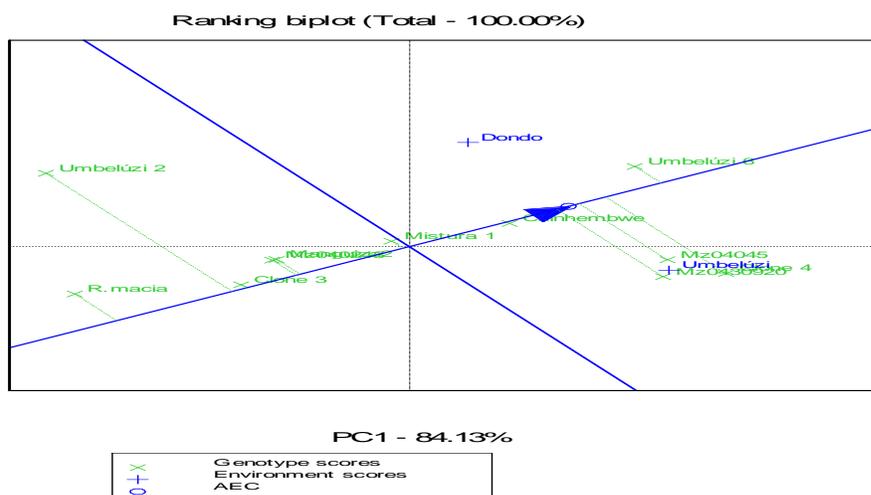


Figura 13. Ordenamento do rendimento e estabilidade dos genótipos.

Quanto ao genótipo ideal. Considera-se genótipo ideal a que possui um rendimento alto e é absolutamente estável (Yan e Kang, 2003 citados por Hugh e Gauch 2006). Assim, esse genótipo é definido por um vector de AEC longo e uma projecção zero em relação a AEC. De acordo com a figura 14, o genótipo ideal foi Umbelúzi 6, pois está localizado no centro do círculo concêntrico.

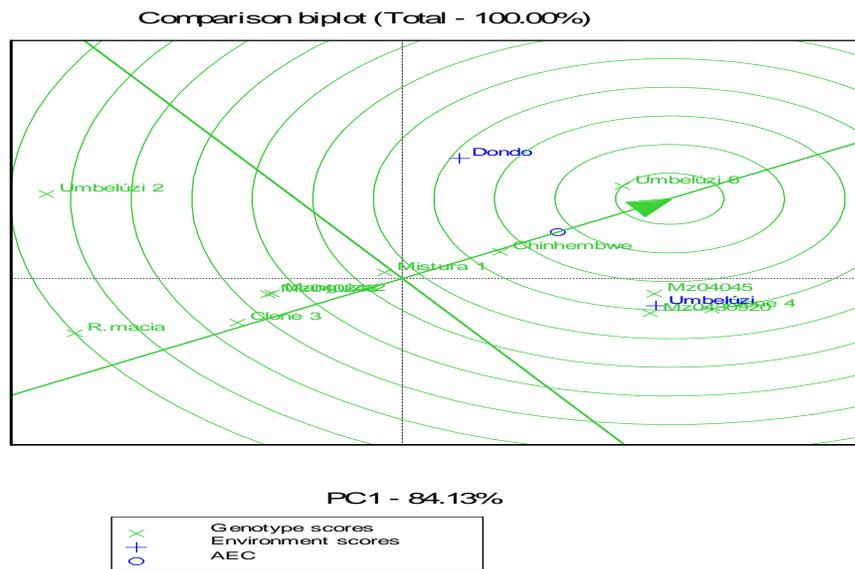


Figura 14. Classificação dos genótipos em relação ao genótipo ideal

V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

1. O genótipo Mz0430920 foi altamente resistente ao ataque da cochonilha da mandioca, pois não apresentou nenhum sintoma de ataque nos dois campos de ensaio. O genótipo Clone 4 foi susceptível, pois apresentou dano médio no campo do Dondo. Os restantes genótipos foram moderadamente resistentes, pois apresentaram dano zero a ligeiro.
2. Todos genótipos apresentaram resistência moderada quanto ao ataque de ácaro verde, pois os danos foram zero a ligeiro.
3. O genótipos Umbelúzi 6, Mz040248, Mistura 1 e Clone 4 tiveram resistência alta para gafanhoto elegante pois apresentaram sem sintoma de ataque. Os restantes apresentaram resistência moderada.
4. O Genótipo Clone 3 foi único que teve resistência alta a mosaico africano da mandioca. Os genótipos R.macia e Chinhembwe foram susceptíveis, e os restantes foram moderadamente resistentes.
5. Para queima bacteriana, o genótipo Umbelúzi 2 foi altamente resistente, os restantes foram moderadamente resistentes.
6. Todos os genótipos foram moderadamente resistentes a mancha castanha
7. As pragas e doenças não influenciaram no rendimento total de raízes dos genótipos, pois, o grau de associação variou de inexistência a fraco.
8. O genótipos Umbelúzi 6 e Chinhembwe foram estáveis com adaptação geral. Os genótipos Mz04045, Clone 4 e Mz0430920 foram instáveis com adaptação específica para ambiente Dondo.

5.2 Recomendações

1. Para cochonilha da mandioca com pode se usar todos genótipos testados (exceptuando o Clone 4), mas de preferência a Mz0430920 pois teve alta resistência.
2. O ácaro verde recomendaria que se testasse novamente os mesmos genótipos em anos com períodos de secas prolongadas para poder avaliar de forma precisa a resistência, dado que no presente estudo, o período de seca para ambos os campos do ensaio foi insuficiente para inferir com precisão o grau da resistência.
3. O gafanhoto elegante, recomendaria que testasse novamente os genótipos em campos livre de infestantes e outras culturas a volta de campo para poder avaliar de forma precisa a resistência a essa praga, visto que no presente estudo os dois campos de ensaio estavam rodeados de infestantes e outras culturas.
4. Para mosaico pode se usar os genótipos Clone 3, Mz0430920, Umbelúzi 2, Manguiza2 (local), Mz04045, Mz040248, Mistura 1 (creminha), Umbelúzi6, Clone 4. Mas de preferência o primeiro (Clone 3) pois teve alta resistência.
5. Para queima bacteriana e mancha castanha pode se usar todos os genótipos testados. Mas de preferência o genótipo Umbelúzi 2 para caso da queima bacteriana.
6. Rendimento total de raízes, para ambientes similares do campo da Estação Agrária de Umbelúzi recomenda-se o uso dos genótipos Umbelúzi 6 e Chinhembwe. Para ambientes similares ao campo do Posto Agronómico de Dondo recomenda-se o uso dos genótipos Umbelúzi6, Chinhembwe, Mz04045, Clone 4 e Mz0430920.
7. Duma forma geral, recomenda-se que seja repetido o ensaio com mesmos genótipos e em mais ambientes (locais e anos) de modo a se verificar com precisão a interação genótipo e ambiente, bem como a ocorrência de pragas e doenças. A ocorrência de pragas e doenças permitirá a selecção dos genótipos resistentes a certas pragas e doenças como ácaro verde, gafanhoto

elegante, mancha castanha, queima bacteriana e outras importantes que não ocorreram como térmites, podridão radicular da mandioca e podridão mole.

VI REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ❖ Allard, R. e Bradshaw, A. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*, v.4, n.5: 503-508.
- ❖ Amabile, R.; Correia, J. e Freitas, P. 1994. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* v.29, n. 8: 1193-1199.
- ❖ Asher, C.; Edwards, D. e Howeler, R. 1980. *Nutritional disorders of cassava (Manihot esculenta Crantz)*. Department of Agriculture, University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia. 48 pp.
- ❖ Becker, H. e Léon, L. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* v.101, n.1: 1-23.
- ❖ Bellotti, A. e Farias, A. 1978. *Avaliação de ocorrências de pragas em experimentos de mandioca: flutuação populacional Cruz das Almas: Embrapa mandioca e Fruticultura*. 9 pp.
- ❖ Berryman, C. e Bower, R. 1991. *Booker tropical soil manual*. Handbook for Soil Survey and Agriculture Land Evolution in The Tropics and Subtropics. New York. 474pp;
- ❖ Bock, K. e Harrison, B. 1985. African cassava mosaic virus. AAB. Descriptions of Plant Viruses. Wellesbourne, UK. *Association of Applied Biologists*, n. 297.
- ❖ Bock, K.; Guthrie, E. e Meredith G. 1978. Distribution, host range, properties and purification of cassava latent virus, a geminivirus. *Annals of Applied Biology* v.3, n. 90: 361-367;
- ❖ Bohlen, E. 1973. *Crop pests in Tanzania and their control*. 142 pp

- ❖ Bolhuis, G. 1966. Influence of length of the illumination period on root formation in cassava (*Manihot utilissima* Pohl). *Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen* v.14: 251-254.
- ❖ Borém, A. e Miranda, G. 2009. *Melhoramento de Plantas*. 5ª Edição. Viçosa, MG: Editora UFV. 529 pp.
- ❖ Burban, C.; Fishpool, L.; Fauquet, C.; Fargette, D. & Thouvenel, J. 1992. Host-associated biotypes within West African populations of the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.), (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* v.4, n.113: 416-423.
- ❖ Calatayud, P. e Le Rü, B. 1997. La lutte contre la cochenille du manioc en Afrique. *Cahiers de la Recherche Développement* n. 43:59-66.
- ❖ Chicuele, B. 2005. Avaliação da Adaptação de Clones de Mandioca no Ambiente Agroecológico de Umbelúzi, província de Maputo. *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique. *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique. 65pp.
- ❖ Chitiche, D. 2008. Avaliação e Selecção de Plântulas de Mandioca para Ambientes de Alta Pressão de Mosaico e Baixa altitude. *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique.61pp.
- ❖ CIAT. 1975. Cassava production systems. In Annual Report 1974. Cali, Colombia: CIAT, 54-109.
- ❖ Cini, G.; Colet, R.; Perruzzulo M.; Witschinski, F.; Tomicki, L.; Barriquello, A. e Valduga, E. 2009. Avaliação de Componentes Nutricionais de Cultivares de Mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz). *Araraquara* v.20, n.1.
- ❖ Cock, J. 1984. *Cassava*. In: *Goldsworthy*. The Physiology of Tropical field crops. New York: John Wiley. 549 pp.

- ❖ Conceição, A. 1979. *A mandioca. Cruz das Almas*: UFBA/Embrapa/BNB/Brascan Nordeste. 382 pp.
- ❖ Connor, D.; Cock, J. e Parra, G. 1981. *Response of cassava to water shortage*. I Growth and yield. *Field Crops Research, St. Paul* v. 4: 181-200.
- ❖ Crócomo, W. 2006. Revisão de Literatura: Resistência de Plantas a Insectos. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronômicas, Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Botucatu – SP. 10 pp.
- ❖ Crossa, J. 1990. Statistical Analysis of Multi-location trials. *Advance in Agronomy* v. 44: 55-85.
- ❖ Cruz, C. 1990. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. *Tese Doutorado*, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba. 188pp.
- ❖ Cruz, C. e Carneiro, P. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. *Viçosa: UFV* v. 2.
- ❖ Cruz, C.; Regazzi, A. e Carneiro, P. 2004. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: UFV, v.1, 480 pp.
- ❖ Cuambe, C.; Chibeba A.; Zacarias-Silva, A.; Mutaca, A.; Amisse, J.; Avijala, M.; Ferreira, F.; Chitio, F. e Manjoanda, R. 2010. *Manejo Integrado de Pragas e Doenças da Mandioca*. Manual Técnico. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) / Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). Maputo. 24 PP.
- ❖ Dedal, O.; Palomar, M. e Napiere, C. 1980. Host range of *Xanthomonas manihotis* Starr. *Annals of Tropical Research* v.3, n. 2:149-155.

- ❖ Duarte, J. e Vencovsky, R. 1999. *Interacção genótipo X ambiente: uma introdução a análise "AMMI"*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. Série Monografias. 96 pp.
- ❖ Dubern, J. 1994. Transmission of African cassava mosaic geminivirus by the whitefly (*Bemisia tabaci*). *Tropical Science* v.1, n. 34:82-91.
- ❖ Eberhart, S. e Russel, W. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, n.1:36-40
- ❖ Ezelio, W. 1977. *Control of cassava bacterial blight in Nigeria*. In: Persley G, Terry RE, MacIntyre R, eds. *Report Workshop on Cassava Bacterial Blight*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre. Nigeria. 17 p.
- ❖ Falconer, D. 1987. *Introdução à genética quantitativa*. Tradução de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa: UFV, Impr. Univ. 279 pp.
- ❖ FAOSTAT. 2013. *Production Cassava*. Acessado as 15:20 do dia 11/10/2013 em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- ❖ FAOSTAT. 2014. *Production Cassava*. Acessado as 14:20 do dia 04/03/2014 em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- ❖ Fargette, D. e Thresh, J. 1994. *The ecology of African cassava mosaic geminivirus*. In: Blakeman JP, Williamson B, eds. *Ecology of Plant Pathogens*. Wallingford, UK. International. 282 pp.
- ❖ Fargette, D.; Fauquet, C. e Thouvenel, C. 1988. Some aspects of the epidemiology of African cassava mosaic virus in Ivory Coast. *Tropical Pest Management* v.1, n.34.: 92-96.

- ❖ Farshadfar, E., R. Mohammadi, M. e Aghae, Z. .2012. GGE biplot analysis of genotype \times environment interaction in wheat-barley disomic addition lines. *Australian Journal of Crop Science*. V.6, n.6:1074-1079.
- ❖ Ferenandes, L. 2014. Avaliação de Estabilidade e Rendimentos de 7 Variedades de Amendoim em Ricatla e Nhacoongo. *Dissertação de Mestrado*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique. 80 pp.
- ❖ Fialho, J. e Vieira, E. 2011. *Seleção participativa de variedades da mandioca na agricultura familiar*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Cerrados Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Brasil*, 73 pp.
- ❖ Finlay, K. e Wilkinson, G. 1963. The Analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Programme. *Australian Journal of Agricultural Research* v.14, n.5: 742-754.
- ❖ Fox. P.; Crossa, J. e Romagosa, I. 1997. Multi-environment testing and genotype \times environment interaction. In: kempton, R.; Fox, P.. (ed.). *Statistical Methods for plant variety evaluation*. New york: *chapman and hall* Cap.8.117-138.
- ❖ GABI. 2007. *Crop Protection Compendium 2007 Edition*.
- ❖ Galo, R. e Howeler, R. 1978. The ability of cassava to grow on poor soils. Special publication. *American Society of Agronomy* n.32: 145-154.
- ❖ Gauch, H. e Zobel, R. 1996. *AMMI analysis of yield trails*. In: Kang, M.S.; Gauch, H.G. (Ed.). *Genotype by environment interaction*. New York: CRC Press, 416-428 p.
- ❖ Gibson, R. e Otim-Nape, G. 1997. Factors determining recovery and reversion in mosaic-affected African cassava mosaic virus resistant cassava. *Annals of Applied Biology* v.2, n. 131: 259-271.
- ❖ Gomez, K. e Gomez, A. 1984. *Statistical procedures research*. Aninternation alrice research instituto. 2^a Edição New York: Jon Wiley and Sons. 680 pp.

- ❖ Govene, O. 1998. Ácaro verde da Mandioca (*Mononychellus tanajoa*, Bondar) no sul de Moçambique e seu Controlo Biológico. *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique.82 pp.
- ❖ Harrison, B. e Robinson, D. 1988. *Molecular variation in vector-borne plant viruses: epidemiological significance*. The epidemiology and ecology of infectious disease agents. Proceedings of a Royal Society discussion meeting, held. 136 pp.
- ❖ Heinrich, G.; Francis, A. e Eastin, D. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Science* v.23, n.2: 209-212.
- ❖ Helle, W. e Pijnacker, L. 1985. Parthenogenesis, chromosomes and sex. In: Helle W, Sabelis MW, eds. *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pests. Amsterdam, Netherlands. *Elsevier* v. 1: 129-139.
- ❖ Herren, H. e Neuenschwander, P. 1991. Biological control of cassava pests in Africa. *Annual Review of Entomology*, n.36: 257-283.
- ❖ Herrera, F.; Guerrero, J e Braun, A. 1994. Impact of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) associated with cassava on *Mononychellus* spp. on the Atlantic coast of Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* v. 3, n.20: 137-142.
- ❖ Hershey, C. 1987. *Cassava Breend: A multicisplinary Review*. Centro internacional de Agricultura Tropical, Proceedings of a Works held in the phillipines. Colombia. 312 pp.
- ❖ Hong, G. Robinson, J. e Harrison, B. 1993. Nucleotide sequence evidence for the occurrence of three distinct whitefly-transmitted geminiviruses in cassava. *Journal of General Virology* v.74, n11:2437-2443.
- ❖ Howeler, R. e Kawano, K. 1988. *Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia*. Centro internacional de Agricultura Tropical, Proceedings of a Regional Workshop Held in Rayong, Thiailand. Colombia. 325 pp.

- ❖ Hugh, G. e Gauch, J. 2006. Statistical analysis of trials by AMMI and GGE. *Crop Sci* v. 46: 1488–1500.
- ❖ INAM. 2013. *Dados climáticos*. Instituto Nacional de Meteorologia. Maputo, Moçambique.
- ❖ INE. 2014. *Dados de produção mandioca*. Instituto Nacional de Estatística. Maputo, Moçambique.
- ❖ INIA. 1995. *Carta Nacional dos solos*. Instituto Nacional de Investigação Agronómica, Departamento de Terra Água. *Comunicação* n.73.
- ❖ ITTA. 1990. *A Mandioca na África Tropical*, um manual de referência. Nigéria. 190 pp.
- ❖ ITTA. 2009. *Annual Report*. Nigeria. 64 pp.
- ❖ Jameson, J. 1964. Cassava mosaic disease in Uganda. *East African Agricultural and Forestry Journal* n. 29: 208-213.
- ❖ Jennings, D. 1960. Observations on virus diseases of cassava in resistant and susceptible varieties. *Empire Journal of Experimental Agriculture* n.28: 25-34.
- ❖ Jeppson, L.; Keifer, H. e Baker, E. 1975. *Mites injurious to economic plants*. Berkeley, California, USA: University of California Press
- ❖ Kaya, Y.; Akçura, . e Taner, G. 2006. GGE-Biplot Analysis of Multi-Environment Yield Trials in Bread Wheat. *Turk J Agric*. 325-337.
- ❖ Kumar, K. e Assis, L. 1979. *Intercropping systems with cassava in Kerala State, India*. In *Intercropping with cassava: proceedings of an international workshop held at Trivandrum, India*. Report no. IDRC-142. IDRC (International Development Research Centre), Ottawa, Canada. 31-34 pp.

- ❖ Kvitschal, M.; Vidigal, S.; Alberto, C.; Gonçalves, S.; Edvaldo, P.; Genildo, E. e Fabrício. R. 2009. *Comparison of methods for phenotypic stability analysis of cassava (Manihot esculenta Crantz) genotypes for yield and storage root dry matter content.*
- ❖ Langa, Y. 2003. Comparação de 12 Variedades de Mandioca (Manihot esculenta Crantz) em Nhacoongo e Umbelúzi. *Monografia de Licenciatura, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique.* 106 pp.
- ❖ Lavoranti, O. 2003. Estabilidade e Adaptabilidade Fenotípica Através da Reamostragem “Bootstrap” no Modelo AMMI. *Tese de Doutorado, Estado de São Paulo, Brasil.* 184 pp.
- ❖ Leuschner, K. 1982. *Pest control for cassava and sweet potato. Root crops in eastern Africa.* Proceedings of a workshop, Rwanda, 64 pp.
- ❖ Lewis, D. 1954. Gene-environment interaction. A relationship between dominance heterosis phenotype stability and variability. *Heredity* v.8, n.3: 333-356.
- ❖ Lin, C.; Binns, M. e Lefkovich, L. 1986. Stability analysis: Where do we stand? *Crop Science* v.26, n.5: 894-900.
- ❖ Lopes, A. e Guilherme, L. 2004. Interpretação de Análise de solo Conceitos e Aplicações. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Brasil. 50 pp.
- ❖ Lozano, J. 1986. Cassava bacterial blight: a manageable disease. *Plant Disease* v. 12, n.70:1089-1093
- ❖ Lozano, J. e Booth, R. 1974. Diseases of cassava (Manihot esculenta Crantz). *PANS* V.20: 30-54.
- ❖ Macia, R.; Andrade, M. e Mudema, J. 2007. *Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de clones de mandioca de polpa amarela e alaranjada em Moçambique.* Programa do IIAM, Maputo, Mozambique. 15pp.

- ❖ Maduewesi, J. 1975. Observations on the Cercospora leaf-spot disease of cassava (*Manihot esculenta*). *Nigerian Journal of Plant Protection* v.1, n.1 :29-37
- ❖ Mandel, J. 1971. A new analysis of variance model for non-additive data. *Technometrics* v.13, n.1, p.1-18.
- ❖ Maraite, H. e Meyer, J. 1975. *Xanthomonas manihotis* (Arthaud-Berthet) Starr, causal agent of bacterial wilt, blight and leaf spots of cassava in Zaire. *PANS* v.1, n.21:27-37.
- ❖ Maraite, H. e Meyer, J. 1980. *Diseases of tropical root and tuber crops:report of the collaborative research project between II FA and UCL*. Universit6 Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium.
- ❖ Maraite, H.; Weyns, J.; Yimkwan, O.; Lipembra, P. e Perreaux, D. 1982. *Physiological and pathogenic variations in Xanthomonas campestris pv. manihotis*. Proceedings of the Fifth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. 368 pp.
- ❖ Mariotti, J.; Oyarzabal, S.; Osa, M.; Bulacio, A. e Almada, G. 1976. Analisis de estabilidade y adaptabilidade de genótipos de cana de açúcar. Interacciones dentro de um localidad experimental. *Revista Agronômica Argentina* v.13:105-127.
- ❖ Mattos, P. e Cardoso, E. 2013. Cultivo da mandioca para o estado do Pará. EMPRAPA. Acessado as 12:15 do dia 10/09/2013 em:
http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/solos.htm
- ❖ Melo, L.; Melo, P.; Faria, L.; Diaz.; Peloso, M.; Rava, C. e Costa, J. 2007. Interacção com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 42, n. 5: 715-723.
- ❖ Narasimhan, V. e Arjunan, G. 1977. Fungicidal control of brown leaf spot of tapioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Pesticides* n.11: 46-47.

- ❖ Neto, H. 2007. Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica de Clones Rb (República Do Brasil) Precoces De Cana-de-Açúcar no Estado do Paraná. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Paraná. CURTIBIA.78 pp.
- ❖ Nwanze, K. 1978. *Biology of the cassava mealybug, Phenacoccus manihoti Mat.-Ferr. in the Republic of Zaire. Proceedings of the International Workshop on the cassava mealybug Phenacoccus manihoti Mat.-Ferr. (Pseudococcidae) held at INERA-M'vuazi, Bas-Zaire, Zaire.* 29 pp.
- ❖ Nwanze, K. 1982. Relationships between cassava root yields and crop infestations by the mealybug, Phenacoccus manihoti. *Tropical Pest Management* v.1, n.28:27-32.
- ❖ Nyambo, B. 1991. The pest status of Zonocerus elegans (Thunberg) (Orthoptera: Acridoidea) in Kilosa District in Tanzania with some suggestions on control strategies. *Insect Science and its Application* v. 3, n.12: 231-236.
- ❖ Odurukwe, S. e Arene, O. 1980. Effect of N, P, K fertilizers on cassava bacterial blight and root yield of cassava. *Tropical Pest Management*, n.26 v. 4:391-395
- ❖ Ogbe, F.; Legg, J.; Raya, M.; Muimba-Kankalongo, A.; Theu, M.; Kaitisha, G.; Phiri, N. e Chalure, A. 1997. Diagnostic survey of cassava mosaic viruses in Tanzania, Malawi and Zambia. *Roots* n.4:12-15.
- ❖ Oliveira, S.; Macedo, M. e Porto, M. 1982. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira. *Brasília*, v.17:121-124.
- ❖ Otim-Nape, G. 1980. Cassava bacterial blight in Uganda. *Tropical Pest Management* v.3, n.26: 274-277.
- ❖ Painter, R. 1968. *Insect resistance in crop plants*. New York: MacMillan. 520 pp.
- ❖ Persley, G. 1979. *Studies on the epidemiology and ecology of cassava bacterial blight. In: Terry ER, Persley GJ, Cook SCA, eds. Cassava bacterial blight in Africa; past, present*

- and future*. Report of an inter-disciplinary workshop, IITA, Ibadan, Nigeria. London, UK: Centre for Overseas Pest Research, n.7.
- ❖ Razafindrakoto, C.; Ponte, J.; Andrade, C.; Silveira, J e Pimentel, F. 1999. Manipueira e termoterapia no tratamento de estacas de mandioca atacadas por cochonilhas. *Revista de Agricultura Piracicaba* v. 2, n 74: 127-136
 - ❖ Razão, M. 2005. Avaliação de Plantas Provenientes de Oito Famílias de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Estação Agrária de Umbelúzi (EAU) (Maputo). *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique. *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique.95pp.
 - ❖ Ribeiro, B. 2011. Adaptabilidade e Estabilidade, Qualidade Tecnológica e Nutricional e Divergência Genética Entre Linhagens De Feijoeiro-Comum. *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil. 154 pp.
 - ❖ San, J. e Mayobre, F. 1982. Quantitative growth relationships of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): crop development in a savanna wet season. *Ann. Bot. (Lond.)* v.50:309-316.
 - ❖ Santos, R.; Carmo, M.; Parraga, M.; Macagnan, D. e Lopes, C. 2004. Avaliação de cultivares de mandioca, para consumo *in natura*, quanto na resistência à mancha parda da folha. *Horticultura Brasileira*. *Brasília* v.22, n.2.
 - ❖ Segeren, P e Van den Oever, R. 1994. *Pragas, Doenças e Ervas Daninhas nas Culturas Alimentares em Moçambique*. Instituto Nacional de Investigação Agronómica, Ministério de Agricultura. 258pp.
 - ❖ Segeren, P. 1996. *Os princípios básicos de protecção das plantas*. Departamento de Sanidade Vegetal. Ministério de Agricultura e Pescas. Moçambique. 222pp.

- ❖ Sharma, R.; Morgounov, H.; Braun, B.; Akin, M.; Keser, Y.; Kaya, Z.; Khalikulov, M. Ginkel, A.; Yahyaoui, S. e Rajaram A. 2012. Yield stability analysis of winter wheat genotypes targeted to semi-arid environments in the international winter wheat improvement program. *International Journal of Plant Breeding* v.6 n, 1:7-13.
- ❖ Solemanegy, M. 2013. Avaliação da susceptibilidade de 12 variedades de mandioca ao ataque das principais pragas e doenças na Estação Agrária de Umbelúzi em Boane. *Monografia de Licenciatura*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique. 75 pp.
- ❖ Sousa, E.; Aguiar, J. e Lôbo, C. 2011. *Importância da Mandioca, mandioca no Cerrado*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Cerrados Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. 204 pp.
- ❖ Takatsu, A.; Fukuda, S e Pesis, S. 1979. *Epidemiological aspects of bacterial blight of cassava in Brazil*. Proceedings of the international symposium on diseases of tropical food crops. Louvain-la-Neuve.150 pp.
- ❖ Teri, J.; Thurston, H. e Lozano, J. 1978. *The Cercospora leaf diseases of cassava. Proceedings, cassava protection workshop*. CIAT, Cali. Colombia.116 pp.
- ❖ Tertuliano, M.; Calatayud, P. e Rubpl, E. 1999. Seasonal changes of secondary compounds in the phloem sap of cassava in relation to fertilization and to infestation by the cassava mealybug. *Insect Science and its Application* v.1, n.19: 91-98.
- ❖ Thresh, J.; Otim-Nape, G. e Fargette, D. 1998. *The control of African cassava mosaic virus: phytosanitation and/or resistance? In Hadidi A, Khetarpal RK, Koganezawa H, eds. Plant Virus Disease Control*. St Paul, Minnesota, USA: APS Press. 677pp.
- ❖ Thresh, J.; Otim-Nape, G.; Legg, J. e Fargette D, 1997. African cassava mosaic virus disease: the magnitude of the problem. *African Journal of Root and Tuber Crops* n. 2:13-17.

- ❖ USAID, 2010. *A Mandioca: Uma Cultura de Muita Energia, de Boa Nutrição e até Rendimento*. 23 pp.
- ❖ Vencovsky, R. e Barriga, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética. 496 pp.
- ❖ Vencovsky, R. e Torres, R. 1988. *Estabilidade geográfica e temporal de alguns cultivares de milho*. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 16., Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: EMBRAPA, CNPMS. 294-300 pp.
- ❖ Verma, M.; Chacal, G. e Murty, B. 1978. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theor. Appl. Genet., Berlin* v. 53, n.2.
- ❖ WEB.2012. Acessado as 13:14 do dia 23/12/2012 em:
<https://www.google.co.mz/search?q=Phenacoccus+manihoti&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox>
- ❖ Wit, H. 2001. *Apontamentos de Fertilidade do Solo*. UEM - FAEF. Maputo. 170 pp.
- ❖ Yan, W. 2002. Singular value partitioning in biplot analysis of multienvironment trial data. *Agron J* v.94: 990-996
- ❖ Yan, W. e Tinker, N. 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Can J Plant Sci* v.86: 623-645.
- ❖ Yan, W.; Cornelius, J.; Crossa, e Hunt, L. 2001. Two Types of GGE Biplots for Analyzing Multi-environment Trial Data. *Crop Sci* v 41: 656–663.
- ❖ Yan, W.; Cornelius, P. e Crossa, J. 2001. Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment data. *Crop Sci* v.40: 656-663.
- ❖ Yan, W.; Hunt, L.; Sheng, Q. e Szlavnic, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environments investigation based on GGE biplot. *Crop Sci* v. 40: 597-605.

- ❖ Yaninek, J. e Herren, H. 1988. Introduction and spread of the cassava green mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae), an exotic pest in Africa and the search for appropriate control methods: a review. *Bulletin of Entomological Research* v.78, n.1:1-13.
- ❖ Yaninek, J.; Gutierrez, A. e Herren, H. 1989. Dynamics of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in Africa: Experimental evidence of temperature and host plant effects on population growth rates. *Environmental Entomology* v.4, n.18: 633-640.
- ❖ Zacarias-Silva, A. 2012. *Parametros medidos da cultura da mandioca*. Ministério da agricultura, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. Maputo
- ❖ Zacarias-Silva, A.; Cuambe, C. e Mutaca, A. 2010. *Manual de referência para Produção de Mandioca em Moçambique*. Ministério da agricultura, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. Maputo. 60 pp.
- ❖ Zimmermann, F. 2004. *Estatística Aplicada a Pesquisa Agrícola*. Embrapa Arroz e Feijão. Santo António de Goias. 402 pp.
- ❖ Zobel, R.; Wright, M. e Gauch, H. 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal* v.80, 388-393

APÊNDICES

Apêndice 1. Figuras de avaliação de índice médio de ataque das pragas e doenças usados nos dois campos de ensaios

Apêndice 1.1. Figuras de avaliação da cochonilha da mandioca



0



1

2



3



4

Fonte: Autor e Solemanegy (2012); WEB (2012)

Apêndice 1.2. Figuras de avaliação de ácaro verde



0



1



2



3



4

Fonte: Autor e Solemanegy (2012); WEB (2012)

Apêndice 1.3. Figuras de avaliação do mosaico africano



0



1



2



3



4

Fonte: Autor e Solemanegy (2012); WEB (2012)

Apêndice 1.4. Figuras de avaliação da queima bacteriana



0



1



2



3



4

Fonte: Autor e Solemanegy (2012); CABI (2007); WEB (2012)

Apêndice 1.5. Figuras de avaliação da mancha castanha



0



1



2



3



4

Fonte: Autor e Solemanegy (2012); WEB (2012)

Apêndice 2. Análise de variância de densidade, infestação e índice médio de ataque das pragas e doenças no Campo da Estação Agrária de Umbelúzi

Apêndice 2.1. Análise de variância de densidade da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	.039311368	2	.019655684	2.19	0.14 ^{ns}
Trat	6.64509	11	.604099376	67.34	0.00 ^s
Erro	0.197359798	22	.0089709		
Total	6.88176431	35	.196621837		

Fez-se transformação logaritimíca ($\log_{10}(Y+1)$)

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

err | 36 0.94353 2.059 1.510 0.06548

chi2(1) = 0.63; Prob > chi2 = 0.4279

Apêndice 2.2. Análise de variância de infestação da cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1308.36951	2	654.184753	1.00	0.38 ^{ns}
Trat	32948.856	11	2995.35054	4.59	0.0012 ^s
Erro	14346.2441	22	652.102006		
Total	48603.4696	35	1388.67056		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	36	0.97148	1.040	0.082	0.46738

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 2.15; Prob > chi2 = 0.1428

Apêndice 2.3. Análise de variância de índice médio de ataque de cochonilha da mandioca no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	.332801272	2	.166400636	0.91	0.42 ^{ns}
Trat	13.4601312	11	1.22364829	6.71	0.0001 ^s
Erro	4.01484952	22	.18249316		
Total	17.807782	35	.508793771		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ir	36	0.97765	0.815	-0.428	0.66551

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.18; Prob > chi2 = 0.2781

Apêndice 2.4. Análise de variância de infestação de ácaro verde no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1797.10439	2	898.552193	1.39	0.2693 ^{ns}
Trat	18859.2167	11	1714.47425	2.66	0.0245 ^s
Erro	14185.3066	22	644.786662		
Total	34841.6277	35	995.475076		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	36	0.94881	1.867	1.305	0.09594

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

chi2(1) = 2.88; Prob > chi2 = 0.0894

Apêndice 2.5. Análise de variância de índice médio de ataque de ácaro verde no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	.024376812	2	0.012188406	0.04	0.9639 ^{ns}
Trat	2.91137286	11	0.26467026	0.80	0.6393 ^{ns}
Erro	7.27906128	22	0.330866422		
Total	10.214811	35	0.291851741		

Pressuposto de normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	36	0.96797	1.168	0.325	0.37272

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 4.09; Prob > chi2 = 0.432

Apêndice 2.6. Análise de variância de densidade de ácaro verde no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	.2362059	2	0.11810295	0.55	0.5846 ^{ns}
Trat	2.88211503	11	0.262010457	1.22	0.3308 ^{ns}
Erro	4.72343418	22	0.214701554		
Total	7.84175511	35	0.224050146		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
err	36	0.97872	0.776	-0.530	0.70212

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 0.01; Prob > chi2 = 0.9163

Apêndice 2.7. Análise de variância de infestação de gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P-value
Bloc	4.55443809	2	2.27721905	5.54	0.513 ^{ns}
Trat	5.51617839	11	0.501470762	1.22	0.3312 ^{ns}
Erro	9.0460984	22	0.411186291		
Total	19.1167149	35	0.546191854		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	36	0.96666	1.216	0.408	0.34152

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 3.6; Prob > chi2 = 0.0576

Apêndice 2.8. Análise de variância de índice médio de ataque de gafanhoto elegante de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1.65422535	2	.827112674	3.86	0.5367 ^{ns}
Trat	3.38346698	11	.307587907	1.43	0.2267 ^{ns}
Erro	4.71898379	22	.214499263		
Total	9.75667612	35	.278762175		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
----------	-----	---	---	---	--------

t | 36 0.98188 0.661 -0.866 0.80680

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.87; Prob > chi2 = 0.1719

Apêndice 2.9. Análise de variância de densidade de gafanhoto elegante no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	0.745970198	3	.248656733	1.63	0.212 ^{ns}
Trat	2.62102131	11	.238274665	1.56	0.182 ^{ns}
Erro	3.19994058	21	.152378123		
Total	6.62696233	35	.189341781		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

errr | 36 0.95124 1.778 1.203 0.11444

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.87; Prob > chi2 = 0.1719

Apêndice 2.10. Análise de variância de incidência do mosaico africano no Campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	0.2111387	2	0.105569364	0.48	0.624 ^{ns}
Trat	14.4277227	11	1.31161115	5.97	0.0002 ^s
Erro	4.83089613	22	0.219586188		
Total	19.4697575	35	0.556278786		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
err	36	0.95670	1.579	0.955	0.16979

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 0.21; Prob > chi2 = 0.6474

Apêndice 2.11. Análise de variância de índice médio de ataque do mosaico africano no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	0.326087619	2	0.16304381	0.81	0.4577 ^{ns}
Trat	11.2621307	11	1.02383006	5.09	0.0006 ^s
Erro	4.42874716	22	0.201306689		
Total	16.0169654	35	0.457627584		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
errr	36	0.96073	1.432	0.751	0.22638

Pressuposto homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.86; Prob > chi2 = 0.172

Apêndice 2.12. Análise de variância de incidência da queima bacteriana no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1279.2867	2	639.643352	1.69	0.2083 ^{ns}
Trat	6860.6393	11	623.694482	1.64	0.1545 ^{ns}
Erro	8346.66866	22	379.39403		
Total	16486.5947	35	471.045562		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	36	0.97353	0.965	-0.248	0.52935

Pressuposto homogeneidade de residuos

$$\text{chi2}(1) = 1.25; \text{Prob} > \text{chi2} = 0.134$$

Apêndice 2.13. Análise de variância de índice médio de ataque da queima bacteriana no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	0.38144	2	0.190721887	2.13	0.146 ^{ns}
Trat	4.684	11	0.425820317	4.76	0.0015 ^s
Erro	1.7008	19	0.089517337		
Total	6.84857	32	0.214017917		

Pressuposto normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z

errr | 33 0.96142 1.317 0.573 0.28343

Pressuposto homogeneidade

chi2(1) = 0.98; Prob > chi2 = 0.3226

Apêndice 2.14. Análise de variância de incidência de mancha castanha no campo de Umbúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	649.129675	2	324.564838	1.16	0.3315 ^{ns}
Trat	3454.0394	11	314.003582	1.12	0.3899 ^{ns}
Erro	6148.24799	22	279.465818		
Total	10251.4171	35	292.897631		

Pressuposto normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z P

er | 36 0.97763 0.816 -0.426 0.66478

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 0.5; Prob > chi2 = 0.4525

Apêndice 2.15. Análise de variância de índice médio de ataque da mancha castanha no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	261.403447	2	130.701724	0.80	0.4627 ^{ns}
Trat	2908.84394	11	264.440358	1.62	0.1629 ^{ns}
Erro	3601.68907	22	163.713139		
Total	6771.93645	35	193.483899		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	P
er	36	0.96246	1.369	0.656	0.25576

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.51; Prob > chi2 = 0.2191

Apêndice 2.16. Análise de variância de rendimento de raízes comerciais no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1287.36676	2	643.683378	1.40	0.2681 ^{ns}
Trat	3672.39537	11	333.854125	0.73	0.7038 ^{ns}
Erro	10127.7523	22	460.352379		
Total	15087.5145	35	431.071842		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z

er | 36 0.98271 0.631 -0.964 0.83251

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.60; Prob > chi2 = 0.2053

Apêndice 2.17. Análise de variância de rendimento de raízes não comerciais campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1.17810513	2	.589052566	0.04	0.9643 ^{ns}
Trat	281.739304	11	25.612664	1.58	0.1727 ^{ns}
Erro	355.866232	22	16.1757378		
Total	638.783642	35	18.2509612		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

er | 36 0.96817 1.161 0.312 0.37758

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 3.38; Prob > chi2 = 0.0659

Apêndice 2.18. Análise de variância de rendimento total de raízes no campo de Umbelúzi

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1262.47024	2	631.235121	1.17	0.3298 ^{ns}
Trat	4134.39281	11	375.853892	0.69	0.7298 ^{ns}
Erro	11897.8982	22	540.813556		
Total	17294.7613	35	494.136037		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	36	0.96384	1.319	0.578	0.28147

Homogeneidade de resíduos

chi2(1) = 3.02; Prob > chi2 = 0.0824

Apêndice 3. Análise de variância de densidade populacional, nível infestação e índice médio de ataque das pragas e doenças no Campo do Posto Agronômico do Dondo

Apêndice 3.1. Análise de variância de incidência da cochonilha no campo do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1364.36364	2	682.181818	2.37	0.1194 ^{ns}
Trat	41695.8788	10	4169.58788	14.47	0.0000 ^s
Erro	5762.30303	20	288.115152		
Total	48822.5455	32	1525.70455		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	33	0.93988	2.052	1.495	0.06740

Homogeneidade de resíduos

chi2(1) = 5.38; Prob > chi2 = 0.204

Apêndice 3.2. Análise de variância de índice médio de ataque da cochonilha no campo do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	.037975272	2	.018987636	0.81	0.4568 ^{ns}
Trat	1.60329274	10	0.160329274	6.88	0.0001 ^s
Erro	.465975141	20	0.023298757		
Total	2.10724316	32	0.065851349		

Normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
err	33	0.93608	2.182	1.623	0.05231

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 11.0; Prob > chi2 = 0.09

Apêndice 3.3. Análise de variância de incidência do mosaico no campo do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1849.63636	2	924.818182	1.67	0.2127 ^{ns}
Trat	35082.8485	10	3508.28485	6.35	0.0002 ^s
Erro	11047.697	20	552.384848		
Total	47980.1818	32	1499.38068		

Normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

er | 33 0.96129 1.321 0.580 0.28109

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 0.04; Prob > chi2 = 0.849

Apêndice 3.4. Análise de variância de índice médio de ataque do mosaico do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1174.24242	2	587.121212	2.31	0.1248 ^{ns}
Trat	23901.5152	10	2390.15152	9.42	0.0000 ^s
Erro	5075.75758	20	253.787879		
Total	30151.5152	32	942.234848		

Normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

er | 33 0.93468 2.230 1.668 0.4764

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 4.32; Prob > chi2 = 0.377

Apêndice 3.5. Análise de variância de rendimento de raízes comerciais no campo do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	2.82425568	2	1.41212784	0.38	0.6858 ^{ns}
Trat	269.873529	10	26.9873529	7.35	0.0001 ^{ns}
Erro	73.4801899	20	3.67400949		
Total	346.177975	32	10.8180617		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
j	33	0.95861	1.413	0.719	0.23609

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 0.61; Prob > chi2 = 0.4361

Apêndice 3.6. Análise de variância de rendimento de raízes não comerciais campo do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	1.99338997	2	.996694986	2.77	0.0866 ^{ns}
Trat	5.10568387	10	.510568387	1.42	0.2415 ^{ns}
Erro	7.19047036	20	.35952351		
Total	14.2895442	32	.446548256		

Normalidade dos resíduos

Variable | Obs W V z Prob>z

err | 33 0.95691 1.471 0.803 0.21099

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 1.63; Prob > chi2 = 0.2019

Apêndice 3.7. Análise de variância de rendimento total de raízes do campo do Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Bloc	.021707384	2	.010853692	0.89	0.42 ^{ns}
Trat	.47277656	10	.047277656	3.89	0.0047 ^s
Erro	.242942453	20	.012147123		
Total	.737426397	32	.023044575		

Normalidade dos resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

err | 33 0.96418 1.223 0.418 0.33783

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 3.66; Prob > chi2 = 0.0557

Apêndice 4: Regressão e correlação Linear múltipla entre produtividade de genótipo da mandioca e pragas e doenças no campo da Estação Agrária de Umbelúzi

Apêndice 4.1. Resumo de Output de regressão múltipla entre rendimento total de raízes da mandioca e pragas e doenças

Regressão	Estatísticas
Múltiplo R	0.609
R Square	0.370
Adjusted R Square	-0.102
Std. Error of the Estimate	0.72478

Apêndice 4.2. Análise de variância de regressão linear múltipla entre rendimento total de raízes da mandioca e pragas e doenças

FV	SQ	Gl	QM	F calculado	P value
Regressão	6.178	15	0.412	0.784	0.681
Erro	10.506	20	0.525		
Total	16.684	35			

Apêndice 4.3. Coeficientes e significância de regressão múltipla para Umbelúzi

Fonte variação		Rend (ton/ha)				
		Coefficientes	Erro padrão	Teste t	P- value	Intervalo de confiança a 95%
Cochonilha da Mandioca	Inc (%)	0.014	0.009	1.56	0.134	-0.006 0.032
	IMA	-0.022	0.014	-1.58	0.129	-0.050 0.007
	Dens (ind/pl)	-0.026	0.045	-0.56	0.579	-0.120 0.069
Ácaro verde	Inc (%)	0.0001	0.009	0.03	0.980	-0.016 0.017
	IMA	0.001	0.018	0.06	0.951	-0.036 0.038
	Dens (ind/pl)	-0.103	0.096	-1.07	0.296	-0.303 0.097
Gafanhoto elegante	Inc (%)	-0.009	0.013	-0.69	0.499	-0.037 0.019
	IMA	0.008	0.047	0.16	0.873	-0.090 0.105
	Dens (ind/pl)	0.662	0.488	1.36	0.190	-0.356 1.681
Mosaico africano	Inc (%)	-0.013	0.021	-0.62	0.541	-0.058 0.031
	IMA	0.011	0.031	0.35	0.729	-0.054 0.075
Queima bacteriana	Inc (%)	0.002	0.009	0.27	0.788	-0.016 0.021
	IMA	-0.011	0.014	-0.74	0.470	-0.040 0.019
Mancha castanha	Inc (%)	-0.009	0.013	-0.71	0.487	-0.036 0.018
	IMA	0.004	0.015	0.28	0.781	-0.028 0.036
Constante		0.568	0.632	0.90	0.380	-0.751 1.888

Apêndice 4.4. Apresenta coeficiente de correlação e suas respectivas significâncias

Fonte variação		Rend (ton/ha)	
		r	P-value
Cochonilha da Mandioca	Inc (%)	0.063	0.713
	IMA	-0.73	0.673
	Dens (ind/pl)	-0.05	0.77
Ácaro verde	Inc (%)	-0.099	0.567
	IMA	-0.106	0.539
	Dens (ind/pl)	-0.232	0.173
Gafanhoto elegante	Inc (%)	0.253	0.137
	IMA	0.275	0.105
	Dens (ind/pl)	0.319	0.058
Mosaico africano	Inc (%)	-0.170	0.323
	IMA	-0.153	0.373
Queima bacteriana	Inc (%)	-0.062	0.718
	IMA	-0.215	0.208
Mancha castanha	Inc (%)	-0.060	0.726
	IMA	-0.02	0.909

Pressuposto de Normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
err	36	0.96231	1.374	0.665	0.25300

Pressuposto de Homogeneidade de resíduos

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

chi2(1) = 0.12; Prob > chi2 = 0.7245

Pressuposto de multicolinealidade (independência das variáveis independentes)

Correlação das variáveis independente ou explicativas

		Correlations														
		incmc	Sevmc	incq	Sevq	incma	Sevma	incav	sevav	densav	incge	sevge	denseg	incc	sevc	densc
incmc	Pearson Correlation	1	.718**	-.126	.030	.022	.015	.293	.379	-.029	.136	.152	.192	.445**	.351	.330
	Sig. (2-tailed)		.000	.465	.861	.899	0.29	.082	.023	.865	.428	.375	.262	.007	.036	.049
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Sevmc	Pearson Correlation	.718**	1	-.029	.209	.043	.090	.112	.230	-.016	.109	.164	.225	.345	.353	.058
	Sig. (2-tailed)	.000		.868	.222	.805	.603	.517	.178	.925	.526	.340	.186	.039	.035	.738
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
incq	Pearson Correlation	-.126	-.029	1	.746**	-.283	-.273	.136	.078	.057	-.070	-.090	.067	-.272	-.131	-.212
	Sig. (2-tailed)	.465	.868		.000	.094	.108	.428	.650	.741	.686	.601	.698	.108	.447	.214
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Sevq	Pearson Correlation	.030	.209	.746**	1	-.225	-.179	.186	.089	.308	-.039	-.070	.082	-.097	.027	-.230
	Sig. (2-tailed)	.861	.222	.000		.186	.295	.278	.607	.068	.821	.684	.632	.572	.878	.177
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
incma	Pearson Correlation	.022	.043	-.283	-.225	1	.45**	.011	.009	-.035	-.174	-.159	-.139	.185	.142	.162
	Sig. (2-tailed)	.819	.805	.094	.186		.000	.948	.957	.841	.309	.353	.418	.279	.409	.347
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Sevma	Pearson Correlation	.015	.090	-.273	-.179	.945**	1	-.068	-.087	-.084	-.197	-.172	-.167	.058	.038	.119
	Sig. (2-tailed)	.929	.603	.108	.295	.000		.692	.615	.627	.249	.316	.331	.738	.825	.490
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
incav	Pearson Correlation	.293	.112	.136	.186	.011	-.068	1	.822**	.238	.019	-.114	.162	.170	.196	.117
	Sig. (2-tailed)	.082	.517	.428	.278	.948	.692		.000	.162	.914	.509	.344	.322	.252	.496
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
sevav	Pearson Correlation	.379	.230	.078	.089	.009	-.087	.822**	1	.201	-.108	-.178	.102	.336	.401	.218
	Sig. (2-tailed)	.023	.178	.650	.607	.957	.615	.000		.239	.531	.299	.554	.045	.015	.202
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
densav	Pearson Correlation	-.029	-.016	.057	.308	-.035	-.084	.238	.201	1	.036	.053	.160	-.080	-.074	-.130
	Sig. (2-tailed)	.865	.925	.741	.068	.841	.627	.162	.239		.835	.758	.350	.641	.669	.449
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
incge	Pearson Correlation	.136	.109	-.070	-.039	-.174	-.197	.019	-.108	.036	1	.909**	.831**	.115	.061	-.268
	Sig. (2-tailed)	.428	.526	.686	.821	.309	.249	.914	.531	.835		.000	.000	.503	.722	.113
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

Sev=IMA

Apêndice 5. Correlação e regressão linear múltipla entre rendimento de raízes da mandioca e pragas e doenças no campo da estação de Dondo

Apêndice 5.1. Resumo de Output de regressão múltipla entre rendimento de raízes da mandioca e pragas e doenças no campo de Dondo

Regressão	Estatísticas
Múltiplo R	0.488
R Square	0.238
Adjusted R Square	0.188
Std. Error of the Estimate	0.706

Apêndice 5.2. Análise de variância de regressão múltipla entre rendimento da mandioca e pragas e doenças no campo de Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F calculado	F value
Regressão	4.683	2	2.342	4.698	0.017
Erro	14.954	30	0.498		
Total	19.638	32			

Apêndice 5.3. Coeficientes e significância de regressão múltipla para Dondo

Fonte variação		Rend (ton/ha)					
		Coeficientes	Erro padrão	Teste t	P- value	Intervalo de confiança a 95%	
Cochonilha da Mandioca	Inc (%)	0.579	0.232	2.49	0.18	-0.105	1.053
	IMA	-1.844	0.878	-2.10	0.044	-3.63	-0.051
Mosaico africano	Inc (%)	0.166	0.295	0.56	0.577	-0.44	0.77
	IMA	-1.07	0.853	-1.25	0.220	-2.818	0.678
Constante		-0.35	0.182	-1.92	0.065	-0.722	0.023

Apêndice 5.4. Apresenta coeficiente correlação e suas respectivas significâncias

Fonte variação		Rend (ton/ha)	
		R	P-value
Cochonilha da Mandioca	Inc (%)	0.356	0.18
	IMA	-0.284	0.044
Mosaico africano	Inc (%)	0.356	0.577
	IMA	-0.182	0.912

Pressuposto de normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	33	0.94410	1.908	1.344	0.08946

Pressuposto de homogeneidade de resíduos

$$\chi^2(1) = 3.33; \text{ Prob} > \chi^2 = 0.067$$

Pressuposto de multicolinealidade (independência das variáveis independentes)

Correlação das variáveis independentes ou explicativas

		incm	IMAm	Incc	IMAc
Incm	Pearson Correlation	1	.372*	.081	.200
	Sig. (2-tailed)		.033	.655	.266
	N	33	33	33	33
IMAm	Pearson Correlation	.372*	1	.004	.008
	Sig. (2-tailed)	.033		.983	.965
	N	33	33	33	33
Incc	Pearson Correlation	.081	.004	1	.134
	Sig. (2-tailed)	.655	.983		.456
	N	33	33	33	33
IMAc	Pearson Correlation	.200	.008	.134	1
	Sig. (2-tailed)	.266	.965	.456	
	N	33	33	33	33

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Apêndice 6. Regressão e correlação linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da mandioca

Apêndice 6.1. Resumo de Output de regressão linear entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo

Regressão	Estatísticas
Múltiplo R (coeficiente de correlação)	0.78
R Square	0.5897
Adjusted R Square	0.5764
Std. Error of the Estimate	19.942

Apêndice 6.2. ANOVA de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F calculado	F value
Regressão	14339.3485	1	14339.3485	44.55	0.0000
Erro	9978.83336	31	321.89785		
Total	24318.1818	32	759.943182		

Apêndice 6.3. Coeficientes e significância de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo

IMA	Coef.	Erro padrão	T	p>t	Intervalo de confiança
inc.	0.542	0.08	6.67	0.000	0.376 a 0.707
Const.	8.26	4.46	1.85	0.074	-0.842 a 17.37

Apêndice 7: Regressão e correlação linear simples entre índice médio de ataque e nível de incidência de mosaico

Apêndice 7.1. Resumo de Output de regressão linear entre índice de médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo

Regressão	Estatísticas
Múltiplo R (coeficiente de correlação)	0.809
R Square	0.655
Adjusted R Square	0.643
Std. Error of the Estimate	17.94

Apêndice 7.2. ANOVA de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo

FV	SQ	Gl	QM	F calculado	F value
Regressão	19748.1605	1	19748.1605	58.85	0.0000
Erro	10403.3547	31	335.592086		
Total	30151.5152	32	942.234848		

Apêndice 7.3. Coeficientes e significância de regressão linear simples entre índice médio de ataque e nível de infestação da cochonilha da mandioca em Dondo

IMA	Coef.	Erro padrão	T	p>t	Intervalo de confiança	
inc.	0.6415	.0836325	7.67	0.000	0.47098	0.8121223
Const.	5.34	4.417	1.21	0.236	-3.666	14.35

Pressuposto de Normalidade de resíduos

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
er	33	0.94013	2.044	1.487	0.06850

Pressuposto de Homogeneidade de resíduos

chi2(1) = 2.35; Prob > chi2 = 0.125

Apêndice 8. Análise de variância conjunta do rendimento de total de raízes

FV	SQ	Gl	QM	F	P
Local	0.043407	1	0.043407	0.03966	0.843155 ^{ns}
Local*bloc	4.377845	4	1.094461		
Trat	1.545114	10	0.154511	0.25	0.9882 ^{ns}
trat*local	3.659334	10	0.365933	0.59	0.8091 ^{ns}
Erro	24.64432	40	0.616108		
Total	34.27002	65	0.527231		

Fez-se transformação de sin (Y_{ij})

Normalidade de resíduos

Shapiro-Wilk W test for normal data

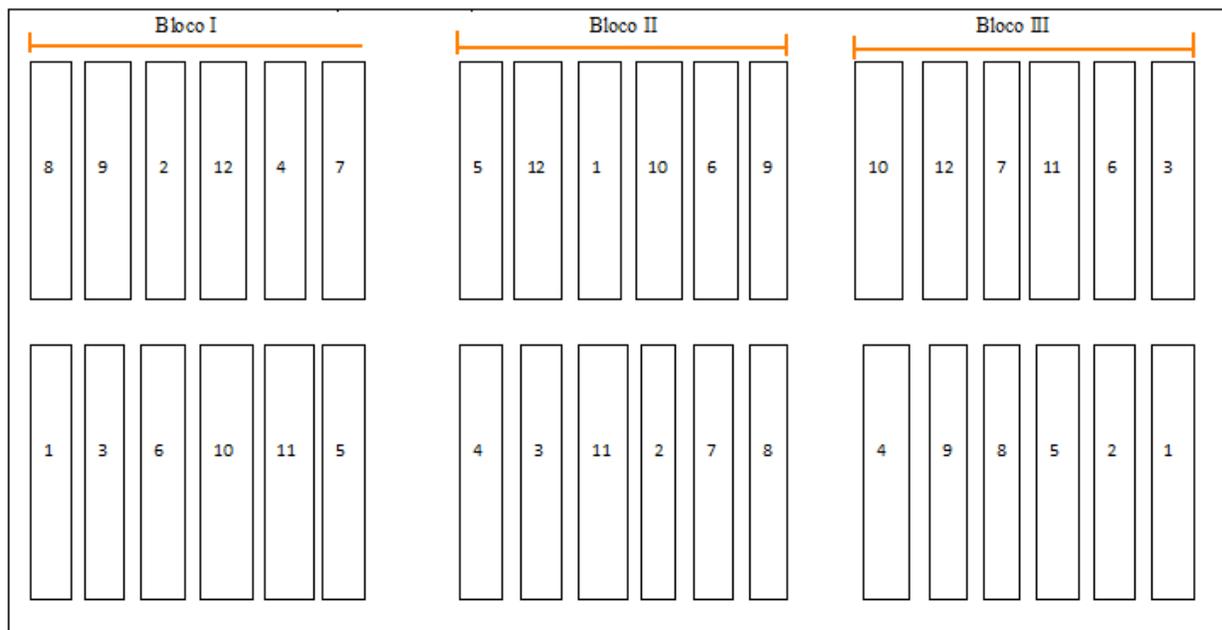
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
err	66	0.97635	1.388	0.710	0.23871

Homogeneidade dos resíduos

chi2(1) = 2.35; Prob > chi2 = 0.1255

Apêndice 9. Layout e dimensões dos campos de ensaio

Apêndice 9.1 Layout dos campos do ensaio



Legenda:

1-Mz0430920

5- R.macia

9-Mistura 1 (creminha)

2-Umbelúzi 2

6-Mz04045

10-Chinhembwe

3-Clone1

7-Clone 3

11-Umbelúzi 6

4- Manguiza

8-Mz040248

12-Clone 4

Apêndice 9.2. Dimensões dos campos do ensaio

Descrição da variável		Valor correspondente
Compasso	Entre linhas	1 m
	Dentro da linha	1 m
Dimensões de cada bloco	Comprimento	30 m
	Largura	10 m
Área do talhão		25 m ² (25 plantas x 1 m ²)
Área de cada campo do ensaio		920 m ² (92 m x 10 m)
Área útil talhão		9 m ² (9 plantas x 1 m ²)
Área total útil		324 m ² (9 m ² x 36 talhões)
Nº de linhas em cada talhão		5 linhas
Número de linhas útil por talhão		3 linhas
Nº de plantas em cada linha		5 plantas
Nº total de plantas em cada talhão		25 plantas
Número de plantas úteis por talhão		9 plantas
Número total de planta ensaio		900 Plantas (25 pl x 36 talhões)
Número de planta úteis		324 Plantas (9 pl x 36 talhões)

Apêndice 10. Resultados das análises físico-químicas das amostras de solos

Apêndice 10.1. Análise de solo dos dois campos (resultados brutos)

NºLab	Referência do Cliente		pH-H ₂ O _(1:2,5)	pH-HKCl _(1:2,5)	CE _(1:2,5)	C	M.O	Mg	K	Na	
	Codigo	Prof.	[-]	[-]	[mS/cm]	[%]	[%]	[meq/100g]	[meq/100g]	[meq/100g]	
1	Dondo-1		5.71	-	0.047	0.06	0.11	0.14	0.239	0.212	
2	Dondo-2		5.80	-	0.049	0.05	0.09	0.10	0.199	0.182	
3	Dondo-3		5.72	-	0.050	0.07	0.13	0.31	0.249	0.243	
4	Umbeluzi-1		7.06	-	0.085	0.06	0.11	2.42	0.803	0.899	
5	Umbeluzi-1		7.35	-	0.092	0.05	0.08	2.42	0.506	0.616	
6	Umbeluzi-1		7.05	-	0.082	0.05	0.09	2.39	0.734	0.636	
NºLab			Ca	N	Al ³⁺ +H ⁺	CTC	P	Argila	Limo	Areia	Classe Textural
	Local	Prof.	[meq/100g]	[%]	[meq/100g]	[meq/100g]	[mg/100g]	[%]	[%]	[%]	
1	Dondo-1		1.87	0.17	-	-	0.374	22.9	1.5	77.1	Franco-argilo-arrenoso
2	Dondo-2		1.97	0.11	-	-	0.274	14.3	7.1	78.6	Areia-franca
3	Dondo-3		1.69	0.07	-	-	0.274	22.9	2.5	74.5	Franco-argilo-

											arrenoso
	Umbeluzi-1		8.70	0.27	-	-	0.755	37.0	21.9	41.2	Franco-argiloso
	Umbeluzi-1		9.00	0.14	-	-	0.754	25.9	12.4	61.7	Franco-argilo-arrenoso
	Umbeluzi-1		7.77	0.21	-	-	1.51	26.5	12.1	61.4	Franco-argilo-arrenoso

Nota: Devido ao elevado volume de amostras de solos que o Laboratório tem recebido nos últimos tempos, temos a informar aos nossos caros utilizadores, que as amostras serão armazenadas por um período de seis (6) meses a partir da data da entrega dos resultados. Findo este prazo, a FAEF/DER procederá a destruição das mesmas. O favor de contactar a FAEF/DER caso queira que a(s) sua(s) amostras sejam arquivadas por mais tempo.

Relatório elaborado por:

Lab

Solos/DER/FAEF

Apêndice 12. Dados climáticos das duas zonas agro-ecológicas

Dados climáticos de campo de Umbelúzi

PARAMETRO	TMED (°C)	TXMED (°C)	TNMED(°C)	PREC (mm)	HREL (%)
JAN	26	30.2	21.9	140.7	80
FEV	27	30.5	22.4	64.8	81
MAR	25.6	30.3	20.9	111.7	79
ABR	22.9	28.5	17.4	10.3	72
MAI	22.7	28.3	17	2.4	74
JUN	20.7	26.8	14.6	1	68
JUL	20.2	26	14.4	0.2	79
AGO	21.2	27.8	14.8	0	69
SET	21.5	26.4	16.7	122.5	86
OUT	23.2	27.8	18.6	232.4	82
NOV	23.8	28.4	19.3	21.3	77
DEZ	25.6	29.7	21.4	114.9	80

Dados climáticos de campo do Dondo

PARAMETRO	TMED (°C)	TXMED (°C)	TNMED (°C)	PREC (mm)	HREL (%)
JAN	28.4	32	24.8	195.3	73
FEV	28.7	32.4	24.9	22.7	74
MAR	28	31.9	24.1	260.4	77
ABR	24.6	28.4	20.7	137.1	76
MAI	23.6	27.9	19.4	30.6	81
JUN	22.6	27.2	17.9	8	74
JUL	21.3	26.5	16	9.8	74
AGO	22.2	26.9	17.5	5.3	72
SET	25.1	29.2	20.9	11.8	76
OUT	25.9	29.9	22.2	42.9	77
NOV	26.6	30.4	22.8	195.2	71
DEZ	27.9	31.6	24.1	327.1	76