



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Efeitos combinado da diatomite, fungicida e da ureia na  
produção da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.)**



**Crimildo Teles Cassamo**

Maputo, Julho de 2014

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**  
**MESTRADO EM PROTECÇÃO VEGETAL**

**Efeitos combinado da diatomite, fungicida e da ureia na produção da  
cultura de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Mestrando: **Crimildo Teles Cassamo**

Supervisor: **Prof. Doutor Tomás Fernando Chiconela**

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal-UEM, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Agronomia (Protecção Vegetal).

Maputo, Julho de 2014

### **Dedicatória**

À minha esposa Rosa António Guambe, ao meu filho Weily Anil C. Cassamo, às minhas irmãs Marlen Cassamo e Hiolanda Cassamo, e ao meu Avó Eduardo Guirruta, pessoas humildes que, diante de todos os obstáculos, mostraram-se dignos e firmes nas suas decisões, mas tendo sempre uma palavra de carinho e conforto.

### **Declaração de Honra**

Juro por minha honra que os dados aqui apresentados são resultado do meu trabalho e que o mesmo nunca foi submetido em algum outro lugar. Qualquer semelhança que possa existir é pura coincidência!

---

(Crimildo Teles Cassamo)

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2014

## Agradecimentos

Agradeço a Deus pela bênção e oportunidade da realização do curso

Agradeço ao Prof. Doutor Tomás Chiconela e Prof. Doutor Inácio Maposse que, através da AGRA- (Alliance for Green Revolution in Africa) financiaram a minha formação;

Agradeço ao meu supervisor, Tomas Fernando Chiconela, pela excelente contribuição durante a realização dos trabalhos de campo e de laboratório;

À minha esposa e às minhas irmãs que sempre me apoiaram nas dificuldades e me motivaram a vencer todos os obstáculos que ocorreram durante o curso.

A todos os colegas dos cursos de Protecção Vegetal, Produção e Extensão rural que durante todo o curso me apoiaram.

Aos técnicos e agricultores do distrito de Chókwè, onde o trabalho foi realizado e que, de forma directa ou indirecta, auxiliaram-me na montagem, acompanhamento e levantamento de dados nos ensaios.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimentos .....	iii
índice.....	iv
lista de tabelas.....	vii
lista de figuras.....	ix
lista de anexos.....	x
Resumo geral.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiii
CAPÍTULO I.....	2
I.INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Problema e justificação do estudo .....	3
1.2. Objectivos.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Origem e classificação botânica do Arroz.....	6
2.2. Produção de arroz em África.....	6
2.3. Potencialidades da cultura de arroz em Moçambique .....	7
2.4. Doenças na cultura do Arroz e seu controlo.....	8
2.5. Importância do Silício com Fertilizante .....	13
2.6. Diatomite .....	13
CAPÍTULO II.....	15
2. EFEITO DO SILÍCIO E DA SUA INTERAÇÃO COM FUNGICIDA NO RENDIMENTO DA CULTURA DO ARROZ.....	15
2.1. Resumo .....	15

2.2. Introdução.....	15
2.3. Materiais e métodos .....	17
2.3.5. Variáveis avaliadas .....	24
2.4. Resultados e discussão .....	26
2.5.1. Conclusões.....	32
2.5.2. Recomendações .....	32
CAPÍTULO III.....	33
3. EFEITO DO SILÍCIO E DA SUA INTERAÇÃO COM A UREIA NO RENDIMENTO DA CULTURA DO ARROZ .....	33
3.1. Resumo .....	33
3.2. Introdução.....	34
3.3. Materiais e métodos .....	35
3.3.4. Variáveis avaliadas .....	38
3.3.5. Análise estatística dos dados .....	38
3.4. Resultados e discussão.....	39
3.5. Conclusões e recomendações .....	47
3.5.1. Conclusões .....	47
3.5.2. Recomendações .....	47
CAPÍTULO IV.....	48
4. EFEITO DO SILÍCIO E DA SUA INTERAÇÃO COM FUNGICIDAS E UREIA NO CONTROLO DE FUNGOS NA CULTURA DO ARROZ .....	48
4.1. Resumo .....	48
4.2. Introdução.....	49
4.3. Materiais e métodos .....	50
4.3.1. Avaliação de incidência e severidade de doenças nos ensaios de arroz.....	50
4.3.2. Identificação dos fungos associados às sementes do arroz .....	51

4.4. Resultados e discussão .....	53
Ensaio I.....	53
4.4.1. Grau de incidência de manchas foliares e área abaixo da curva de progressão da doença .....	53
4.4.2 Avaliação da severidade das manchas foliares na cultura do arroz .....	55
4.4.4. Avaliação da severidade das manchas foliares na cultura do arroz .....	57
4.4.5. Teste de sanidade de sementes do arroz .....	58
Ensaio I.....	58
Ensaio II.....	59
4.5. Conclusões e recomendações .....	63
IV. Referências bibliográficas.....	64
ANEXOS.....	71



<b>LISTA DE TABELA</b>	<b>Pág.</b>
Tabela 1: Produção do arroz em África .....	7
Tabela 2: Análise laboratorial de amostras de solo .....	20
Tabela 3: Tratamentos aplicados no ensaio I.....	21
Tabela 4: Rendimento de grãos, altura, peso de 1000 sementes, nº de colmos/m <sup>2</sup> , node panículas/m <sup>2</sup> , nas diferentes doses de diatomite, fungicida e variedades do arroz .....	29
Tabela 5: Média de rendimento de grãos (t/ha) .....	30
Tabela 6: : Comprimento e largura do grão (mm) em diferentes doses de diatomite e de fungicida e variedades de arroz.....	31
Tabela 7: Tratamentos aplicados no ensaio .....	36
Tabela 8: Média de rendimento de grãos (t/ha), altura (cm), peso de 1000 grãos (g), nº de colmos/m <sup>2</sup> , nº de panículas/m <sup>2</sup> , nas diferentes doses de diatomite e de ureia.....	43
Tabela 9: Média de rendimento de grãos (t/ha), altura (cm), Peso de 1000 grão (g), nº de colmos/m <sup>2</sup> , nº de panículas/m <sup>2</sup> , nas interações entre diatomite e ureia. ....	44
Tabela 10 : Média de comprimento e largura do grão (cm), observados em diferentes doses de diatomite e de ureia. ....	44
Tabela 11: Escala de avaliação da severidade das manchas .....	51
Tabela 12: Avaliação da doença em três épocas após a sementeira na variedade Limpopo .....	54
Tabela 13: Avaliação da doença em três épocas após a sementeira na variedade IR 64 .....	55
Tabela 14: Escala de manchas foliares observadas em 2 períodos nas diferentes doses de diatomite, fungicida e variedades .....	56
Tabela 15: Avaliação da doença em três épocas após a sementeira na variedade IR 64 .....	57
Tabela 16: Escala de manchas foliares observadas em 2 períodos nas diferentes doses de diatomite e ureia.....	58
Tabela 17: Percentagem de fungos em lote de sementes de arroz Limpopo colhidos nos diferentes tratamentos do ensaio I.....	59

Tabela 18: Percentagem de fungos em lote de sementes de arroz IR64 colhidos nos diferentes tratamentos do ensaio I .....	59
Tabela 19: Percentagem de fungos em lote de sementes de arroz ITA 312 do ensaio II .....	60
Tabela 20: Incidência média do <i>Fusarium moniliforme</i> no grão do arroz.....	61
Tabela 21: Incidência média do <i>Fusarium moniliforme</i> no grão do arroz.....	61

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Pág.</b>
FIGURA 1: Mapa de localização dos ensaios do arroz.....	17
FIGURA 2: Precipitação e temperaturas mínimas, médias e máximas mensais ocorridas durante os meses de Janeiro a Maio.....	18
FIGURA 3: : Rendimento do grão de arroz em diferentes doses de diatomite .....	27
FIGURA 4: Rendimento do grão em diferentes doses de diatomite e ureia.....	40
FIGURA 5: Peso de mil grãos em diferentes doses de diatomite e ureia .....	41
FIGURA 6: Número de panículas em diferentes doses de diatomite e ureia .....	42
FIGURA 7: Curva da progressão da doença.....	50
FIGURA 8: Manchas foliares no arroz nas fases de formação do grão (A) e fase vegetativa (B).....	53
FIGURA 9: Placa com sementes de arroz .....	58
FIGURA 10: <i>Alternaria padwickii</i> na semente do arroz .....	61
FIGURA 11: <i>Alternaria padwickii</i> em preparações laminares .....	62

<b>LISTA DE ANEXOS</b>	<b>Pág.</b>
ANEXO 1: ENSAIO 1: Adubação do arroz com diatomite sem ou com a combinação de fungicida <i>Folicur</i> .....	71
ANEXO 2: ENSAIO 2: Adubação do arroz com diatomite sem ou com a combinação da ureia.	72
ANEXO 3: Análise de variância de rendimento do grão do arroz do ensaio 1 .....	73
ANEXO 4: Análise de variância de peso de 1000 sementes de arroz no ensaio 1 .....	74
ANEXO 5: Análise de variância de número de panículas do arroz do ensaio 1 .....	75
ANEXO 6: Análise de variância de número de colmos do arroz do ensaio 1 .....	75
ANEXO 7: Análise de variância da altura do arroz do ensaio 1 .....	76
ANEXO 8: Análise de variância do comprimento do grão do arroz do ensaio 1 .....	77
ANEXO 9: Análise de variância da largura do grão do arroz do ensaio 1 .....	77
ANEXO 10: Análise de variância da regressão linear múltipla do rendimento e factores de análise no ensaio 1 .....	78
ANEXO 11: Análise de variância do rendimento do grão do arroz do ensaio 2 .....	79
ANEXO 12: Análise de variância do peso de 1000 sementes do arroz do ensaio 2.....	80
ANEXO 13: Análise de variância do número de colmos do arroz do ensaio 2.....	81
ANEXO 14: Análise de variância do número de paniculas do arroz do ensaio 2 .....	81
ANEXO 15: Análise de variância da altura do arroz do ensaio 2 .....	82
ANEXO 16: Análise de variância do comprimento do grão do arroz do ensaio 2.....	83
ANEXO 17: Análise de variância da largura do grão do arroz do ensaio 2 .....	83
ANEXO 18: Análise de variância da regressão entre o rendimento e os factores analisados no ensaio 2 .....	84
ANEXO 19: Análise de variância da regressão entre o peso do grão e os factores analisados no ensaio 2 .....	86

ANEXO 20: Análise de variância da regressão entre o peso do grão e os factores analisados no ensaio 2 .....	87
ANEXO 21: Análise de variância da severidade das manchas do arroz do ensaio 1 .....	90
ANEXO 22: Análise de variância da incidência da <i>Alternaria padwickii</i> nas sementes do arroz do ensaio 1 .....	91
ANEXO 23: Análise de variância da incidência do <i>Fusarium moniliforme</i> nas sementes do arroz do ensaio 1 .....	91
ANEXO 24: Análise de variância da severidade das manchas do arroz do ensaio 2 .....	92
ANEXO 25: Análise de variância da incidência da <i>Alternaria padwickii</i> nas sementes do arroz do ensaio 2 .....	92
ANEXO 26: Análise de variância da incidência do <i>Fusarium moniliforme</i> nas sementes do arroz do ensaio 2 .....	93

## RESUMO GERAL

Para a realização deste estudo, foram conduzidos dois ensaios em condições de campo, na Estação Agrária de Chókwé. No primeiro ensaio estudou-se o efeito de diferentes doses de silício combinado com fungicida no controlo de manchas fúngicas e na produtividade do arroz e, no segundo ensaio estudou-se o efeito de diferentes doses de silício combinado com a ureia também com a mesma finalidade.

Entre as características agronómicas avaliou-se: a altura das plantas, o número de colmos e de panículas, o rendimento do grão e o peso de mil grãos. Também foram avaliadas as incidências e severidades das manchas fúngicas na cultura.

De acordo com os resultados do teste de comparação de médias pelo método de Tukey, no primeiro ensaio houve diferenças significativas para todas as características estudadas, com excepção do número de panículas entre as doses de diatomite e fungicida e variedades.

No segundo ensaio foram observadas diferenças significativas entre as médias em todas as características estudadas entre as doses de diatomite e ureia. Estes factos evidenciaram que a diatomite, o fungicida e a ureia tiveram efeitos positivos sobre a produtividade e redução de doenças no arroz.

O último ensaio foi conduzido no laboratório da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, com o objectivo de testar a sanidade de sementes colhidas nos ensaios do arroz e meio de câmara húmida. Neste teste foram identificadas, com maior frequência, a presença da *Alternaria padwickii* e do *Fusarium moniliforme*.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Alternaria*, adubação sílica, diatomite, controlo químico.

## LISTA DE ABREVIATURAS

- Altura (cm)- Altura das plantas em centímetros
- Comp (cm)- Comprimento do grão em cm
- CV (%)- Coeficiente de variação em percentagem
- Diat- Diatomite
- F0- Tratamento sem aplicação do fungicida
- F1- Tratamento com aplicação de fungicida
- Fung- Fungicida
- IIAM- Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
- IITA- Instituto Internacional de Agricultura Tropical
- Kg/ha- Quilograma por hectare
- N- Nitrogénio
- P>F- Probabilidade
- P1000 (g)- Peso de mil sementes em gramas
- Rend<sub>(t)</sub>- Rendimento em toneladas por hectare
- Rep- Repetição
- V1-Variedade Limpopo
- V2- variedade IR 64
- Var- Variedade

## **L. INTRODUÇÃO GERAL**

O arroz (*Oryza sativa* L) é cultivado e consumido em todos os continentes. Destaca-se pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico, tanto no aspecto económico quanto no social. Cerca de 150 milhões de hectares de arroz são cultivados, anualmente, no mundo, produzindo 590 milhões de toneladas. O arroz é considerado a cultura alimentar de maior importância em muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia, África e Oceânia, onde 70% da população total destes continentes é subnutrida. É o alimento básico para cerca de 2,4 biliões de pessoas e, segundo estimativas, até 2050, haverá uma demanda para atender o dobro desta população (Embrapa, 2004).

O arroz é cultivado em regiões tropicais e subtropicais da maioria dos continentes e é a única cultura que pode ser cultivada em terrenos inundados das vastas planícies das terras baixas onde mais de 90% do total do arroz é cultivado. As maiores áreas da produção desta cultura encontram-se no sul e no leste da Ásia, sendo a China o líder mundial em termos de área de produção. A África contribui com 2% da produção mundial e consome cerca de 16 milhões de toneladas das quais 14 milhões vêm da produção local e o défice preenchido pelas importações (MINAG, 2011).

O rendimento recorde de arroz alcançado foi de 13,2 ton/ha no Japão, contra a média mundial de 3,8 ton/ha (MINAG, 2011). Em Moçambique, a cultura do arroz é cultivada em algumas províncias do país, cuja área de produção potencial é estimada em cerca de 900.000 hectares, sendo cultivados apenas 200.000 hectares. Cerca de 90% da área cultivada localiza-se nas províncias da Zambézia e Sofala, seguidas pelas províncias de Nampula e Cabo Delgado, com cerca de 7% e os restantes 3% da área total são explorados pela província de Gaza (MINAG, 2008). Estima-se que no país, a área média de produção do arroz é de 0,5 hectares e a produtividade média abaixo de 1.5 t/ha. (MINAG, 2008)

Em todas as fases de crescimento e desenvolvimento, a cultura do arroz está sujeita ao ataque de doenças capazes de reduzir a produtividade e a qualidade dos grãos. A prevalência e a severidade das mesmas dependem da presença do patógeno virulento, da susceptibilidade da variedade e das condições ambientais favoráveis. Dentre as doenças do arroz mais comuns e economicamente



importantes que ocorrem em Moçambique, estão as manchas fúngicas, causadas pela *Pyricularia grisea*, *Bipolaris*, *Drechslera oryzae*, *Monographella albescens*, *Alternaria*, *Nigrospora* e *Phoma*. Estas doenças provocam perdas significativas em quase todo o país, em especial no distrito do Chókwè (Zandamela, 2011, Comunicação oral).

Em Moçambique, tanto as manchas nas panículas quanto nas folhas apresentam-se como um dos factores que podem afectar a produtividade, tanto no sistema de cultivo de terras altas quanto no irrigado, impedindo que as cultivares expressem o seu potencial produtivo (Zandamela, 2011, Comunicação oral).

O cultivo intensivo do arroz, associado às condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da doença e às práticas culturais inadequadas, incluindo o uso de altas doses de nitrogénio e plantio com alta densidade de plantas e/ou tardio podem contribuir para aumentar a severidade de doenças no país.

O uso de fungicidas para o controle das manchas fúngicas, além do alto custo, podem contribuir para o aumento da resistência dos agentes patogénicos e redução da eficiência do produto químico. Sendo assim, a introdução de outros métodos, ou uso de uma diversidade de produtos químicos, pode ser uma alternativa para o aumento do rendimento do arroz e para o controlo de doenças de forma mais segura, económica e ambientalmente adequada através da rotação e/ou da sua integração.

A diatomite é um dos minerais que contém silício e é usado na agricultura como pesticida e adubo em várias culturas alimentares, incluindo o arroz. O silício possui propriedades químicas e mecânicas no aumento da quantidade e da qualidade da cultura por meio da redução da susceptibilidade aos patógenos a níveis não toleráveis, e estímulo do aumento do rendimento de grão através do efeito nutricional deste elemento químico na cultura do arroz (Diatomites de Moçambique, 2005).

O silício é absorvido pelas raízes na forma de ácido monossilícico –  $\text{Si(OH)}_4$  – sendo, na sua maioria, transportado para as folhas. Com a saída da água das plantas por transpiração, o silício é depositado na parede externa das células da epiderme como sílica. Este acúmulo de silício nas folhas funciona como uma barreira mecânica à penetração de fungos patogénicos na folha e

reduz as perdas de água por transpiração. Consequentemente, na falta de silício solúvel no solo, a susceptibilidade das plantas de arroz aumenta nas condições de défice hídrico e a aplicação de adubos com silício pode, nestas condições, contribuir para uma maior resistência tanto à seca quanto à incidência de doenças (Marschner, 1986).

Deste modo, ensaios de avaliação do rendimento do grão e de resistência das plantas a doenças como resultado da aplicação da diatomite, podem ter um grande contributo para a aquisição de informação e conhecimento claro sobre o papel do silício nas condições agro-ecológicas de Moçambique.

### **1.1. Problema e justificação do estudo**

O arroz é um dos mais importantes grãos em termos de valor económico a nível mundial. É considerado a cultura alimentar de maior importância em muitos países em desenvolvimento, em particular em Moçambique, onde a produção interna cobre menos de 50% das necessidades do país, suportando o défice através de importações cada vez mais crescentes.

A produtividade do arroz em Moçambique entre 1994 a 2004 variou entre 0.87 a 1.13 t/ha e no intervalo entre 2006 a 2011 a produção variou entre 0,96 a 1.14 t/ha (MINAG, 2011). Contudo, a produtividade ainda é, relativamente, baixa em relação à média do que é alcançado na região da África Austral com produtividade à volta de 3 t/ha.

Segundo Zandamela (1993) a produção anual de arroz era de, aproximadamente, 120.000 toneladas (arroz descascado) e as necessidades nacionais eram de 300.000 toneladas/ano, situação que tem revelado a necessidade do aumento da produção interna no país.

Actualmente, apesar dos esforços levados a cabo pelo país para o aumento da produção nacional, a subida de preços de alimentos, em especial do arroz, no mercado interno e no mercado internacional tem encarecido os custos de compra do arroz, em particular do arroz importado.

Aliado a este facto, o país tem registado infestações nas plantações do arroz por doenças causadas por agentes fúngicos em alguns pontos do país, especialmente no distrito do Chókwe, como é o caso das manchas fungais no arroz, que afectam o rendimento.

A mancha das folhas e das panículas é uma das doenças que, em condições favoráveis, pode causar perdas consideráveis na produção do arroz. Nos casos mais severos, a doença ocorre durante todo o ciclo da planta, podendo levar a prejuízos de até 65% da produção (Prabhu, 2002).

Os agentes causais das manchas podem ser a *Pyricularia grisea*, *Bipolaris*, *Drechslera oryzae*, *Monographella albescens*, *Alternaria*, *Nigrospora*, e *Phoma*. São disseminados por meio de restos de cultura, plantas hospedeiras e, principalmente, sementes contaminadas, pois estas podem introduzir patógenos em áreas isentas de doença, bem como ter o seu inóculo aumentado em áreas já contaminadas.

A diatomite é um dos minerais usados em algumas culturas para a redução da susceptibilidade a doenças nas plantas e para a promoção do rendimento da cultura. Diatomite é um recurso mineral existente em Moçambique, rico em silício (cerca de 85%) e pode ser uma das alternativas para o controlo de manchas fúngicas na cultura do arroz e para o aumento do rendimento de grão no país.

Vários estudos feitos, no mundo e em Moçambique, demonstraram a larga aplicabilidade do silício no aumento da produtividade e na redução da incidência de pragas e doenças em culturas agrícolas (Diatomites de Moçambique, 2005). Pesquisas feitas em Moçambique nas culturas de pepino, feijão e tomate demonstraram bons resultados no controlo da mosca branca (Ecole, 2008). Na Flórida, na cultura do arroz, foi reportada a redução do grau de severidade das manchas nos grãos, em 17,5%, e o aumento do peso de grãos em 20%, à medida que aumentavam as doses de silício (Prabhu, 2002). Contudo, pouco se sabe sobre as potencialidades da diatomite na cultura do arroz nas condições edofo-climáticas de Moçambique, havendo uma grande necessidade de se aprofundar pesquisas sobre o papel da diatomite na cultura do arroz no país. Mas, por outro lado, dado que o arroz é cultivado em Moçambique, maioritariamente por pequenos agricultores, sem nenhuma adubação, pesquisas sobre a influência da ureia na eficácia da diatomite no rendimento do grão e no controlo de doenças podem trazer resultados aplicáveis à realidade Moçambicana.

## 1.2. Objectivos

### 1.2.1. Objectivo Geral

Avaliar o efeito da diatomite no rendimento do grão e no controlo de doenças fúngicas em 3 variedades de arroz cultivadas em Moçambique

### 1.2.2. Objectivos específicos

- ✓ Determinar a relação dose-resposta das variedades do arroz Limpopo, IR64 e ITA312 a diferentes níveis do silício no controlo de fungos.
- ✓ Comparar o rendimento do grão entre as variedades e na mesma variedade da cultura do arroz em diferentes tratamentos.
- ✓ Analisar as características morfológicas nos diferentes tratamentos ao longo do ciclo da cultura

## 1.3. Hipóteses

- ✓ Os níveis da diatomite têm influência sobre o rendimento do arroz e sobre o grau de susceptibilidade a doenças fúngicas.
- ✓ As variedades de arroz respondem de forma diferenciada à adubação com diatomite
- ✓ O fungicida reduz o grau de infecção da cultura do arroz pela mancha castanha quando combinado com diatomite
- ✓ A ureia tem influência sobre a eficiência da diatomite na cultura do arroz

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origem e classificação botânica do Arroz

De acordo com o IRRI (2001) existem cerca de 20 espécies do género *Oryzae* dispersas em todo o mundo, sendo apenas duas as cultivadas, a *Oryza sativa* L. (cariopse claro) e *Oryza glaberina* S. (cariopse roxo). O Arroz (*Oryza sativa*), pertence à tribo *Oryzae* e caracteriza-se por ser uma gramínea anual, apresentar raízes fasciculadas, colmos redondos e ocos, folhas sésseis, limbo foliar plano e inflorescência terminal em forma de panícula. Em condições favoráveis, pode crescer por mais de um ano. Tem a particularidade de se adaptar ao habitat aquático e pertence ao grupo metabólico C<sub>3</sub> (Zandamela, 2004)

Segundo Cofman et al (1980), a *Oryza sativa* L. divide-se em três raças eco geográficas ou subespécies, a indica que é tropical, a japónica que é subtropical e a javânica, que é de distribuição mais limitada à volta da Indonésia.

As panículas são constituídas por rácimos, podendo ser densas (panículas cheias) ou pouco densas e, conforme o peso, elas podem ser erectas ou não erectas. Quanto ao tamanho, as panículas podem ser longas, médias ou curtas. A espiguetta é a flor que contém os órgãos reprodutores, protegidos pelas glumas, que mais tarde irão constituir as cascas do grão (Filho, 1984).

### 2.2. Produção de arroz em África

O cultivo do arroz no continente africano ocupa uma área estimada em 150 milhões de hectares e a produção média anual é de 15 milhões de toneladas. Na produção de arroz, ao nível do continente africano, o Egipto, Madagáscar, a Nigéria, a Costa do Marfim, a Burkina Faso, o Gana, a Guiné, o Mali, Moçambique e Tanzânia encontram-se, em média, entre os países com uma área de produção superior a 100 mil hectares. A tabela abaixo sumariza os dados referentes à área cultivada, produção e rendimento de 2003 nos principais produtores de arroz no continente africano.

**Tabela 1: produção do arroz em África**

<b>Países</b>	<b>Área cultivada (1000ha)</b>	<b>Produção (1000 t)</b>	<b>Rendimento (t/ha)</b>
Egipto	615	5800	9.43
Níger	28	76	2.71
Madagáscar	1219	2800	2.30
Mali	400	693	1.73
Guiné	525	845	1.61
Costa do marfim	510	818	1.60
Moçambique	179	200	1.12
Média	496.57	1604.57	2.93

Fonte: FAO, anuário (2003)

De acordo com os dados da FAO (2003), o rendimento mais alto ocorre no Egipto, com 9.43 t/ha, seguido do Níger e Madagáscar, com 2,71 t/ha e 2,30 t/ha, respectivamente. Nos restantes países o rendimento não é superior a 2.0 t/ha. O Egipto (rendimento bastante alto) influencia na subida do rendimento médio da África, que é de 2.93, que, pelo contrário, seria inferior a 2,0 t/ha.

A utilização de insumos agrícolas e sementes melhoradas, o desenvolvimento da actividade agrícola nas terras férteis do vale do rio Nilo, combinado com o uso de técnicas de produção aperfeiçoadas, favorece os elevados rendimentos alcançados no Egipto.

### **2.3. Potencialidades da cultura de arroz em Moçambique**

O arroz foi, tradicionalmente, uma cultura dominante nas áreas de irrigação do vale do Limpopo, chegando a ocupar 18 mil hectares na área irrigada do Chokwé e alcançando uma produção total, no vale, nos anos 70, de mais de 70 000 toneladas. Actualmente, com a reabilitação, em curso, dos regadios da área e com o arroz local sofrendo uma forte competição no mercado local por parte do arroz importado da Ásia, a viabilidade da cultura tem sido posta em causa.

Em relação a isto, há um facto a considerar: não existem culturas alternativas ao arroz para solos pesados mal drenados, pelo menos na estação chuvosa. A área destes solos tem sido estimada em 29.000 hectares, para as áreas potencialmente irrigáveis de Gaza (INIA, 2006), ocupando, no regadio de Chókwè, uma área de 11.000 hectares. Isto não implica, logicamente, que a cultura do arroz não possa ocupar outros solos irrigados no vale, mas sim que, com o desenvolvimento futuro das áreas de rega, haverá uma área de 40.000 hectares que deverá ser ocupada ocupar-se com arroz, ou com uma cultura alternativa. O desafio está, todavia, no desenvolvimento de tecnologias alternativas que tornem o arroz, nesta zona, rentável.

## **2.4. Doenças na cultura do Arroz e seu controlo**

### **2.4.1. Fungos associados à cultura do arroz**

A planta do arroz, em todas as fases de crescimento, é sujeita a doenças que reduzem a qualidade e quantidade da sua produção. Os fungos são reportados como sendo os causadores de mais doenças no arroz do que os outros grupos de patógenos (Webster, 1992).

A planta do arroz é conhecida como sendo atacada por muitas doenças associadas à semente, das quais algumas são de maior e outras de menor importância. Algumas são distribuídas em todo o mundo e de importância económica como a *pyricularia oryzae* e *Fusarium moniliforme* (Agarwal et al., 1989).

Em Moçambique, segundo uma prospeção feitas por Tarp (1987), os fungos identificados associados à semente do arroz foram: *Drechslera oryzae*, *pyricularia oryzae*, *Alternaria padwickii*, e *fusarium moniliforme*, com níveis de infecção que variam entre 0-69%, 0-12%, 0-13% e 0-18.5%, respectivamente.

#### **2.4.1.2. Perdas causadas por fungos associados à cultura do arroz**

O tipo e quantidade de perdas causadas por doenças nas plantas variam de planta ou produto da planta, do patógeno, das condições ambientais, das medidas de controlo praticadas e da combinação destes factores. As quantidades de perdas podem variar de níveis insignificantes até 100% (Agrios, 1988).

No caso do arroz, de acordo com Neergaard (1979), a queima causada por *Pyricularia oryzae* e a mancha castanha causada por *Drechslera oryzae* são consideradas como principais problemas na produção do arroz, provocando grandes perdas em muitos países. A queima foi responsável pela fome em muitos distritos do Japão entre os anos 1930 e 1940. Na Índia as perdas chegaram a 66% em Bombay State. Em África foram reportadas perdas de cerca de 40% na Nigéria, 12% no Malawi e 5% na Costa do Marfim. Para o caso da mancha castanha registaram-se perdas entre 50 a 90% em Bengal, na Índia, entre 1942-1943, o que resultou na fome e morte de cerca de 2 milhões de pessoas.

#### **2.4.1.2.1. Manchas foliares no arroz**

A mancha ocorre em arroz irrigado e arroz de sequeiro em quase todas as regiões do país, sendo mais frequente na região sul do país (Zandamela, 201, Comunicação oral). Esta doença é causada, por um lado, pelo fungo *Drechslera oryzae* ou pela *Alternaria padwickii*. Por outro lado, a *Drechslera oryzae*, a *Bipolaris oryzae* e *Helminthosporium oryzae* causam sintomas muito similares (Ito,1993). De acordo com Shoemaker (1959) estes fungos pertencem a géneros diferentes, dado que o fungo *Helminthosporium* possui conídios formados, simultaneamente, no ápice e nos lados dos conidióforos, diferindo dos outros dois, que produzem conídios apenas no ápice. A diferença básica entre *Bipolaris* e *Drechslera* é que o primeiro apresenta germinação bipolar e conídios fusóides e o segundo apresenta uma germinação unipolar e conídios cilíndricos.

Os sintomas de infecção por *Alternaria padwickii* nas folhas são manchas ovaladas de 3 a 10 mm de diâmetro, inicialmente amareladas, tornando-se cinzento claro, com margens castanho-escuras (Farias, 2007).

As manchas foliares podem ocorrer nas folhas na fase de plântula, na planta adulta e nos grãos. Ela geralmente, manifesta-se nas folhas, durante ou logo após a floração. Em arroz irrigado, quando semeado com sementes altamente infectadas, a doença pode manifestar-se logo na germinação da semente, causando lesões das folhas até ao estágio de duas folhas. Nas folhas de plantas adultas, as manchas típicas são circulares ou ovais, em geral de coloração acastanhada, com centro acinzentado ou esbranquiçado. Os sintomas nas folhas são variáveis em diferentes



cultivares, dependendo do grau de susceptibilidade da variedade. Nos grãos, as manchas têm coloração castanho-escura e, muitas vezes, juntam-se, cobrindo o grão inteiro. Em casos severos, todos os grãos das panículas são manchados (Ito, 1993).

As manchas afectam o peso dos grãos, a percentagem de grãos cheios e acarretam uma redução no rendimento da cultura. As manchas nas folhas superiores fornecem inóculo para a infecção dos grãos. Este fungo é altamente transmitido por sementes infectadas e pode sobreviver por três anos, ou mais, nos grãos, no solo ou nos restos culturais. A germinação de sementes infectadas, em geral é baixa, comparada com a semente sadia. O fungo pode ser encontrado em várias outras gramíneas (Ito, 1993). A doença é associada ao cultivo em solos deficientes em nutrientes, principalmente do nitrogénio (Tarp, 1987).

#### **2.4.1.2.2. Brusone**

A brusone é uma doença com ampla distribuição geográfica, a sua ocorrência foi relatada em 70 países, ocorrendo, praticamente, em todas as regiões onde o arroz é cultivado (Neto, 2009). Os primeiros relatos sobre a brusone no mundo foram por volta de 1600 e foram feitos na China (Bedendo, 1997). Em Moçambique, a doença ocorre em todas as regiões do país (Zandamela, 2011, Comunicação oral). É uma doença causada pelo fungo *Pyricularia grisea* (=onde fecham as os parênteses? Veja se era isto que queria colocar (parênteses rectos e curvos mais igual) *Magnaporthe grisea*. Os danos causados por esta doença são variáveis, sendo em situações mais drásticas, de cerca de até 100% (Prabhu *et al.*, 1999).

A brusone, no arroz, pode infectar as folhas, sementes, nó basal e as panículas (Bedendo & Prabhu, 2005). Esta doença pode manifestar-se em todas as fases de crescimento da planta, tanto no período vegetativo como no período reprodutivo. As fases mais críticas da doença ocorrem nas folhas, entre 30 e 50 dias de idade. Após o período crítico da fase vegetativa, por volta de 55 a 60 dias, há um aumento da resistência da planta, resultando na redução da sua severidade nas três folhas superiores.

Durante o período de enchimento dos grãos, a fase entre grão leitoso e pastoso (10 a 20 dias após a emissão de panículas) é a fase mais susceptível à brusone (Bedendo *et al.*, 2005). As folhas iniciam-se com a formação de pequenos pontos de coloração castanha, que evoluem para

manchas elípticas, com extremidades agudas, as quais, quando isoladas e completamente desenvolvidas, variam de 1-2 mm de comprimento por 0,3-0,5 mm de largura. Estas manchas crescem no sentido das nervuras e, às vezes, circundadas por um halo amarelado (Bedendo et al) 2005). A dimensão do bordo está directamente relacionada com a resistência da variedade e com as condições climáticas, sendo estreita ou inexistente em variedades muito susceptíveis. As manchas individualizadas podem coalescer e tomar áreas significativas do limbo foliar, Neste caso, aparecem grandes lesões necróticas que se estendem no sentido das nervuras. A redução da área foliar fotossintetizante tem um reflexo directo sobre a produção de grãos.

Quando a doença ocorre severamente nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, o impacto é tão grande que a queima das folhas acaba por levar a planta à morte (Prabhu & Filippi, 2006).

Nas panículas, a doença pode atingir as ramificações e o nó basal e os grãos originados destas ramificações tornam-se chochos (Neto, 2009). Num estudo feito por Prabhu *et al.*, (1986) as perdas na produtividade de grãos em decorrência desta doença em condições de campo variaram de 15% a 38% e de 37% a 44% nas variedades precoces e de ciclo tardio.

#### **2.4.2. A importância do silício no controlo de doenças do arroz**

O silício (Si), embora não faça parte da lista dos elementos essenciais, é considerado elemento útil para o crescimento e produção de muitas gramíneas -arroz, cana-de-açúcar, sorgo, trigo, milho, hortícolas, entre outras (Brady, 1992).

Os solos extremamente intemperizados, ácidos, com alto potencial de lixiviação, baixa saturação de bases e de Si trocável e baixa relação sílica/sesquióxidos de Fe e Al, são predominantes em várias regiões da América Latina, África, Ásia e Austrália. Os solos tropicais com estas propriedades são classificados como oxissolos, como tal, apresentam baixa capacidade de fornecimento de silício disponível (Brady, 1992).

Entre os factores responsáveis por esta baixa produtividade destacam-se a baixa fertilidade do solo, a alta susceptibilidade do arroz à brusone (*Pyricularia grisea*) e à mancha nos grãos (*Drechslera oryzae*, *Phoma sorghina*, *Alternaria padwickii*). O silício tem sido demonstrado

como elemento útil para o arroz, capaz de aumentar o rendimento desta cultura através da diminuição da toxidez de Fe e Mn, e do aumento da disponibilidade de P, devido à sua libertação dos fosfatos de Fe (Okuda et al, 1965; Jones et al, 1967; Lian, 1976; Ma et al, 1990). Além desse efeito do Si no solo, vários pesquisadores demonstraram que ele também está relacionado com a reacção do arroz a várias e importantes doenças, tais como a brusone, entre outras manchas foliares (Datnoff et al., 1990, 1991). A incidência de doenças é menor quando o teor de Si no tecido da planta é maior (Datnoff et al., 1991; Korndörfer et al., 1999). O Si é absorvido pelas plantas como ácido monossilícico -  $\text{Si(OH)}_4$  (Jones et al), 1967) e acredita-se que o mecanismo de resistência da planta esteja associado ao teor de Si no tecido da parede celular, tornando-a mais resistente à degradação enzimática. Segundo Balastra et al. (1989), o silício é transportado pelo xilema e as maiores quantidades são depositadas na parede celular destes vasos. A forma de deposição do silício é como sílica amorfa e hidratada ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).

Na Colômbia, a aplicação de silicato reduziu a severidade de manchas castanhas das folhas e da brusone de 26% e 53%, respectivamente, nas parcelas que não receberam silicato, para 15% quando o silicato foi aplicado (Correa *et al.*, 1996).

O mecanismo de resistência a doenças é atribuído à associação do Si com constituintes da parede celular, tornando-as menos acessíveis às enzimas de degradação. Apesar disso, existem pesquisadores que acreditam que o Si, além do efeito puramente mecânico, também teria um papel de protecção sistémica contra fungos.

O manejo das doenças tem sido feito através da utilização de cultivares resistentes ou de fungicidas. Embora estes métodos diminuam a incidência das doenças, a complexidade de raças dos patógenos causa quebra de resistência nos primeiros anos do lançamento das cultivares. Além do fungicida ser considerado insumo de alta tecnologia, que nem sempre é adequado aos pequenos produtores, é também considerado uma ameaça ao ambiente. Em consequência, outras estratégias de controlo de doenças mais sustentáveis são necessárias. O emprego da nutrição mineral como forma de aumentar a resistência das plantas às doenças é uma alternativa sustentável, pois contribui para a conservação dos solos e para a preservação da saúde humana através do menor uso de fungicidas. A adubação com fertilizantes que contém silício pode ser

uma alternativa, como demonstram os resultados das pesquisas realizadas por vários pesquisadores (Datnoff *et al.*, 1992; Kim, 1982).

## **2.5. Importância do Silício como Fertilizante**

O silício é um elemento químico natural com efeito positivo sobre o crescimento, desenvolvimento das plantas e rendimento de grãos, efeito correctivo da acidez do solo e maior disponibilidade de nutrientes no solo, redução da acumulação de elementos tóxicos, melhor nutrição das plantas, melhor qualidade das sementes, folhas mais erectas, melhor eficiência no uso da luz do sol, maior perfilhamento e maior número de grãos cheios/panícula (Datnoff *et al.*, 1991). Na cultura do arroz, o acúmulo de Si pode exceder ao de todos os macronutrientes. Estudos feitos por Júnior (2007) mostraram que o arroz absorveu mais de 500 kg de SiO<sub>2</sub> por hectare.

## **2.6. Diatomite**

### **2.6.1. Origem e distribuição**

A diatomite é uma rocha sedimentar branca formada pela acumulação de escudos altamente porosos de diatomáceas. Foi descoberto pelos gregos antigos e pelos romanos como pedra de edifício. Hoje, devido ao seu poder absorvente e com algumas propriedades químicas com peso leve é o material mais preferido como absorvente industrial, doméstico e para a agricultura (Afonso *et al*), 1998).

Em 2000, a produção mundial situou-se em 2 milhões de toneladas, tendo como principais países produtores os EUA (40%), a China (17%), o Japão (9%), a França (4%) e os países da antiga União Soviética (4%). Em Moçambique ocorre em jazidas lenticulares, intercaladas em areias das dunas interiores que se estendem ao longo da faixa costeira, desde Bela vista a Inhambane. Destes depósitos, os que merecem destaque são os da região da Manhiça, Boane, Macia, e Manjacaze (Afonso *et al*), 1998).

### **2.6.2. Características e suas propriedades**

As características da diatomite consideradas ideais como fonte de silício para fins agrícolas são: alta concentração de Si solúvel, boas propriedades físicas, facilidade para a aplicação mecanizada, pronta disponibilidade para as plantas, boa relação e quantidades de cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), baixa concentração de metais pesados e baixos custos. A diatomite extraída no país contém 85 % de SiO<sub>2</sub> e, nalguns casos, pode conter mais de 85% deste óxido metálico (Diatomite de Moçambique, 2005).

### **2.6.3. Importância da diatomite**

A diatomite é um material usado como insecticida doméstico no controlo de pragas e doenças nos cereais e como desparasitante animal. Este mineral também pode ser usado para a protecção de plantas contra pragas e doenças em culturas no campo. A diatomite é pulverizada na mistura entre pó e água na proporção de 24g/l, ou espalha-se o pó sobre o solo, na dose 20kg/ha em hortícolas. Este minério pertence à classe toxicológica III e tem como substância activa o dióxido de sílica -100% WP- (Diatomite de Moçambique, 2005)

## CAPÍTULO II

### 2. EFEITO DA DIATOMITE E DA SUA INTERAÇÃO COM FUNGICIDA NO RENDIMENTO DA CULTURA DO ARROZ

#### 2.1. Resumo

A presente pesquisa teve como objectivo avaliar o efeito da diatomite e de fungicida no rendimento do grão na cultura arroz, nas variedades Limpopo e IR 64. O ensaio foi instalado em áreas de produção de arroz pertencentes à Estação Agrária de Chokwé. O delineamento usado foi o de blocos completos casualizados, em esquema factorial, com 4 níveis de diatomite (0, 118, 257 e 590Kg/ha), 2 níveis de fungicida (0 e 125ml/ha) e 2 variedades. Neste ensaio foram avaliados o rendimento do grão, o peso de mil sementes, o número de colmos e de panículas por metro quadrado, o comprimento e a largura do grão, a altura das plantas e a severidade das manchas foliares. Por meio deste estudo verificou-se que a diatomite, isoladamente ou combinada com fungicida (folicur), teve um contributo positivo no aumento do rendimento do grão, e de algumas componentes do rendimento. Os testes de comparação de médias pelo método de Tukey e as análises de regressão mostraram que doses mais altas de diatomite e fungicidas, resultaram em rendimentos significativamente mais elevados na cultura arroz nas duas variedades.

Palavras- chave: *Oryza sativa*, diatomites, rendimento do grão do arroz, Limpopo, IR 64

## 2.2. INTRODUÇÃO

O manejo de doenças tem sido feito pela utilização de fungicidas e de variedades resistentes a doenças. Embora estes métodos diminuam a incidência das doenças, a complexidade de raças dos patógenos causa a resistência dos mesmos a fungicidas (Datnoff et al, 1991). Neste caso, é de extrema importância encontrar outras alternativas mais sustentáveis de controle de doenças. Uma alternativa pode ser melhorar a nutrição mineral das plantas para torná-las mais resistentes às doenças, através da combinação da adubação silicatada com doses mínimas de fungicidas (Datnoff, et al, 1991).

Kitani (1960) demonstrou a influência de silício e fungicidas por si só e em combinação no controle da brusone. Neste estudo o Si aplicado como silicato cálcio reduziu a severidade de brusone em 12% e, usando o fungicida, reduziu a doença em 10%. Em outros estudos feitos por Hashimoto et(al) (1976) a combinação dos produtos foi mais eficaz na redução da severidade da doença (inferior a 3%) e no peso dos grãos, o qual aumentou de 40 a 48% (Hashimoto & Hirano, 1976).

A pesquisa agronômica tem buscado amenizar os custos de produção e o impacto da agricultura no meio ambiente usando, para isso, produtos menos poluentes e de baixo custo para o agricultor. Neste sentido, o uso de Si pode-se constituir em uma alternativa importante para o manejo de pragas e doenças, com reflexos positivos para o aumento da produtividade do arroz.

Acredita-se que a adubação com Si, além de diminuir a incidência de doenças, possa, também, aumentar o rendimento do grão do arroz, com redução do consumo de pesticidas. Filho (2006) relatou que a inclusão da adubação silicatada no manejo nutricional das plantas visa a obtenção de culturas mais saudáveis, resistentes e produtivas, além de possibilitar a obtenção de alimentos com teores adequados de Si para a população.

Dada a pouca disponibilidade de literatura sobre respeito do papel do silício nas condições de campo na cultura do arroz em Moçambique, o presente trabalho avaliou o efeito de diferentes doses de silício combinado com fungicidas na produtividade do arroz e na incidência e severidade das doenças fúngicas na mesma cultura.

## 2.3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.3.1. Área de estudo

Os ensaios foram conduzidos no ano agrícola 2011/2012, na área experimental da Estação Agrária de Chókwè, província de Gaza, localizada na região Sul de Moçambique, a  $24^{\circ}31'35''$  de latitude Sul e  $33^{\circ}00'38.1'$  longitude Este (figura 1).

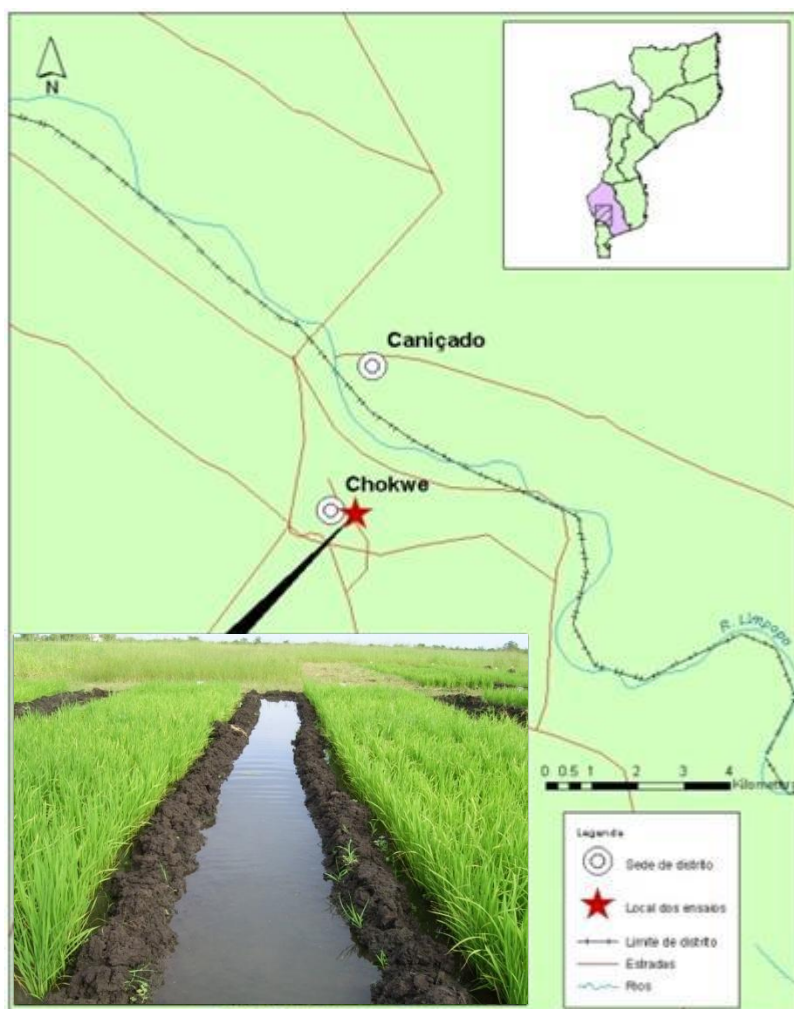


FIGURA 1: Mapa de localização dos ensaios do arroz.

#### 2.3.1.1. Distrito de Chókwè

O distrito de Chókwè está situado a Sul da província de Gaza, no curso médio do rio Limpopo, tendo como limites, a Norte, o rio Limpopo, que o separa dos distritos de Massingir, Mabalane e Guijá, a Sul o distrito de Bilene e o rio Mazimuchope, que o separa do distrito de Magude, a Este



confina com os distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste com os distritos de Magude e de Massingir e tem uma superfície de 2466 quilómetros quadrados (MAE, 2005).

Os solos de Chókwe são, na sua maioria, constituídos por formações marinhas e por terraços fluviais de boa fertilidade. São solos de textura predominantemente argilosa a franco – argilosa, pesados e impermeáveis (MAE, 2005).

O distrito de Chókwe caracteriza-se por um clima semi-árido, onde a precipitação anual varia entre 500 a 800 mm. A evapotranspiração média anual oscila entre 1400 e 1600 mm. As temperaturas médias mensais variam entre 22<sup>o</sup>C a 26<sup>o</sup>C e a humidade relativa média anual entre 60-65<sup>o</sup>C. A baixa pluviosidade, aliada às elevadas temperaturas, resulta numa acentuada deficiência de água. A irregularidade das chuvas ocasiona estiagem e secas frequentes, mesmo durante a estação das chuvas (MAE, 2005). A figura abaixo ilustra os dados de precipitação e temperaturas máximas, médias, mínimas ocorridas durante o ciclo da cultura.

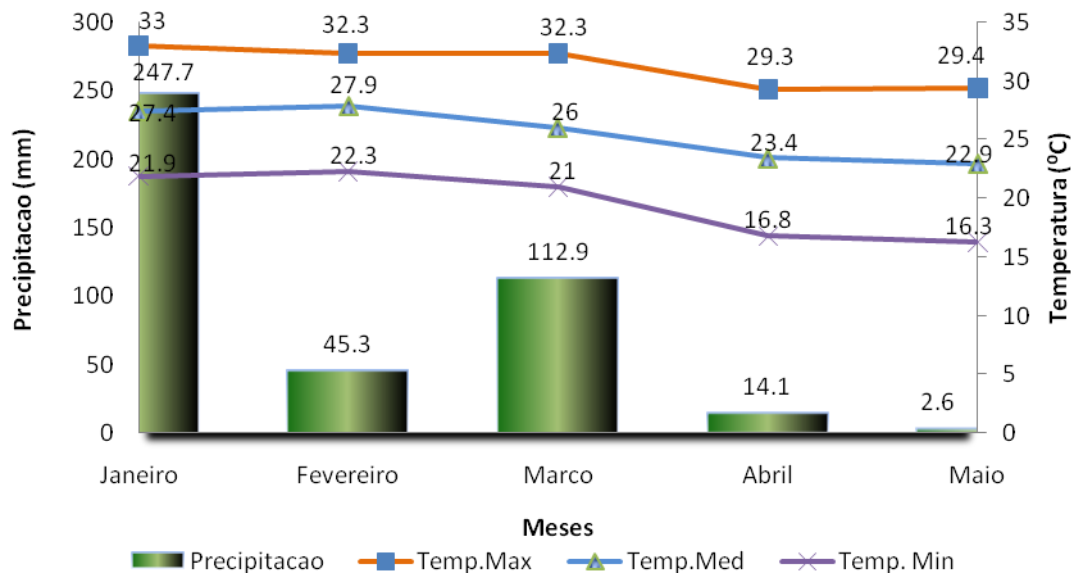


FIGURA 2: Precipitação e temperaturas mínimas, médias e máximas mensais ocorridas durante a condução do ensaio em 2012.

### **2.3.2. Descrição das variedades usadas no ensaio**

Neste ensaio foram usadas duas variedades cultivadas em Moçambique, nomeadamente, as variedades Limpopo e IR 64. A variedade Limpopo foi melhorada pela SEMOC e lançada em 1999. Possui uma altura média de 97 cm, com rendimento médio entre 3 à 7 t/ha. O peso médio de 100 grãos é de 2.5g e apresenta 50% das plantas com floração aos 99 dias e 80% das plantas com grão duro aos 125 dias após a sementeira. Esta variedade distingue-se das outras por apresentar aristas nas panículas (SEMOC, 1999)

A variedade IR 64 difere da Limpopo por possuir uma altura de, aproximadamente, 83 cm, ciclo de 140 dias, possuir panículas cujo comprimento é de 30 cm, em média, e por as respectivas espiguetas não apresentarem arista. O número de rebentos produtivos é, em média, de 442 panículas/m<sup>2</sup> e esta não é sensível ao fotoperiodismo. É recomendada para as províncias de Gaza e Inhambane (MINAG, 2001).

### **2.3.3. Descrição do Fungicida usado no ensaio**

O Folicur 200 EC é um fungicida sistémico do grupo dos triazóis com acção preventiva e curativa. A sua formulação é um concentrado emulsionável e da classe toxicológica III (ligeiramente tóxico). Contém 20% da substância activa (tebuconazol) e 70% de substâncias inertes. Este fungicida controla uma vasta gama de fungos, em particular as manchas fúngicas nas folhas e panículas e a aplicação deve ser feita no início do aparecimento dos primeiros sintomas da doença na folha e repetida 60 dias após.

## 2.3.4. CONDUÇÃO DO ENSAIO E PRÁTICAS CULTURAIS

### A) Análise do solo

Antes da instalação dos ensaios, foram colectadas, aleatoriamente, 5 amostras de solo nas camadas de 0 a 10cm e 10 a 20cm em cada área e realizadas as análises químicas do solo no laboratório do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, de acordo com tabela abaixo.

**Tabela 2: Análise laboratorial de amostras de solo**

ITEM	Amostra de solo	
	Camada (0-10 cm)	Camada (10-20 cm)
Condutividade Eléctrica (CE)	3.33	0.62
pH (H <sub>2</sub> O)	6.79	6.13
pH (KCl)	5.86	5.8
% matéria orgânica	0.69	0.76
% N	0.14	0.14
Carbono/Nitrogénio	2.86	3.15
% de areia	35.1	28.6
% de limo	27.1	27.1
% de argila	37.8	44.3
cmol/Kg (Mg)	3.33	0.62
cmol/kg (Na)	6.79	6.13
CTC- pH7	2.86	3.15

### B) Preparação do terreno e delimitação dos ensaios

Para a preparação do campo usou-se arado para revolvimento e a grade para o destorroamento e nivelamento do solo. As lavouras foram feitas em duas operações, a primeira 60 dias antes da sementeira e a segunda 30 dias antes da sementeira.

Para permitir um bom nivelamento do solo, fez-se, igualmente, uma gradagem, duas semanas antes da sementeira. Posteriormente, fez-se a delimitação da área para o ensaio composto por três blocos.

Cada bloco foi subdividido em 16 talhões de 10m<sup>2</sup> de área, com 2 e 5m de largura e comprimento, respectivamente, o que correspondeu a 160m<sup>2</sup> de área útil no bloco. Para tal, foi necessário um total de 1176.75m<sup>2</sup> de área, incluindo as áreas de separação entre os talhões, blocos e alocação de escombros, conforme o esquema do *layout* apresentado no Anexo 1.

A última operação de preparação consistiu na abertura de canais e marachas, 10 dias antes da sementeira.

### C) Delineamento experimental e modelo estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um arranjo factorial (4x2x2), sendo o factor adubação com diatomite de 4 níveis, o factor fungicida de 2 níveis e variedades também com 2 níveis e um total de 3 repetições (tabela 2.2).

**Tabela 3: Tratamentos aplicados no ensaio**

Fungicida	Variedade	Níveis de diatomite			
		D0	D1	D2	D3
F0	V1	D0F0V1	D1F0V1	D2F0V1	D3F0V1
	V2	D0F0V2	D1F0V2	D2F0V2	D3F0V2
F1	V1	D0F1V1	D1F1V1	D2F1V1	D3F1V1
	V2	D0F1V2	D1F1V2	D2F1V2	D3F1V2

D- Dosagens de diatomite ( D<sub>0</sub>= 0g/10m<sup>2</sup>; D<sub>1</sub>=118g/10m<sup>2</sup>; D<sub>2</sub>=271g/10m<sup>2</sup>; D<sub>3</sub>=590g/10m<sup>2</sup>)

F- Dosagens de fungicida (F<sub>0</sub>=0; F<sub>1</sub>= 0.025 ml/100ml de agua/10m<sup>2</sup>)

V-variedades de arroz (V<sub>1</sub>= Limpopo; V<sub>2</sub>=IR64)

### Modelo estatístico

Em função do número de factores e da sua disposição a análise estatística baseou-se no modelo abaixo. Isto significa que se fez a análise da interacção e desdobramento dos factores observados.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \delta_{ijk} + b_{ik} + e_{ijkl}$$

Y<sub>ijk</sub> - Resposta observada no bloco *i* que recebeu o nível *i* do adubo diatomite, nível *k* do fungicida *j* e variedade *k*.

μ - Média geral

$\alpha_j$  - Efeito do nível  $i$  do factor adubação com diatomite

$\beta_j$  - Efeito do nível  $j$  do factor fungicida

$\gamma_k$  - Efeito do nível  $k$  do factor variedade de arroz

$(\alpha\beta)_{ij}$  - Efeito da interacção entre os factores adubação com diatomite e fungicida

$(\alpha\gamma)_{ik}$  - Efeito da interacção entre os factores adubação com diatomite e variedade

$(\beta\gamma)_{jk}$  - Efeito da interacção entre os factores fungicida e variedade

$\delta_{ijk}$  - Efeito da interacção entre os factores adubação, fungicida e variedade

$b_{jk}$  - Efeito do bloco  $l$

$e_{ijkl}$  - Erro experimental em cada parcela

#### **D) Adubação do solo**

Em todas as parcelas do ensaio aplicou-se 100g NPK(12:24:12)/10m<sup>2</sup> como adubação de fundo, um dia antes da sementeira. Nas parcelas tratadas com a diatomite, a aplicação desta foi feita em simultâneo com a da adubação de fundo. Os talhões que foram adubados com a diatomite receberam diferentes níveis ( $D_0= 0\text{g}/10\text{m}^2$ ;  $D_1=118\text{g}/10\text{m}^2$  (118kg/ha);  $D_2=271\text{g}/10\text{m}^2$  (271kg/ha);  $D_3=590\text{g}/10\text{m}^2$  (590kg/ha)) e foram alocados de acordo com o *layout* do anexo 1.

Estas doses contêm, em média, 85% de silício e, em função das necessidades deste elemento na cultura do arroz, definiram-se as doses propostas por Datnoff (1992).

A adubação de cobertura foi feita com ureia, em duas fases, na dosagem de 100g/10m<sup>2</sup>, a primeira 39 dias após a sementeira e a segunda 81 dias depois da sementeira.

#### **E) Sementeira**

A sementeira foi directa e manual e foi realizada no dia 6 de Janeiro de 2012, tendo-se usado o correspondente a 120 Kg/ha de semente de arroz. Obedecendo-se a uma sequência por ordem de blocos, colocaram-se as sementes nas profundidades de 1,5 a 3 cm e foram cobertas com a ajuda de uma enxada.

## **F) Rega**

A primeira rega foi efectuada após a sementeira, a segunda foi feita no dia 9 de Janeiro do mesmo ano, período de emergência, e as restantes foram efectuadas em dias alternados da semana, o correspondente a, entre 3 a 4 regas semanais até a fase da maturação do grão.

## **G) Controlo de pragas, doenças e infestantes**

O ensaio foi mantido livre de infestantes, principalmente nas fases críticas da cultura, através de sachas e mondas. O controlo de pragas, em particular de pássaros (pardal-de-bico vermelho), foi feito por afugentamento de pássaros por guarda-pássaros durante 7 dias após a sementeira e da fase da formação do grão até a colheita.

As doenças, em especial as fúngicas, foram tratadas com diatomite ou fungicida (250ml/ha) e combinação destes, de acordo com o *layout* do ensaio no anexo 1. O fungicida foi aplicado após o surgimento dos primeiros sinais da doença.

## **H) Colheita**

A colheita foi feita 150 dias depois da sementeira. A colheita foi manual e usou-se foices para o corte das panículas e ensacamento das mesmas por tratamento.

### 2.3.5. VARIÁVEIS AVALIADAS

#### A) Altura de plantas

Em cada talhão foi selecionada, ao acaso, uma área de um metro quadrado, sem incluir duas linhas da margem de cada talhão, e mediu-se a altura de 10 plantas existentes nesta área. A altura foi medida com o auxílio de uma fita métrica, da superfície do solo à última espiguetta da panícula mais alta.

#### B) Rendimento do grão

Os grãos obtidos após a colheita de cada parcela (10 m<sup>2</sup>) foram pesados e a produção de cada parcela foi expressa em kg/ha, após a correção da humidade para 13%. A humidade do grão foi medida pelo medidor universal de humidade, onde se alocou 5 amostras do grão do arroz de cada parcela. A equação usada para a correção da humidade (Teplizky *et al.*, 2011) encontra-se a seguir apresentada.

$$\text{Rend (t/ha)} = \text{PB} - [\text{PB} \times (\% \text{hA} - 13\%) / 87]$$

Onde:

**Rend:** é o rendimento obtido na área útil de cada parcela corrigindo-se a humidade do grão para 13%;

**PB:** é o peso bruto do grão obtido na área útil de cada parcela;

**hA:** é a percentagem de humidade da amostra obtida na área útil de cada parcela.

Os componentes de rendimento de grãos obtidos foram:

#### C) Número de colmos

Com a finalidade de verificar o afilamento nos tratamentos, foram contados os colmos em um metro quadrado de cada parcela e área útil usando-se uma quadrícula de madeira de 1m x 1m (Santos *et al.*, 2002).

#### **D) Número de panículas**

Para a avaliação desta variável, contou-se o número de panículas contidas em um metro quadrado da área útil de cada parcela usando-se uma quadrícula de madeira de 1m x 1m (Santos *et al.*, 2002).

#### **E) Peso de 1000 grãos**

O peso de mil grãos foi obtido pela contagem de mil grãos na área útil de cada parcela e estes foram pesados na balança electrónica, com uma precisão de 0.001. Os grãos foram seleccionados de forma aleatória até perfazerem uma amostra de mil grãos para cada tratamento (Dhammu *et al.*, 1994).

#### **F) Comprimento e largura dos grãos**

O comprimento e largura dos grãos foi medido com a ajuda do paquímetro e, para tal, foram seleccionados, aleatoriamente, dez (10) dos mil grãos seleccionados anteriormente para a pesagem.

### **2.3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS**

Para a análise estatística, os dados de campo foram digitalizados no programa MS EXCEL 2007 e, de seguida, exportados para o pacote estatístico GenStat IV. Antes da análise de variância (ANOVA) de cada variável, foram verificados os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett).

A comparação de médias entre os tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente para as variáveis em que o teste de Fisher ( $\alpha=0.05$ ) apresentou variâncias significativas. Neste ensaio fez-se a comparação parcial dos factores e da interacção entre os factores observados no ensaio.



## 2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A) Rendimento do grão

Os resultados da análise de variância mostraram diferenças significativas pelo teste F a nível de significância de 0.05 para o rendimento nas diferentes doses de diatomite e fungicida e entre as variedades. Verificou-se, também, interacção significativa entres os factores *diatomite x fungicida* e *diatomite x variedade*. Mas, a interacção não significativa foi observada nas interacções entre os factores *fungicida x variedade* e os factores *diatomite x fungicida x variedade* (anexo 3).

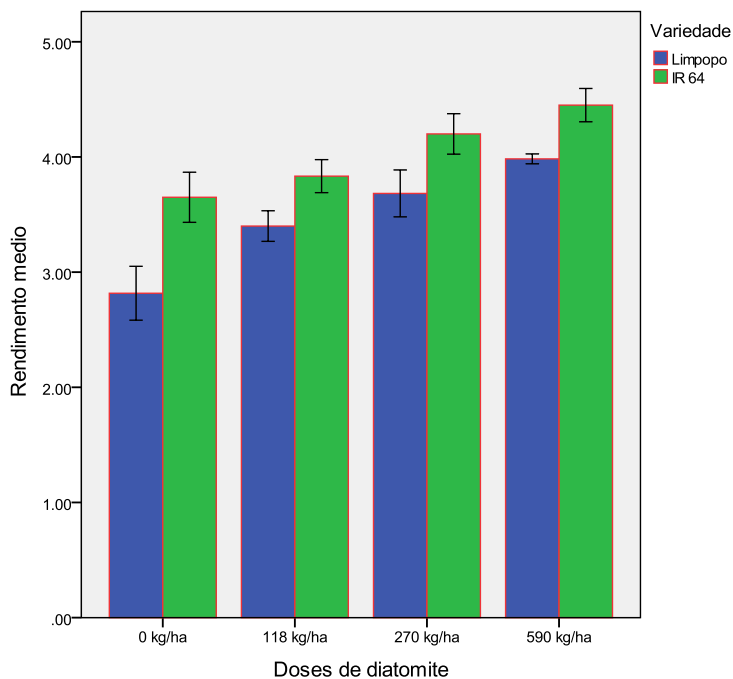
O teste de Tukey mostrou haver diferenças entre as médias dos rendimentos de grão nos tratamentos, em todas as doses de diatomite, ou seja, a adubação a níveis mais altos de diatomite incrementou, de forma significativa, o rendimento de grão por hectare (tabela 4). Provavelmente, o efeito do silício sobre a produção não se resume ao seu efeito no controlo de doenças. Entretanto, a dupla camada de sílica na epiderme das folhas mantém as mesmas erectas, promovendo maior absorção da radiação solar e, conseqüentemente, maior eficiência fotossintética (Takahashi, 1996). De acordo com Agarie et al. (1982) a maior actividade fotossintética proporcionada pela adubação com Si pode ser uma das razões para o aumento da produção de grãos e matéria seca.

No segundo factor em estudo (fungicida), verificou-se que os talhões tratados com fungicida (Folicur) registaram rendimentos altos com a média de 3.87 t/ha e os talhões não tratados com fungicida com rendimento médio de 3.64t/ha (tabela 4). Este resultado demonstra que para além dos fungos afectarem a qualidade do grão, reduzem, significativamente, o seu peso e, conseqüentemente, o rendimento por hectare. Resultados similares foram verificados por Silva et al. (2003), o qual observou que a redução na severidade das doenças com a aplicação de fungicidas, era acompanhada por um incremento da produtividade em cerca de 21,42%, em relação aos tratamentos sem fungicida.

Em relação às duas variedades, constataram-se, também, e diferenças entre as médias dos rendimentos obtidos no ensaio, como se pode observar na figura 3. Estas diferenças estão ligadas

às características varietais das mesmas, pois, estudos feitos pelo IIAM mostram que a variedade IR 64 é mais produtiva que a variedade Limpopo nas mesmas condições de campo (MINAG, 2011).

Entre as interações *Diat\*Fung* e *Diat\*Var* que apresentaram variâncias significativas para a variável rendimento, a comparação de médias mostrou haver diferenças significativas entre as médias de alguns tratamentos (Tabela 5). Na interação *Diat\*Fung*, os rendimentos mais altos (4.08t/ha do grão do arroz), foram observados nos tratamentos com doses de 270Kg/ha de diatomite, onde se aplicou o fungicida, e em todos os tratamentos que receberam 590Kg/ha de diatomite. Na interação *Diat\*Var* diferenças foram observadas diferenças significativas de rendimento entre as variedades nos tratamentos que não receberam diatomite e nos tratamentos que receberam o nível mais alto de diatomite (tabela 5).



**FIGURA 3: Rendimento do grão de arroz em diferentes doses de diatomite**

## **B) Peso de mil grãos**

Para a variável peso de 1000 grãos ( $P_{1000}$ ) também foram constatadas diferenças significativas pelo teste F a nível de significância de 0.05, nos factores diatomite, fungicida e variedade, porém, as suas interacções não foram significativas (anexo 4). Este facto demonstra que a combinação dos factores não influenciou a variação do peso do grão.

Para os factores diatomite e fungicida em doses mais altas, o peso médio de 1000 grãos aumentou de forma significativa. A diatomite, mesmo na sua dose mais baixa ( $D1=118\text{Kg/ha}$ ), teve um contributo positivo no aumento do peso médio de 25.20g (sem aplicação de diatomite) para 25.87g (tabela 4). As razões para este facto são as mesmas evidenciadas para o rendimento do grão em que, de modo semelhante, a camada de sílica nas folhas promove maior actividade fotossintética e maior concentração de carboidratos no grão formado. A aplicação do fungicida também teve efeito positivo no aumento do peso médio do grão de 25.83g (sem aplicação do fungicida) para 26.21g. As variedades também expressaram diferenças entre os pesos médios de 1000 grãos como se pode observar na tabela 4.

## **C) Número de panículas e número de colmos por metro quadrado**

A ANOVA, para a variável número de panículas/ $\text{m}^2$  pelo teste F a nível de significância de 0.05, não apresentou diferenças significativas em todos os factores avaliados, bem como nas suas interacções, ou seja os diferentes tratamentos aplicados no ensaio não influenciaram a variação do número de panículas/ $\text{m}^2$  (Anexo 5).

Em relação ao número de colmos/ $\text{m}^2$  observaram-se variâncias significativas somente para os factores diatomite e variedade (anexo 6). O número médio de colmos foi diferente entre as variedades, sendo a variedade Limpopo com 420 colmos e IR64 com 438 colmos (tabela 4). Estas diferenças estão relacionadas com as características genotípicas e fenotípicas que cada variedade possui, pois, de acordo com estudos feitos pela SEMOC, a variedade IR 64 apresenta maior número médio de colmos por  $\text{m}^2$  (442 colmos/ $\text{m}^2$ ) em relação à variedade Limpopo (418 colmos/ $\text{m}^2$ ).

Por outro lado, o número médio de colmos aumentou significativamente em função do aumento das doses de diatomite. Este facto pode-se explicar pela maior absorção de silício disponível no

solo, permitindo uma maior actividade fotossintética que, por sua vez, garante uma maior energia para o afilhamento do arroz.

#### D) Altura das plantas, comprimento e largura do grão

Em relação à altura das plantas e largura das sementes, foram observadas variâncias significativas para os factores diatomite e variedade (anexo 7 e 9) e, em relação ao comprimento, foi observada variância significativa somente para o factor diatomite (anexo 8).

De um modo geral, o teste de comparação de médias mostrou que os factores diatomite, fungicida e variedade não tiveram influência significativa sobre o comprimento e largura do grão (tabela 6), com excepção da altura das plantas que tiveram diferenças significativas entre as médias nos diferentes níveis de diatomite e entre as variedades (tabela 4).

**Tabela 4: Rendimento de grãos, altura, peso de 1000 sementes, n° de colmos/m<sup>2</sup>, n° de panículas/m<sup>2</sup>, nas diferentes doses de diatomite, fungicida e variedades do arroz**

<b>Factores</b>	<b>Rendimento (t/ha)</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Peso de 1000 grãos (g)</b>	<b>N° colmos/m<sup>2</sup></b>	<b>N° de panículas/m<sup>2</sup></b>
<b>Diatomite</b>					
0 Kg/ha	3.23a	86.38a	25.20a	398.40a	341.00a
118 Kg/ha	3.61b	86.90ab	25.87b	416.80b	346.90a
270 Kg/ha	3.94c	87.75bc	26.22b	435.70cd	368.20a
590 Kg/ha	4.22d	88.46c	26.79c	465.50d	368.80a
<b>Fungicida</b>					
0 ml/ha	3.64a	87.20a	25.83a	425.80a	356.00a
250 ml/ha	3.87b	87.55a	26.21b	432.30a	356.50a
<b>Variedades</b>					
Limpopo	3.47a	95.54a	25.81a	420.10a	343.50a
IR64	4.03b	79.21b	26.24b	438.00b	369.00a
CV(%)	2.6	3.0	2.3	3.7	11.5

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna para cada tratamento (diatomite, fungicida e variedades) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5: Média de rendimento de grãos (t/ha)**

<b>Interações entre os factores</b>	<b>Rend (t/ha)</b>
<b>Diat*Fung</b>	
D0*F0	3.07a
D0*F1	3.40b
D1*F0	3.52b
D1*F1	3.72c
D2*F0	3.80c
D2*F1	4.08d
D3*F0	4.17d
D3*F1	4.27d
<b>Diat*Var</b>	
D0*V0	2.82 <sup>a</sup>
D0*V1	3.40b
D1*V0	3.65c
D1*V1	3.68c
D2*V0	3.83cd
D2*V1	3.98d
D3*V0	4.20e
D3*V1	4.45f

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna para cada interação não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6: : Comprimento e largura do grão (mm) em diferentes doses de diatomite e de fungicida e variedades de arroz**

Factores	Comprimento de grão (mm)	Largura de grão (mm)
<b>Diatomite (Kg/ha)</b>		
0	9.16a	2.56a
118	9.16a	2.56a
270	9.16a	2.56a
590	9.16a	2.56a
<b>Fungicida (ml/ha)</b>		
0	9.16a	2.56a
250	9.16a	2.56a
<b>Variedades</b>		
Limpopo	9.16a	2.56a
IR64	9.16a	2.56a
CV (%)	0.1	0.3

#### 2.4.1.1. Relação entre rendimento do grão e factores estudados

Para analisar o relacionamento entre o rendimento e os diferentes factores tais como diatomite e fungicida, determinou-se a correlação de Pearson e a regressão múltipla linear. Pelos resultados obtidos, verificou-se haver uma correlação positiva forte e regressão significativas entre o rendimento e os factores, demonstrando haver uma associação entre as variáveis acima referenciadas (anexo 10).

A relação entre os factores (diatomite e fungicida) e o rendimento do grão é explicado pelas equações de regressão linear múltipla a seguir apresentadas, e em função do modelo, o valor de regressão ( $R^2 = 0.91$  e  $R^2=0.90$ ,  $p<0.05$ ), indicam que 91 e 90% das variações do rendimento do grão entre os tratamentos são influenciadas pelas aplicações de diatomite e fungicida nas variedade Limpopo e IR 64 respectivamente.

Variedade Limpopo:  $Rend_{(t)} = 2.19 + 0.38Diat_{(kg)} + 0.23Fung_{(ml)}$  com  $R_{square\ Adjust} = 0.91$  ( $r=0.95$ )

Dominio: Diat [0;590Kg/ha] e Fung [0;250ml/ha] (1.1)

Variedade IR64:  $Rend_{(t)} = 2.99 + 0.28Diat_{(kg)} + 0.23Fung_{(ml)}$  com  $R_{square\ Adjust} = 0.90$  ( $r=0.94$ )

Dominio: Diat [0;590Kg/ha] e Fung [0;250ml/ha] (1.2)

## **2.5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **2.5.1. CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos podem-se tirar as seguintes conclusões:

- ◆ Doses crescentes de diatomite resultaram no aumento do rendimento do grão e das componentes do rendimento, com exceção do número de panículas;
- ◆ A combinação de diatomite com fungicida tenderam a produzir maior efeito no aumento do rendimento do grão

### **2.5.2. RECOMENDAÇÕES**

- ◆ Como recomendação, sugere-se que:Sejam feitos estudos similares em condições de outros tipos de solos e em condição de sequeiro, pois estas condições constituem a maior abrangência das zonas agro-ecológicas de grande produção do arroz em Moçambique;
- ◆ Se façam estudos do papel de diatomite combinado com outros fungicidas para o controlo de doenças fúngicas;
- ◆ Sejam feitos estudos do período e dose ideais, em função do número de aplicações no ciclo da cultura no rendimento do grão de arroz;

## CAPÍTULO III

### 3. EFEITO DO DIATOMITE E DA SUA INTERACÇÃO COM A UREIA NO RENDIMENTO DA CULTURA DO ARROZ

#### 3.1. Resumo

Para a realização desta pesquisa instalou-se um ensaio usando-se a variedade ITA 312 em delineamento de blocos casualizados em esquema factorial, com a finalidade de avaliar o efeito da diatomite e da sua interacção no rendimento da cultura do arroz. Os tratamentos consistiram na combinação de doses de diatomite (0, 118, 257Kg/ha) e de ureia (100, 200 e 300Kg/ha). As variáveis avaliadas foram as seguintes: rendimento do grão, peso de mil sementes, número de colmos e de panículas por metro quadrado, comprimento e largura do grão, altura das plantas e severidade das manchas foliares. Os resultados desta pesquisa evidenciaram que a diatomite, aplicada isoladamente e combinada com a ureia, aumentaram o rendimento do grão e de outras variáveis mencionadas acima. O teste de médias mostrou que doses mais altas de diatomite em tratamentos adubados com 200Kg/ha e 300kg/ha de ureia tiveram melhores rendimentos na cultura arroz. Mesmo em tratamentos com doses mais altas de diatomite, verificou-se que, em adubações de cobertura abaixo de 200Kg/ha, o rendimento na cultura do arroz foi, relativamente, alto que em doses mais baixas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, diatomites, ureia, rendimento do grão, manchas foliares, ITA 312



### 3.2. INTRODUÇÃO

A utilização de elementos químicos considerados benéficos às culturas tem-se tornado uma prática comum entre os agricultores. O nitrogênio é um nutriente essencial, durante o ciclo vegetativo da cultura do arroz, pois este, promove o crescimento e perfilhamento, que por sua vez determina o número de panículas do arroz por unidade de área (Osuna *et al.*, (1991)).

Dentre os benefícios proporcionados pelo silício, pode-se destacar o aumento da absorção de cálcio e magnésio, da produtividade das culturas e redução de incidência de doenças, principalmente as fúngicas (Datnoff, 1991; Marschner (1986)). Neste caso, a combinação de adubação silicatada com doses correctas de nitrogénio pode favorecer o alcance de bons resultados.

O silício não é considerado dentro do grupo de nutrientes como essencial para o crescimento da planta, mas a sua absorção traz vários benefícios, especialmente de arroz, tais como o aumento da espessura da parede celular abaixo da cutícula que confere resistência mecânica à penetração de fungos, diminuição da transpiração, melhor exposição das folhas á radiação solar, reduzindo assim, a necessidade de altas doses de nitrogênio (Epstein, 1994).

Em termos de componentes de rendimento, o silício aumentou o número de espigas por panícula e o peso de grãos. Em relação ao número de panículas, resultados encontrados na literatura são contraditórios: Datnoff *et al.*, (1992) observou aumentos significativos para esta característica, enquanto Ma *et al.* (1990) não observou aumentos significativos.

Desta forma, no presente trabalho avaliou-se o efeito de diferentes doses de diatomite como fonte de silício associado a diferentes doses de nitrogénio na produtividade da cultura e na incidência e severidade de doenças no arroz

### **3.3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.3.1. Área de estudo**

O ensaio foi conduzido no ano agrícola 2011/2012, em área experimental da Estação Agrária de Chókwè, localizada na região sul de Moçambique. Este ensaio distava a menos de 3 metros do ensaio anterior e foi realizado sob as mesmas condições edofo-climáticas do mesmo.

#### **3.3.2. Variedade usada**

A variedade ITA 312 é originária da Nigéria e foi melhorada e introduzida em Moçambique pelo IIAM. Possui uma boa habilidade para o afilhamento, é resistente à acama e desgrana. A sua altura média é de cerca de 87 cm. Tem uma panícula compacta, com um comprimento de cerca de 24 cm e não apresenta arista (MINAG, 2001).

O número de rebentos produtivos é, em média, de 455 panículas/m<sup>2</sup>. O número de dias desde a emergência até ao momento em que 80% dos grãos estão maduros é de, aproximadamente, 142 dias. Adapta-se melhor ao cultivo em sequeiro, terras baixas e irrigadas. O peso de 100 grãos é de 2.8 g e apresenta um rendimento médio de 6 t/ha. Esta variedade é recomendada para as províncias da região sul, Sofala e zambézia no centro de Moçambique (MINAG, 2001).

#### **3.3.3. CONDUÇÃO DO ENSAIO E PRÁTICAS CULTURAIS**

##### **B) Preparação do terreno e delimitação dos ensaios**

Para a preparação do campo usou-se arado de disco, para o revolvimento, e grade para o destoroamento e nivelamento do solo. As lavouras foram feitas em duas operações, a primeira, 30 dias antes da sementeira e a segunda, 15 dias antes da sementeira.

Para permitir um bom nivelamento do solo, fez-se, igualmente, uma gradagem, duas semanas antes da sementeira. Posteriormente fez-se a delimitação da área do ensaio em três blocos.

Cada bloco foi subdividido em 9 talhões de 10m<sup>2</sup> de área com 2 e 5m de largura e comprimento, respectivamente, cobrindo uma área de 270 m<sup>2</sup> por cada bloco (anexo 2). Para tal, foi necessário um

total de 905m<sup>2</sup> de área, incluindo as áreas de separação entre os talhões, blocos e arrumação de escombros, conforme o esquema do *layout* apresentado no anexo 2. A última operação de preparação consistiu na abertura de canais e marachas, 10 dias antes da sementeira.

### C) Delineamento experimental e o modelo estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um arranjo factorial (3x3), sendo o primeiro factor a adubação com diatomite em 3 níveis e o segundo, a adubação de cobertura com ureia em 3 níveis replicados 3 vezes (tabela 7).

**Tabela 7: Tratamentos aplicados no ensaio**

Níveis de Ureia	Níveis de diatomites		
	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
U <sub>0</sub>	D <sub>0</sub> U <sub>0</sub>	D <sub>1</sub> U <sub>0</sub>	D <sub>2</sub> U <sub>0</sub>
U <sub>1</sub>	D <sub>0</sub> U <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> U <sub>1</sub>
U <sub>2</sub>	D <sub>0</sub> U <sub>2</sub>	D <sub>1</sub> U <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> U <sub>2</sub>

D- Dosagens de diatomite ( D<sub>0</sub>= 0g/10m<sup>2</sup>; D<sub>1</sub>=118g/10m<sup>2</sup>; D<sub>2</sub>=271g/10m<sup>2</sup>)

U- Dosagens de ureia (U<sub>0</sub>=100g/10m<sup>2</sup>; U<sub>1</sub>= 200g/10m<sup>2</sup>; U<sub>2</sub>=300g/10m<sup>2</sup>)

### Modelo estatístico

Em função do número de factores e da sua disposição, a análise estatística baseou-se no modelo abaixo:

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + Y_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$\mu$  - Média geral

$\alpha_i$  - Efeito do nível *i* do factor adubação com diatomite

$\beta_j$  - Efeito do nível *j* do factor adubação com ureia (adubação de cobertura)

$Y_{ij}$  - Efeito da interacção entre os factores adubação com diatomite e adubação com ureia

$\epsilon_{ijk}$  – Efeito experimental em cada parcela

#### **D) Adubação do solo**

Em todas as parcelas do ensaio fez-se a adubação de fundo com 100g NPK/10m<sup>2</sup> (12;24;12), um dia antes da sementeira. Nas parcelas tratadas com a diatomite, a aplicação desta foi feita em simultâneo com a da adubação de fundo. Os talhões que foram adubados com a diatomite receberam diferentes níveis (D<sub>0</sub>= 0g/10m<sup>2</sup>; D<sub>1</sub>=118g/10m<sup>2</sup> (118kg/ha); D<sub>2</sub>=271g/10m<sup>2</sup> (271kg/ha) e foram alocados de acordo com o *layout* do anexo 2. Neste ensaio, a adubação de cobertura foi feita usando-se a ureia em três níveis, respectivamente: 100g/10m<sup>2</sup> (100kg/ha), 200g/10m<sup>2</sup> (200Kg/ha) e 300g/10m<sup>2</sup> (300Kg/ha) obedecendo ao esquema do *layout* no anexo 2.

#### **E) Sementeira**

A sementeira foi directa, ao longo das linhas demarcadas com 25cm de separação entre elas a uma taxa de 120g/10m<sup>2</sup> (120Kg/ha) e profundidade de 1,5 a 3 cm. A sementeira foi manual, com uso de enxada, obedecendo-se a uma sequência por ordem de blocos e, logo a seguir, fez-se a colocação das sementes, coberta com solo.

#### **F) Rega**

A primeira rega foi efectuada após a sementeira, a segunda, um dia após a emergência, e as restantes foram efectuadas em dias alternados da semana, o correspondente a 2 ou 3 regas semanais até à fase da maturação do grão, seguindo-se o mesmo regime das práticas de rega usados pelos camponeses do distrito de Chókwe .

#### **G) Controlo de pragas, doenças e infestantes**

Os ensaios foram mantidos livres de infestantes, principalmente nas fases de emergência e da iniciação das panículas e enchimento do grão, através de sachas e mondas. O controlo de pragas, em particular de pássaros, (pardal-de-bico vermelho) foi feito por afugentamento de pássaros por guarda- pássaros, durante 7 dias, após a sementeira e na segunda fase, desde a formação do grão até ao dia da colheita.

As doenças, em especial as fúngicas, foram tratadas somente com diatomite em forma de adubo, de acordo com o *layout* do ensaio em anexo.

## **H) Colheita**

A colheita foi feita 160 dias depois da sementeira. A colheita foi manual e usaram-se foices para o corte dos colmos, bem próximo da base das panículas e ensacamento das mesmas. Posteriormente, procedeu-se à debulha manual fazendo-se embate físico com ajuda de estacas sobre os sacos até permitir que houvesse grãos soltos de arroz.

### **3.3.4. VARIÁVEIS AVALIADAS**

As variáveis avaliadas neste ensaio foram as mesmas usadas no primeiro ensaio e seguiram os mesmos procedimentos e períodos de avaliação descritas no capítulo II (pag. 23-25) conforme são apresentados:

- A) Incidências de doenças
- B) Altura de plantas
- C) Rendimento de grão
- D) Comprimento e largura dos grãos
- E) Número de panículas
- F) Peso de 1000 grãos
- G) Número de colmos

### **3.3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS**

Para a análise estatística, os dados de campo foram digitalizados no programa MS EXCEL 2007 e, de seguida, exportados para o pacote estatístico GenStat IV. Antes da análise de variância (ANOVA) de cada variável, foram verificados os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett). A comparação de médias entre os tratamentos foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente para as variáveis em que o teste de Fisher ( $\alpha=0.05$ ) apresentou variâncias significativas.

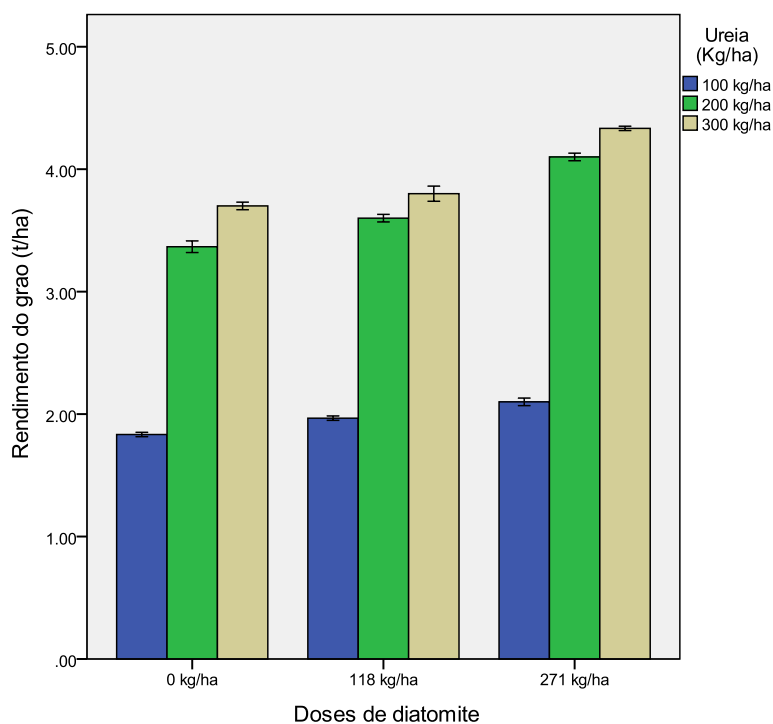
A análise de dados teve em conta o desdobramento dos factores e a interacção entre os factores.

### 3.4. RESULTADOS

#### A) Rendimento do grão

Os resultados da análise da variância mostraram a existência de variâncias significativas pelo teste *F* a nível de significância de 0.05 para os factores diatomite e ureia e para as suas interacções (anexo 11). O teste de Tukey para comparação de médias mostrou diferenças significativas em todas as doses de diatomite apresentadas na tabela 8. Neste ensaio, as diferenças entre as médias dos tratamentos com diatomite foram mais evidentes que no ensaio anterior. Isto pode estar ligado à forte influência da adubação nitrogenada que promove o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da cultura (Malavolta et al., 1989; Marschner, 1995).

A adubação de cobertura com a ureia teve, também, um contributo positivo no aumento do rendimento do grão por hectare em todas as doses de ureia. Todavia, de uma forma geral, o rendimento respondeu de modo mais acentuado no nível de dosagem de 200 Kg/ha, facto que demonstra que a dose mais elevada de ureia não tem um grande contributo no aumento da produção do arroz (figura 4). O rendimento médio do grão variou de 1,967 kg/ha para 3,69 kg/ha após adubação com 200 kg/ha de ureia e de 3,688 kg/ha para 3,944 kg/ha após adubação com 300 kg/ha, o que indica que o maior aumento do rendimento se manifestou na adubação de 200 kg/ha, variação= 1,722kg/ha, (tabela 8). O efeito das interacções sobre o rendimento, cujo aumento do rendimento foi directamente proporcional ao incremento do adubo aplicado, foi evidente (tabela 9).



**FIGURA 4: Rendimento médio do grão em diferentes doses de diatomite e ureia**

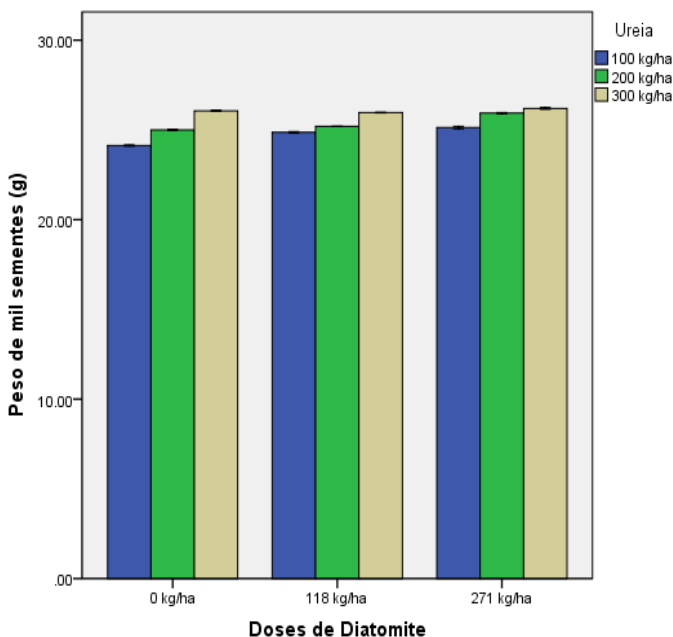
### Peso de 1000 sementes

Em relação ao peso de 1000 grãos, variâncias significativas foram observadas para os factores diatomite e ureia e na interacção dos mesmos factores (anexo 12).

Os resultados do teste de médias mostraram que o peso de 1000 grãos foi influenciado pela diatomite e ureia e que a elevação das doses destes factores foi acompanhada pelo aumento significativo do peso de 1000 grãos (tabela 8). Este fenómeno foi observado na variável rendimento. Alguns investigadores como Datnoff (1992) e Kim (1982) constataram, também, que a disponibilidade e a dose destes factores contribuem para a acumulação do amido no grão do arroz.

O teste de Tukey para as interacções apresentadas na tabela 9 e o gráfico 3.3 ilustram que a diatomite combinada com a ureia nas doses mais elevadas tiveram um efeito positivo no aumento do peso de 1000 grãos. Todavia, em todas as parcelas, a variação não foi superior a 1g (figura 5). Em todos os tratamentos nos quais não se fez a aplicação da diatomite, os pesos médios do grão

não foram superiores a 25g, o que sustenta que a interacção entre este produto e a ureia não é antagónico.



**FIGURA 5: Peso médio de mil grãos em diferentes doses de diatomite e ureia**

### Número de panículas e número de colmos

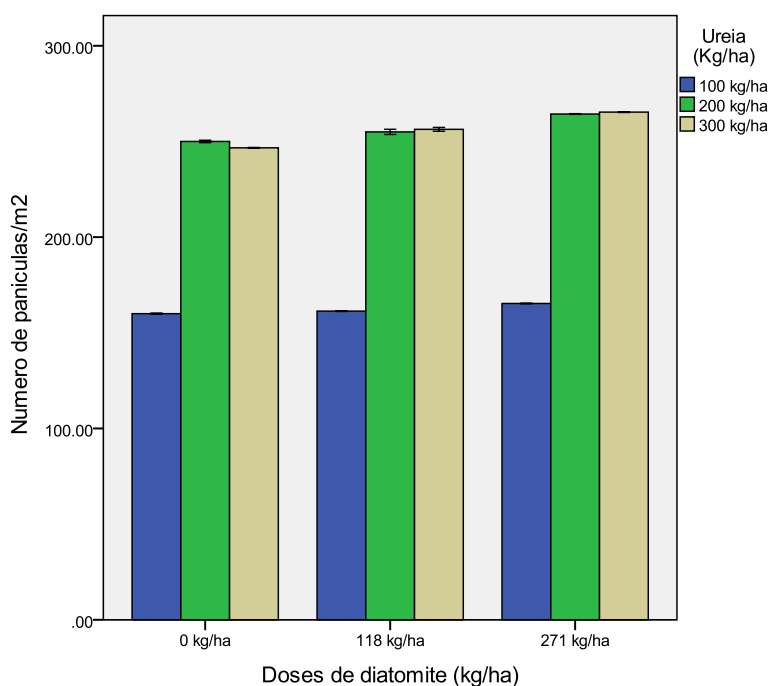
Os resultados da análise da variância mostraram diferenças significativas pelo teste F a nível de significância de 0.05 para o número de colmos e panículas nas diferentes doses de diatomite e de adubação de cobertura com a ureia. Contudo, foi detectada uma diferença significativa para a interacção destes factores, somente para o número de panículas (anexo 13 e 14)

De acordo com o teste de comparação de médias de Tukey, o número médio de panículas e de colmos foi diferente em cada nível de diatomite e as médias dos mesmos evoluíram em função da elevação das doses de diatomite (tabela 8). Para o factor ureia observou-se uma diferença significativa entre os números médios de panículas e colmos, as quais foram evidenciadas nas doses de 100Kg/ha (162.2 panículas e 176.20 colmos) e 200Kg/ha de ureia (256.1 panículas e 266.60 colmos). No nível de 300Kg/ha de adubação as médias do número de panículas (256.4) e



de colmos (266.70) não apresentaram diferenças significativas com as obtidas na dose de 200Kg/ha de ureia.

As interações também foram determinantes na variação do número de panículas. E, de modo geral, os tratamentos que receberam a diatomite e a ureia tenderam a ter o número de panículas superiores a 250 panículas/m<sup>2</sup>, especialmente nas doses mais altas de cada um dos factores (tabela 9).



**FIGURA 6: Número médio de panículas em diferentes doses de diatomite e ureia**

### Altura de plantas, comprimento e largura do grão

Os resultados da análise da variância mostraram diferenças significativas pelo teste F a nível de significância de 0.05 para a altura das plantas, comprimento e largura do grão nas diferentes doses de diatomite e de adubação de cobertura com a ureia. Porém, a ANOVA não foi significativa em ambas variáveis, nas interações entre diatomite e ureia (anexo 15, 16 e 17).

De acordo com a tabela 8, a altura do arroz foi, substancialmente, influenciada pela ureia e, ligeiramente, pela diatomite, pois o teste de Tukey mostrou haver diferenças entre as médias da

altura nos três níveis de adubação de cobertura e, para a diatomite, as diferenças das alturas médias foram observadas nos tratamentos sem aplicação de diatomite (85.41cm) e nos tratamentos com nível mais alto de diatomite (86.16 cm).

O comprimento e a largura do grão também foram influenciados pelos factores estudados neste ensaio. O teste de médias apresentado na tabela 10, mostram, claramente, que acréscimos de doses de diatomite no intervalo de 118 a 270 kg/ha aumentaram significativamente o comprimento do grão, embora não tenha tido influência significativa sobre a variação da largura do grão. A ureia também teve influência no desenvolvimento do grão, tanto em comprimento como em largura e, para os dois parâmetros, diferenças significativas de médias foram evidentes entre as doses de 100kg/ha (9.37 de comprimento e 2.64 de largura) e 300Kg/ha de ureia (9.46 de comprimento e 2.66 de largura). Contudo, na prática, o grau de variação do comprimento e da largura do grão pode ser menosprezado.

**Tabela 8: Média de rendimento de grãos, altura, peso de 1000 grãos, no de colmos/m<sup>2</sup>, n° de panículas/m<sup>2</sup>, nas diferentes doses de diatomite e de ureia**

Factores	Rendimento (t/ha)	Altura de planta (cm)	Peso de 1000 grãos (g)	N° colmos/m <sup>2</sup>	N° de panículas/m <sup>2</sup>
<b>Diatomite (Kg/ha)</b>					
0	2.97a	85.41a	25.07a	229.80a	218.90a
118	3.12b	85.78ab	25.34b	235.90b	224.20b
270	3.51c	86.16b	25.76c	243.80c	231.70c
<b>Ureia (Kg/ha)</b>					
100	1.97a	84.53a	24.71a	176.20a	162.2a
200	3.69b	85.95b	25.38b	266.60b	256.1b
300	3.94c	86.86c	26.08c	266.70b	256.4b
CV(%)	3.6	1.5	0.5	0.8	0.8

Tabela 9: Média de rendimento de grãos, altura, Peso de 1000 grãos, no de colmos/m<sup>2</sup>, no de panículas/m<sup>2</sup>, nas interações entre diatomite e ureia.

<b>Interações entre factores</b>	<b>Rendimento (t/ha)</b>	<b>Altura da planta (cm)</b>	<b>Peso de 1000 grãos (g)</b>	<b>Nº de colmos/m<sup>2</sup></b>	<b>Nº de panículas/m<sup>2</sup></b>
<b>Diat*Ureia</b>					
D0*U0	1.83a	NS	24.13a	NS	160.00a
D0*U1	1.97a	NS	24.87b	NS	161.30a
D0*U2	2.10a	NS	25.00b	NS	165.30a
D1*U0	3.37b	NS	25.13b	NS	246.70b
D1*U1	3.60bc	NS	25.20b	NS	250.00bc
D1*U2	3.70c	NS	25.93c	NS	255.00cd
D2*U0	3.80cd	NS	25.97c	NS	256.30d
D2*U1	4.10de	NS	26.07c	NS	264.30e
D2*U2	4.33e	NS	26.20c	NS	265.30e
CV(%)	3.6	1.5	0.5	0.8	0.8

Tabela 10: Média de comprimento e largura do grão, observados em diferentes doses de diatomite e de ureia.

<b>Factores</b>	<b>Comprimento do grão (mm)</b>	<b>Largura do grão (mm)</b>
<b>Diatomite (Kg/ha)</b>		
0	9.38a	2.65a
118	9.40a	2.65a
270	9.42b	2.65a
<b>Ureia (Kg/ha)</b>		
100	9.37a	2.64a
200	9.38a	2.65b
300	9.46b	2.66c
CV(%)	0.8	0.5

### 3.4.1. Relação entre rendimento do grão e factores estudados

Para analisar o relacionamento entre o rendimento e os factores diatomite e ureia, determinou-se a correlação de Pearson e a regressão múltipla linear. Com base nos resultados obtidos, verificou-se a existência de uma correlação forte e positiva e regressão significativa entre o rendimento e os factores (anexo 18).

A relação entre os factores (diatomite e ureia) e o rendimento do grão é explicada pela seguinte equação de regressão linear múltipla, e em função do modelo, o valor de regressão ( $R^2 = 0.82$ ,  $p < 0.05$ ), indica que 82% das variações do rendimento do grão entre os tratamentos são influenciadas pelas aplicações de diatomite (0 a 270kg/ha) e adubação de cobertura com a ureia, no intervalo de 100 a 300kg/ha.

$$Rend_{(t)} = 0.678 + 0.989Ureia + 0.272Diat \quad R_{Square\ Adjust} = 0.82 \quad r = 0.913 \quad (2)$$

### 3.4.2. Relação entre peso de mil sementes e factores estudados

Com base na correlação de Pearson e na regressão múltipla linear constatou-se que havia uma correlação positiva forte e regressão significativa entre o peso de mil grãos e os factores diatomite e ureia (anexo 19).

A relação entre os factores (diatomite e ureia) e o peso de mil grãos é explicada pela seguinte equação de regressão linear múltipla, e em função do modelo, o valor de regressão ( $R^2 = 0.884$ ,  $p < 0.05$ ), indica que 88.4% das variações do peso de sementes entre os tratamentos são influenciadas pelas aplicações de diatomite no intervalo de 0 a 270kg/ha e adubação de cobertura com a ureia, no intervalo de 100 a 300kg/ha.

$$P_{1000(g)} = 23.333 + 0.683Ureia + 0.344Diat \quad R_{Square} = 0.884 \quad r = 0.96 \quad (3)$$

### 3.4.3. Relação entre número de panículas e factores estudados

Com base na correlação de Pearson e na regressão linear múltipla constatou-se que houve correlação positiva forte e regressão significativa entre o peso de mil grãos e os factores diatomite e ureia (Anexo 20).

A relação entre os factores (diatomite e ureia) e o número de panículas é explicado pela equação de regressão linear múltipla, e em função do modelo o valor de regressão ( $R^2 = 0.723$ ,  $p < 0.05$ ), indica que 72.3% das variações do número de panículas entre os tratamentos são influenciadas pela adubação de cobertura com a ureia no intervalo de 100 a 300kg/ha.

$$\text{Nr. de panículas} = 131.037 + 46.944 \text{Ureia} \quad R_{\text{square Adjust}} = 0.723 \quad r = 0.865 \quad (4)$$

### **3.5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **3.5.1. CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- ◆ Doses crescentes de diatomite com doses maiores de ureia resultaram no aumento do rendimento do grão e das componentes do rendimento;
- ◆ Entre as doses de ureia aplicadas, tanto o segundo (U1=200Kg) como terceiro níveis favoreceram o aumento do rendimento do grão de arroz.

#### **3.5.2. RECOMENDAÇÕES**

Como recomendações, propõe-se que:

- ◆ Sejam feitos estudos similares em outros tipos de solo e em condição de sequeiro, pois este último ambiente constitui a maior abrangência das zonas agro-ecológicas de grande produção do arroz em Moçambique;
- ◆ Sejam feitos estudos da influência de adubação com a diatomite em simultâneo com a ureia no rendimento do grão de arroz.;
- ◆ Sejam feitos estudos do efeito da interação entre diatomite e ureia sobre o número de grãos de arroz por espiga;

## CAPÍTULO IV

### 4. EFEITO DA DIATOMITE E DA SUA INTERACÇÃO COM FUNGICIDAS E UREIA NO CONTROLO DE FUNGOS NA CULTURA DO ARROZ

#### 4.1. Resumo

A presente pesquisa teve como objectivo avaliar o efeito da diatomite, fungicida e da ureia no controlo de doenças fúngicas na cultura de arroz nas variedades Limpopo, IR 64 e ITA 312. Para tal, fez-se o levantamento das doenças na cultura nos ensaios anteriormente mencionados e colectas de amostras da cultura para o ensaio laboratorial da Faculdade de Agronomia e Eng. Florestal- UEM. Esta pesquisa consistiu na avaliação da incidência e severidade das manchas fungais nas folhas do arroz em ambos ensaios. O teste de sanidade consistiu na análise sanitária de sementes de arroz colectadas nos dois ensaios e em cada tratamento. Para tal, foram alocadas sementes em câmara húmida e meio de PDA para a identificação dos agentes causadores de manchas fungais no arroz.

Os resultados da avaliação de incidências das manchas fungais nas folhas foram, em média, superiores a 90% e as severidades situaram-se na escala entre 1 (menos de 1% de tecido infectado) a 2 (entre 2 a 5% de tecido infectado). Os tratamentos com diatomite e fungicida, especialmente em doses altas, tenderam a ter menor grau de severidade das manchas foliares.

Por um lado, pelos resultados da análise sanitária de sementes, identificou-se, em maior percentagem, a *Alternária padwickii* e *Fusarium moniliforme*. Por outro lado, os resultados em meio de PDA confirmaram que o fungo causador das manchas fungais era a *Alternaria padwickii*.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Alternaria padwickii*, diatomites, fungicidas, manchas fungais

## 4.2. INTRODUÇÃO

No processo de avaliação do valor da cultura, o teste de sanidade assume, por um lado, um papel importante na identificação e quantificação do estado sanitário da cultura. Por outro lado, nem sempre se pode estabelecer uma relação directa entre os resultados de campo e de laboratório. Deste modo, os testes de laboratório são imprescindíveis após os resultados encontrados no campo sobre as doenças numa dada cultura.

Para ISTA (1976), o teste de sanidade tem por objectivo determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes e esta informação pode ser usada para comparar valores de diferentes lotes de sementes.

Em muitos casos, a qualidade da semente está muito ligada à sanidade da semente, pois esta determina o potencial germinativo e a dormência da semente.

Em estudos realizados em Moçambique sobre a sanidade de sementes por Dhindsa e Mondjane (1984), foram identificados o *Bipolaris oryzae*, *Pyricularia oryzae*, *Fusarium moniliforme* e *Alternaria padwickii* como sendo os fungos causadores de doenças na cultura do arroz em Moçambique.

Alguns desses patógenos provocam as chamadas manchas dos grãos e a elevada incidência dessas manchas tem sido motivo de preocupação para grandes produtores do arroz. Inicialmente, pensava-se que o agente causador desta doença era a *B. oryzae*, entretanto, outras espécies de fungos, tais como *Alternaria padwickii*, vêm sendo detectadas com frequência em lotes de sementes de arroz (Farias *et al.*, 2004).

Os sintomas de infecção por *Alternaria padwickii* nas folhas são manchas ovaladas de 3 a 10 mm de diâmetro, inicialmente amareladas, tornando-se cinzento claras, com bordos escuros. Nas glumas, o sintoma é semelhante, no entanto, as bordas são maiores.



### 4.3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 4.3.1. Avaliação de incidência e severidade de doenças nos ensaios do arroz

Antes da recolha das amostras para o laboratório procedeu-se à avaliação directa da doença nos ensaios de campo dos parâmetros a seguir apresentados:

##### A) Incidências de doenças

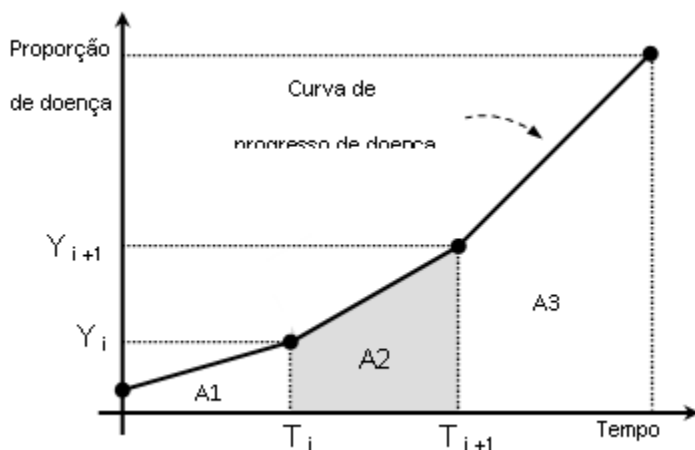
A incidência da doença foi avaliada aos 45, 75 e 120 dias após a sementeira por meio de observação aleatória de 10 plantas na área útil de cada tratamento, num esquema em W e registo de plantas que apresentaram manchas foliares.

Com base na avaliação da incidência, periodicamente, determinou-se a progressão da doença em cada tratamento com base no parâmetro a seguir apresentado:

##### A1) Área abaixo da curva de progressão de doença (AACPD)

A área abaixo da curva de progressão de doença pode ser definida como o somatório de “todos os trapézios” abaixo da curva de progressão de doença. Ou seja, na figura abaixo,

$$AACPD = A1 + A2 + A3$$



**FIGURA 7: Curva da progressão da doença**

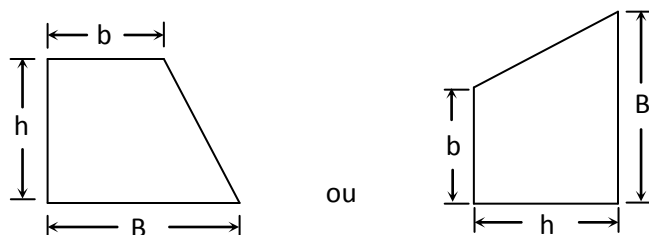
Esta também pode ser escrita como: 
$$AACPD = \sum_{i=1}^n \{ [(Y_{i+1} + Y_i)/2] \cdot (T_{i+1} - T_i) \}$$

AACPD = Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença

$Y_i$  = Proporção de doença na  $i$ -ésima observação

$T_i$  = Tempo na i-ésima observação

n = Número total de observações



### B) Severidade de doenças

A avaliação da severidade foi feita aos 70 e aos 130 dias após a sementeira, seguindo-se a escala de notas abaixo apresentada na tabela 11 (Rice Research Institute, 1996):

**Tabela 11: Escala de avaliação da severidade das manchas**

Escala de notas	Percentagem da área do tecido infectado
0	Sem nenhuma infecção
1	Menos de 1
2	1 a 5
3	6 a 25
4	26 a 50
5	51 a 100

Fonte: Rice Research Institute, 1996

### C) Índice de severidade da doença

Para a comparação da severidade de doenças por tratamento aplicou-se o índice de MCKINNEY (1923), conforme a equação abaixo:

$$ID(\%) = \sum \frac{f \cdot v}{n \cdot x} * 100 \text{ onde:}$$

ID = índice de doença;

f = número de plantas com determinada nota;

v = grau de infecção (nota);  
n = número total de plantas avaliadas;  
x= grau máximo de infecção (nota).

#### **4.3.2. Identificação dos fungos associados às sementes do arroz**

Para a identificação dos fungos associados às sementes do arroz que apresentam manchas foliares, foram testadas, pelo método de câmara húmida, 48 placas com sementes. Entre estas incluem-se as duas variedades (Limpopo e IR64) colectadas no primeiro ensaio e 24 placas de uma única variedade (ITA 312) colectadas no segundo ensaio. Foram semeadas 25 sementes por placa, sendo cada amostra repetida 4 vezes, totalizando 192 placas de petri e 96 placas de petri para o primeiro e segundo ensaios, respectivamente.

Antes da colocação das sementes, foram colocados três papéis de filtro humedecidos com água destilada nas placas de petri esterilizadas antes da colocação das sementes.

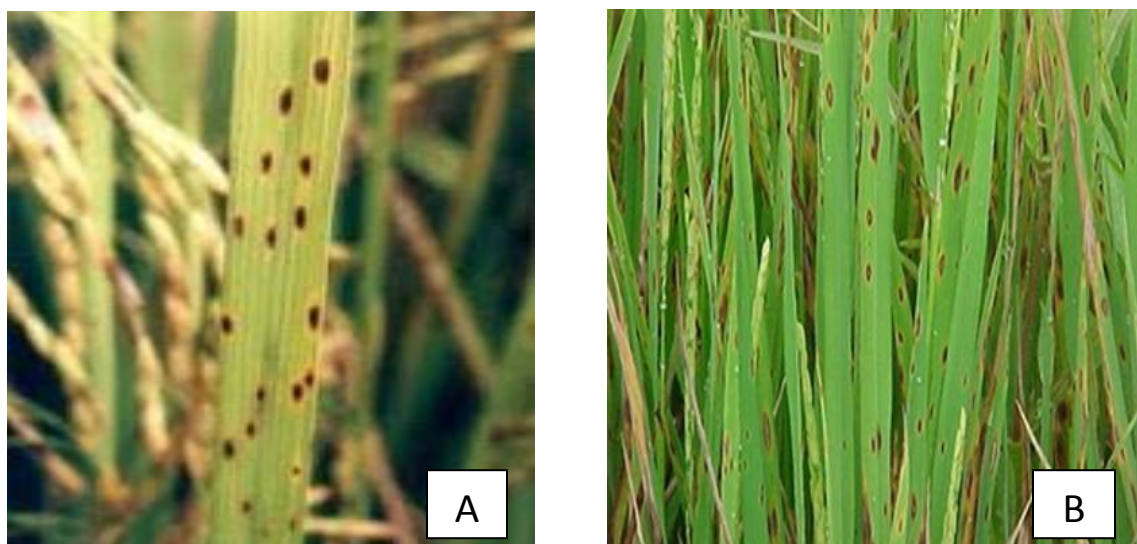
Após a incubação das placas por 7 dias, fez-se a observação e exame das estruturas desenvolvidas nas placas, com base no tipo de coloração, crescimento e morfologia das estruturas dos fungos desenvolvidos por meio da lupa. A segunda etapa consistiu no cultivo, em ambiente de **asepsia**, de uma porção das estruturas desenvolvidas nas sementes em câmara húmida para o meio de PDA e análise das características morfológicas do corpo frutífero e conídios desenvolvido através da observação, com a ajuda do microscópio composto das lâminas preparadas.

#### 4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### AMOSTRAS DE ARROZ COLECTADAS NO ENSAIO DE DIATOMITE COMBINADA COM FUNGICIDA NAS VARIEDADES LIMPOPO E IR 64

##### 4.4.1. Grau de incidência de manchas foliares e área abaixo da curva de progressão da doença

As figuras abaixo ilustram as características macroscópicas das manchas foliares desenvolvidas nos ensaios do arroz.



**FIGURA 8: Manchas foliares no arroz nas fases de formação do grão (A) e fase vegetativa (B)**

Com base em observações feitas em 10 plantas em cada talhão, verificou-se que a média da incidência variou de 26% a 99% nas duas variedades. Nas primeiras observações (45 dias após a sementeira) menos de 40 % das 10 plantas apresentavam manchas foliares (tabela 12 e 13). Nas duas últimas observações (75 e 120 dias após a sementeira) a incidência foi, em média, entre 62% a 99%, ou seja, em quase todos os tratamentos, todas as plantas observadas encontravam-se infectadas. Como se pode verificar nas tabelas 12 e 13, em todos os níveis de diatomite e de fungicida a tendência do aumento do grau de incidência de fungos foi similar, o que elucida que existem outros factores ambientais que determinam o nível de incidência de fungos no arroz.

Em relação à progressão da doença, o valor da área abaixo da curva da progressão de doença mostrou que a evolução da doença (AACPD) variou entre os tratamentos. Na variedade Limpopo

a média da área abaixo da curva da doença foi de 58.88 e em tratamentos em que se fez aplicação de fungicidas, a área foi abaixo deste valor. Em tratamentos sem aplicação de fungicida, os valores de áreas foram acima da média. Estes factos sustentam que o fungicida pode ter influenciado na redução da progressão da doença por unidade de tempo.

Na variedade IR 64 a área abaixo da curva de progressão da doença em tratamentos com fungicida também foi abaixo da média (tabela 13), por uma lado. Por outro lado, a área em tratamentos sem aplicação de fungicidas foi acima da média, o que indica, mais uma vez, que o fungicida teve efeito na redução da progressão da doença por unidade de tempo, no intervalo de tempo de observação.

**Tabela 12: Avaliação da área abaixo da curva da progressão da doença em três épocas após a sementeira na variedade Limpopo**

Variedade	Tratamento	Época de Avaliação de Doença (plantas com manchas foliares / total de plantas)			AACPD
		E <sub>1</sub> (45 DAP)	E <sub>2</sub> (75 DAP)	E <sub>3</sub> (120 DAP)	
Limpopo	D0F0	0.26	1	1	63.9a
	D0F1	0.36	0.8	1	57.9b
	D1F0	0.29	1	1	64.35a
	D1F1	0.29	0.72	1	53.85b
	D2F0	0.31	0.97	1	62.18a
	D2F1	0.39	0.8	1	58.35b
	D3F0	0.28	0.96	1	62.07a
	D3F1	0.33	0.62	0.9	48.45b
Média		0.31	0.86	0.99	58.88
Desvio Padrão		0.04	0.13	0.03	5.14

**Tabela 13: Avaliação da área abaixo da curva de progressão da doença em três épocas após a sementeira na variedade IR 64**

Variedade	Tratamento	Época de Avaliação da Doença (plantas com manchas foliares / total de plantas)			AACPD
		E <sub>1</sub> (45 DAP)	E <sub>2</sub> (75 DAP)	E <sub>3</sub> (120 DAP)	
IR64	D0F0	0.41	1	1	63.15a
	D0F1	0.31	0.62	1	57.4b
	D1F0	0.36	1	1	65.4a
	D1F1	0.29	0.8	0.9	54.6b
	D2F0	0.31	0.98	1	63.9a
	D2F1	0.28	0.8	1	56.7b
	D3F0	0.33	1	1	64.95a
	D3F1	0.31	0.7	0.9	51,15b
Média		0.33	0.86	0.98	60.30
Desvio Padrão		0.04	0.14	0.04	5.83

#### 4.4.2 Avaliação da severidade das manchas foliares na cultura do arroz

A severidade foi observada em dois períodos diferentes, nomeadamente aos 70 e aos 130 dias após a sementeira da cultura.

De acordo com a escala de notas do *Rice Research Institute*, a doença, em média, situou-se na escala entre 1 (menos de 1% do tecido infectado) a 2 (de 1% a 5% do tecido infectado).

O teste de médias apresentado na tabela 14, mostrou, claramente, que a aplicação da diatomite diminuiu, significativamente, a severidade das manchas foliares nos dois períodos de avaliação (aos 70 e 130 dias do ciclo da cultura). Datnoff *et al.* (1992) também constatou uma redução significativa na severidade da mancha-parda em um histossolo, com a aplicação de silício. Pesquisas realizadas em solos orgânicos no sul da Flórida demonstraram que a adubação com silício reduziu a severidade da brusone em 17 a 31% e a mancha parda, de 15 a 32% em relação ao tratamento que não recebeu Si (Datnoff *et al.*, 1990).

**Tabela 14: Índice de severidade (ID) de manchas foliares observadas em 2 períodos nas diferentes doses de diatomite, fungicida e variedades**

<b>Factores</b>	<b>ID (70 DAP)</b>	<b>ID (130 DAP)</b>
Diatomite (Kg/ha)		
0	0.3183a	0.385a
118	0.2733b	0.3217b
270	0.255bc	0.2883c
590	0.235c	0.26c
Fungicida (ml)		
0	0.275a	0.3333a
250	0.2658a	0.2917b
Variedades		
Limpopo	0.2725a	0.31a
IR64	0.2683a	0.315a
CV(%)	19.6	6.4

DAP- Dias após o plantio/sementeira

### **AMOSTRAS DE ARROZ COLECTADAS NO ENSAIO DE DIATOMITE COMBINADA COM UREIA NA VARIEDADE ITA 312**

#### **4.3. 3. Grau de incidência de manchas fúngicas nas folhas de arroz**

Observações feitas neste ensaio, mostraram que a incidência dos fungos nos tratamentos variou entre 28% a 100%. Nas primeiras observações (45 dias após a sementeira) menos de 40 % apresentavam manchas fúngicas. Nas duas últimas observações (75 e 120 dias após a sementeira) a incidência foi, em média, entre 93% a 100%, ou seja, em quase todos os tratamentos todas as plantas observadas encontravam-se infectadas pelos fungos (tabela 15).

As áreas abaixo das curvas de progressão de doença, segundo a tabela 15, estiveram próximo da média da área (AACP=63.90), pois o desvio das áreas em cada tratamento foi muito baixo em relação à média (desvio padrão=1.62). Assim, pode-se afirmar que a diatomite e a ureia não foram determinantes na variação da progressão da doença por unidade de tempo.

**Tabela 15: Avaliação da doença em três épocas após a sementeira na variedade IR 64**

Variedade	Tratamento	Época de Avaliação de Doença (plantas com manchas foliares / total de plantas)			AACPD
		E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	
		(45 DAP)	(75 DAP)	(120 DAP)	
ITA 312	D0U1	0.33	1	1	64.95a
	D0U2	0.31	0.97	1	63.53a
	D0U3	0.29	1	1	64.35a
	D1U1	0.32	1	1	64.80a
	D2U2	0.31	0.98	1	63.90a
	D2U3	0.28	1	1	64.20a
	D3U1	0.33	1	1	64.95a
	D3U2	0.31	0.93	0.9	59.78a
	D3U2	0.31	1	1	64.65a
Média		0.31	0.99	0.99	63.90
Desvio Padrão		0.02	0.02	0.03	1.62

#### 4.4.4. Avaliação da severidade das manchas foliares na cultura do arroz

De acordo com a escala de severidade do *Rice Research Institute*, em média, as manchas foliares tiveram uma severidade entre 1, menos de 1% do tecido infectado, a 2 (de 1% a 5% do tecido infectado), (tabela 16).

Deste modo, nos dois períodos de avaliação (70 e 130 dias), verificou-se que, por um lado, a diatomite teve um contributo significativo na redução da severidade da doença (tabela 16). Mas, por outro lado, verificou-se que em tratamentos com doses de 300 Kg/ha de ureia, especialmente aos 130 dias, registaram-se baixos níveis de severidade que tratamentos com doses de 200 Kg/ha de ureia (tabela 4.6). Este facto foi defendido por Marschner (1986), que concluiu que a alta concentração de nitrogénio reduz a produção de compostos fenólicos (fungistáticos) e de lignina nas folhas, diminuindo a resistência aos patógenos. Por outro lado, o nitrogénio também aumenta a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que têm maior influência na germinação dos conídios, favorecendo o desenvolvimento de doenças fúngicas.



**Tabela 16: Índice de severidade de manchas foliares observadas em 2 períodos nas diferentes doses de diatomite e ureia**

Factores	ID (70 DAP)	ID (130 DAP)
Diatomite (kg/ha)		
0	0.315a	0.426a
118	0.293b	0.364b
270	0.278b	0.316c
Ureia (kg/há)		
100	0.293a	0.39a
200	0.287a	0.331a
300	0.307a	0.384a
CV(%)	17.3	16.9

DAP- Dias após o plantio/sementeira

#### 4.4.5. Teste de sanidade de sementes do arroz

##### ENSAIO I

A partir do teste de sanidade das sementes (figura 9) verificou-se que, em ambas variedades (Limpopo e IR64), as maiores percentagens de incidência média foram causadas pela *Alternaria padwickii* (84.78%), seguida pelo *Fusarium moniliforme* (46.63%). Os restantes patógenos encontrados nas amostras de sementes estiveram abaixo de 2%, como a seguir se apresenta nas tabelas 17 e 18.



**FIGURA 9: Placa com sementes de arroz**

**Tabela 17: Percentagem de fungos em lote de sementes de arroz Limpopo colectados nos diferentes tratamentos do ensaio I**

Percentagem média da incidência do patógeno nas sementes do arroz (%)									
Fungos	Variedade Limpopo								Media
	F0				F1				
	D1	D2	D3	D4	D0	D1	D3	D4	
<i>Drechslera oryzae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0.125
<i>Pyricularia grisea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium moniliforme</i>	65	45	53	32	40	50	48	40	46.63
<i>Alternaria padwickii</i>	90.6	89	81.8	74.8	82.4	88.4	83.2	88	84.78
<i>Aspergillus Niger</i>	0	8	0	0	1	0	0	0	1.125
<i>Botryodiplodia theobrome</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela 18: Percentagem de fungos em lote de sementes de arroz IR64 colhidos nos diferentes tratamentos do ensaio I**

Percentagem média da incidência do patógeno nas sementes do arroz (%)									
Fungos	Variedade IR64								Media
	F0				F1				
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	
<i>Drechslera oryzae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyricularia grisea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0.125
<i>Fusarium moniliforme</i>	49.3	44.3	48.3	45.9	46.7	44.9	47.2	44.4	46.47
<i>Alternaria padwickii</i>	89.2	88.7	85.6	85.9	88.3	87.6	89.6	87.1	86.68
<i>Aspergillus Niger</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0.375
<i>Botryodiplodia theobrome</i>	2	0	0	0	0	3	0	0	0.625

#### 4.4.5.1. Análise de variância do nível de incidência de fungos nas sementes do arroz

A análise de variância foi realizada para os patógenos *Alternaria padwickii* e *Fusarium moniliforme*, que tiveram maior incidência nas sementes. Não foi detectada alguma diferença significativa pelo teste F para os respectivos fungos, indicando que as doses de diatomite e fungicida testados não influenciaram a incidência dos mesmos nas sementes (anexos 22 e 23).

## ENSAIO II

O teste de sanidade das sementes em câmara húmida também apresentou maiores percentagens de incidência média da *Alternaria padwickii* (85.88%), seguida pelo *Fusarium moniliforme*

(58.44%). Os restantes patógenos encontrados nas amostras de sementes estiveram abaixo de 2% como a seguir se apresenta na tabela 17.

**Tabela 19: Percentagem de fungos em lote de sementes de arroz ITA 312 do ensaio II**

Percentagem média da incidência do patógeno nas sementes do arroz (%)										
Fungos	Variedade ITA 312									Media
	N1			N2			N3			
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	
<i>Drechslera oryzae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyricularia grisea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium moniforme</i>	59.3	70.7	54.7	52	66.7	68.7	53.3	48	52.7	58.44
<i>Alternaria padwickii</i>	90.3	94.1	88.5	83.2	89.3	90.5	88.3	86.4	89.7	85.88
<i>Aspergillus Niger</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.111
<i>Botryodiplodia theobrome</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### 4.4.6. Análise da variância do nível de incidência de fungos nas sementes do arroz

A análise de variância foi realizada para os patógenos *Alternaria padwickii* e *Fusarium moniliforme*, que tiveram maior incidência nas sementes. Foi detectada uma diferença significativa pelo teste F para *Fusarium* entre as doses de ureia e na interacção *diat x ureia*, sendo indicativo de que as doses testadas influenciarem a incidência do fungo nas sementes (anexo 25 e 26).

#### 4.6.7. Teste de comparação de médias das incidências de fungos nas sementes do arroz

O teste de comparação mostrou que havia diferenças entre as médias de incidência do patógeno nas sementes nas diferentes doses de ureia e na interacção diatomite\*ureia, como se pode observar nas tabelas 19 e 20.

**Tabela 20: Incidência média do *Fusarium moniliforme* no grão do arroz**

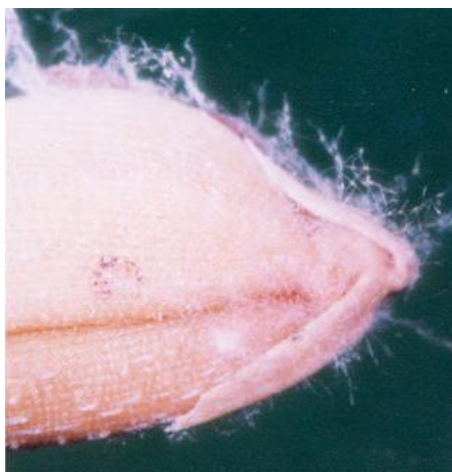
<b>Incidência do <i>F. moniliforme</i> no grão do arroz</b>			
<b>Ureia</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
	60.33a	53.67ab	46.67b
CV	18.8		

**Tabela 21: Incidência média do *Fusarium moniliforme* no grão do arroz**

<b>Incidência do <i>F. moniliforme</i> no grão do arroz</b>			
<b>Ureia</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>
Diat			
D1	73a	42b	56b
D2	61ab	60ab	39b
D3	47ab	59ab	45b
CV	18.8		

#### **4.6.8. Identificação do agente causador de manchas fúngicas em PDA**

A figura abaixo ilustra as estruturas da *Alternaria padwickii* desenvolvidas no grão do arroz em meio de câmara húmida.



**FIGURA 10: *Alternaria padwickii* na semente do arroz (Webster et al, 1992)**

### Descrição das estruturas da *Alternaria padwickii* isoladas em PDA

*Alternaria padwickii* apresenta conidióforos com, até 260  $\mu\text{m}$  (figura 8A), muitas vezes, minuciosamente reticuladas. O fungo cresce bem em culturas de batata em dextrose-ágar, formando colónias acinzentadas, ou rosas, de livre esporulação, esclerócios pretos e pequenos com paredes distintamente reticuladas, formados em culturas antigas.



**FIGURA 11:** *Alternaria padwickii* em preparações laminares

## 4.5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 3.4.1. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- ◆ As adubações com diatomite e aplicação de fungicida e a combinação destes não afectaram o grau de incidência de fungos nas folhas do arroz em ambos ensaios, todavia, o fungicida reduziu a velocidade de infecção pelo fungo por unidade de tempo
- ◆ As adubações testadas (diatomite e ureia), e a combinação destes não afectaram o grau de incidência de fungos nas folhas do arroz e a progressão da doença por unidade de tempo
- ◆ Os fungos encontrados nesta pesquisa são causadores de manchas foliares e fazem parte do grupo dos principais fungos identificados em Moçambique

### 3.4.2. Recomendações

Em jeito de recomendação, sugere-se que:

- ◆ Sejam feitos estudos patológicos de sementes tratadas com doses mais elevadas de diatomite e/ou ureia e outros fungicidas;
- ◆ Sejam feitas pesquisas de patologia em sementes tratadas com diatomite como pesticida ou com diatomite aplicada sobre as folhas.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AFONSO, R ; MARQUES, J. (1998), *Recursos Minerais da Republica de Moçambique*, Instituto de Investigação Científica Tropical de Portugal and Direcção Nacional de Geologia de Mocambique. 1st Edition, Lisbon, Portugal, p.149

AGARIE, S. ; BESFORD, R.T. (1986). *The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution*. Annual Botany, v.58., pp.93-103

AGARWAL, P.C.; MORTENSEN, C. N.; MATHUR, S.B. (1989). *Seed-Borne Disease and Seed Health Testing of Rice*. Technical bulletin N<sup>o</sup>3, Copenhagen, CAB, pp.105

AGRIOS, G. (1988). *Plant Pathology*, Third Edition, p.803

BALASTRA, M. (1989). *Effects of silica level on some properties of Oryza sativa straw and hult*. Canadian Journal of Botany, Canada, v. 67, pp. 2356-2363.

BARBOSA, M. *et al.*, (2006). *Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo*. Summa Phytopathologica, v.32, p.57-62.

BEBENDO I. ; PRABHU (2005), *Doenças do Arroz*. Manual de Fitopatologia. 3. ed. São Paulo: Agronómica Ceres, p. 85-99.

BEDENDO, I. (1997). *Doenças do Arroz*. In: KIMATI, H. (Ed.) Manual de Fitopatologia. 3. ed. São Paulo: Agronómica Ceres., p. 85-99

BERGAMIM, F. ; CAMARGO, J (1997). *Manual de Fitopatologia*. 3. ed. São Paulo: Agronómica Ceres, pp.85-99.

BRADY, C. (1992). *The nature and properties of soils*. 10.ed. New York: Macmillan, p750.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (1983). *Sistema de evaluación estándar para arroz*. 2.edição, p.39

COFMAN W ; HERRERA R. (1980), *Hybridization of crop plant*, International Rice Research Institute, Philippines, pp.51-52

CORREA, F. ; DATNOFF, L. (1996). *Deficiência de sílica em arroz de sequeiro em solos de savana altamente degradados da Colômbia. II.*, Doenças e qualidade de grão, pp.102-103

DATNOFF, L. (2001). *Silicon on agriculture*, The Netherlands, Amsterdam: Elsevier, p.28

DATNOFF *et al.*, (1992). *Evaluation of calcium silicate slag and nitrogen on brown spot, neck rot, and sheath blight development on rice*. Biological and Cultural, pp.63-68

DATNOFF *et al.*, (1991). *Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice*. Plant Disease, St. Paul, v.5, pp.75-93

DATNOFF, L. (1990). *Evaluation of calcium silicate slag and nitrogen on brown spot, neck rot, and sheath blight development on rice*. Biol. Cult. Tests Control Plant Dis., v.5, Saint Paul, pp.15-22.

DHINDZA, P. ; MONDJANE A. (1984). *Index of Plant Diseases and Associated Organism of Mozambique*, Maputo, UEM, p. 47-49

DIATOMITES DE MOÇAMBIQUE (2005), *Diatomite: um pó mágico para sector agro-pecuário*, Moçambique, p.28

ECOLE, C. (2008). *Regulamentação da população de insectos sugadores e minadores de culturas agrícolas com o uso de diatomite*, IIAM, p.26

EMBRAPA, (1977). *Manual de métodos e pesquisa em arroz*, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO, p.106

EPSTEIN, E. (1999). *Silicon- Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, Agriculture*, Amsterdam: Elsevier Science, pp.17-39.

EPSTEIN, E. (1994), *Silicon*, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v.10, p.64-66



EPSTEIN, E. (1993). *The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings National academy sciences*. Washington Vol 91. Pp. 11-17, January.

FAGERIA, *et al.*, (1997). *Growth and mineral nutrition of field crops*. 2nd edition. New York: Pp.88-98

FAO, (2003), *Statistical databases*, Anuário, p.4

FARIA, R. (2004). *Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo*, Dissertação (Mestrado em solos) Lavras, v.50 Universidade Federal de Lavras, p53.

FARIA, R. ; PRABHU, S. (1980). *Intensidade de brusone nas folhas em fases avançadas do desenvolvimento do arroz, baseada no número inicial de lesões*, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.15, nº 2. Pp.143-147.

FILHO, L. (1984). *Fertilidade do solo*, Instituto Campineiro de ensino agrícola. Vol.1. São Paulo, Brazil. pp.20-35.

FILHO, L. (2006). *O silício em sistemas intensivos de produção agropecuária*, Tese de Doutorado, Embrapa Agropecuária Oeste., p.60

HASHIMOTO, A. ; HIRANO, K. (1976). *Statistical analysis of the integrated control measures against rice blast*. Bulletin of Fukushima, Prefecture Agricultural Experiment Station. pp.95-108.

HUBER, M. ; WATSON, D. (1974). *Nitrogen form and plant disease. Annual Review of Phytopathology*, v.12, Pp.139-165.

INIA (2006). *Recomendações de adubação azotada e fosfórica para culturas anuais*, Série Terra e Agua, Nota Técnica, 26, p.61

IRRI (2001), *Standard evaluation system for rice*. International rice research institute, Los Baños, p.52

ISTA (1993). *Internacional Seed Testing Association In: Seed Science and Technology-Internacional Rules for Seed Testing*, vol 21, Zurich Switzerland, p.288

ISTA (1976)., *Detection of Alternaria padwickii on Oryza sativa (Rice)*, Switzerland, p.67

ITO, S. ; HAYASHI, H. (1931). *On the relation of silica supply to rice blast*, Journal of Sapporo Society of Agriculture Science, v. 103, p. 460-461

JONES, L. ; HANDRECK, K. (1967). *Silica in soils, plants and animals*. Advances in Agronomy, New York, v.19, p.107-149

JUNIOR D. (2007). *Reação a doenças e caracteres agronômicos de genótipos de arroz de várzeas no Estado do Tocantins*, Agropecuária Técnica, Areia, v.6, pp. 41-45

KIM, K. ; LEE, C. (1982). *Reduction of the incidence of rice neck by integrated soil improvement practice*, Korean Journal of Plant Protection, v.6, p.18

KITANI *et al.*, (1960). *Application of calcium silicate to control blast disease of rice. (II) Combined effect of calcium silicate and mercuric fungicide*. Shikoku Agricultural Research. Pp.123-126.

KORNDÖRFER, H. ; CORREA, F. (2004), *Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura*, Uberlândia: UFU/Iciag, p.34

KORNDÖRFER, H (2000), *Importância do silício para a cultura do arroz (uma revisão de literatura)*. Informações Agronômicas, v.89., p.635

KORNDÖRFER *et al.*, (1999). *Of silicon on grain discoloration and upland rice grown on four savanna soils from Brazil*. Journal of Plant Nutrition, New York, v. 2, nº 1. pp. 93-102.

LIAN, S. (1976). *Silica fertilization of Rice- In The Fertility of Paddy Soils and Fertilizer. Applications for Rice*, Food Fertilizer Technology Center, Taipei Taiwan, pp.197-220

LIN S.; KIM, C. K. ; LEE, S. (1990). *Reduction of the incidence of rice neck by integrated soil improvement practice*. Korean Journal of Plant Protection. v.1, p.15

MA, F. ; TAKAHASHI, E. (1990). *Silicon as a beneficial element for crop plants*, v.1, p.10

MAE, (2005). *Perfil do Distrito de Chókwè-Província de Gaza*, série Perfil distrital, pp.39-48

MALAVOLTA, A. ; TAKADA, M. (1997). *Controle químico de fungos causadores de manchas de grãos em arroz*, Summa Phytopathologica, Jaguariúna, v.2, pp25-28.

MALAVOLTA, V. ; PARISI, J. ; TAKADA, H. (1989). *Efeitos de diferentes níveis de incidência de *Bipolaris oryzae* em sementes de arroz sobre aspectos fisiológicos da semente*, v.28, pp.336-340

MARCHINER, H. (1995), *Mineral nutrition of higher plants*. 2<sup>nd</sup> ed. New York. Academic Press. p.55

MARSCHNER H. (1986), *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2ed. San Diego: Academic Press, p.89

MARQUES, A. (1998), *Mineral Resources potential in Mozambique*, Geológicoal Survey of Finland. p.94

MATHUR, B. ; KONSDAL, O. (1994), *Seed Mycology*, First Edition, Denmark, Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, p.106

MCKINNEY, H.(1923). *Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedings by *Helminthosporium sativum**. Journal of Agricultural Research, Washington, v. 26, p. 195-219

MINAG, (2011). *Estratégia Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da cultura do Arroz*, v.4, p.18

MINAG (2008), *Plano de acção para a produção de alimentos*, programa de produção do arroz em Moçambique, pp. 22-30

- MINAG, (2001), *A cultura do arroz*, Dados estatísticos, Série de Relatório de pesquisas, p.13
- NEEGAARD, P. (1970). *Seed Pathology of Rice- Plant Disease Problems*, First symposium on Plant pathology, New Delhi., p.76
- NETO, (2009). *Resistência genética de uma coleção nuclear e adubação com silício associado ao nitrogênio no manejo de doenças do arroz no sul do estado tocantins*, Fundação universidade federal do tocantins campus universitário, Mestrado em produção vegetal, p.55
- OKUDA, A. ; TAKAHASHI, E. (1965). *The role of silicon In The Mineral nutrition of the rice plant*, Baltimore, Pp.126-146
- OSUNA, *et al.*, (1991). *Nitrogen form and silicon nutrition effects on resistance to blast disease of rice*, *Plant and soil*, V.3, p.135
- PRABHU *et al.*, (1999). *Principais doenças do arroz no Brasil*. 3.edição. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, p.104
- PRABHU, S.; FILIPPI, C. ( 2006 ) *Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas*. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, p.38
- PRABHU, S. (2002). *Aplicação de silicato de cálcio na cultura do arroz*, Embrapa, p.403
- PRABHU, S. ; FILIPPI. (1997). *Arroz (Oryza sativa L.) Controle de doenças*. In: VALE,- *Controle de doenças de plantas: grandes culturas*, Universidade Federal de Viçosa, pp.51-79
- SANTOS *et al.*, (2002). *Efeito de espaçamento e densidade de semeadura sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão*. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, v.2, n. 3. Pp. 480-487.
- SANTOS *et al.*, (2003). *Influência de fontes de silício sobre a incidência e severidade de doenças e produtividade do arroz irrigado*. *Bioscience Journal*, v.19, p103
- SEMOC (1993). *Arroz: Descrição das variedades sob produção*. Moçambique. Pp.8
- SHOEMAKER, A. (1959). *Nomenclature of Drechslera and Bipolaris, Grass parasites segregated from „Helminthosporium“*. *Canadian Journal of Botany*, p.25

SILVA *et al.*, (2003). *Manejo integrado da brusone em arroz no plantio directo e convencional*, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.2, p148

TAKAHASHI, E. (1996). *Uptake mode and physiological functions of silica*, Food and Agriculture, v.2, pp 420-433

TARP, L.; KONGSDAL, O. (1987). *Seed\_Borne Pathogens of Major Food crop in Mozambique*, Seed Science and Technology, pp.96-97

TEPLIZKI *et al.*, (2011). *Épocas e horário de aplicação de fungicida sobre a qualidade de sementes de arroz*. Revista Brasileira de sementes, pp.95-103

VALENTE, M. (1986). *O arroz em Moçambique*, Série, N<sup>o</sup> 2, Volume II. Lourenço Marques, p.62

WEBSTER, R ; GUNNEL, P. (1992). *Compendium of rice disease*. Minnesota, USA, pp.13-16

YOSHIDA, S. (1975). *The physiology of silicon in rice*. Taipei: Food and Fertilization Technology Center, FFTC. Technical Bulletin 25, p.269

ZANÃO, J. (2007). *Resistência do arroz à mancha-parda mediada por silício e manganês*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, pp.73-78

ZANDAMELA, C. (2011), Junho de 2011, *Fonte oral*

ZANDAMELA, C. (2006), *Apontamentos da Cultura do arroz em Moçambique*, UEM, FAEF, pp.9-54

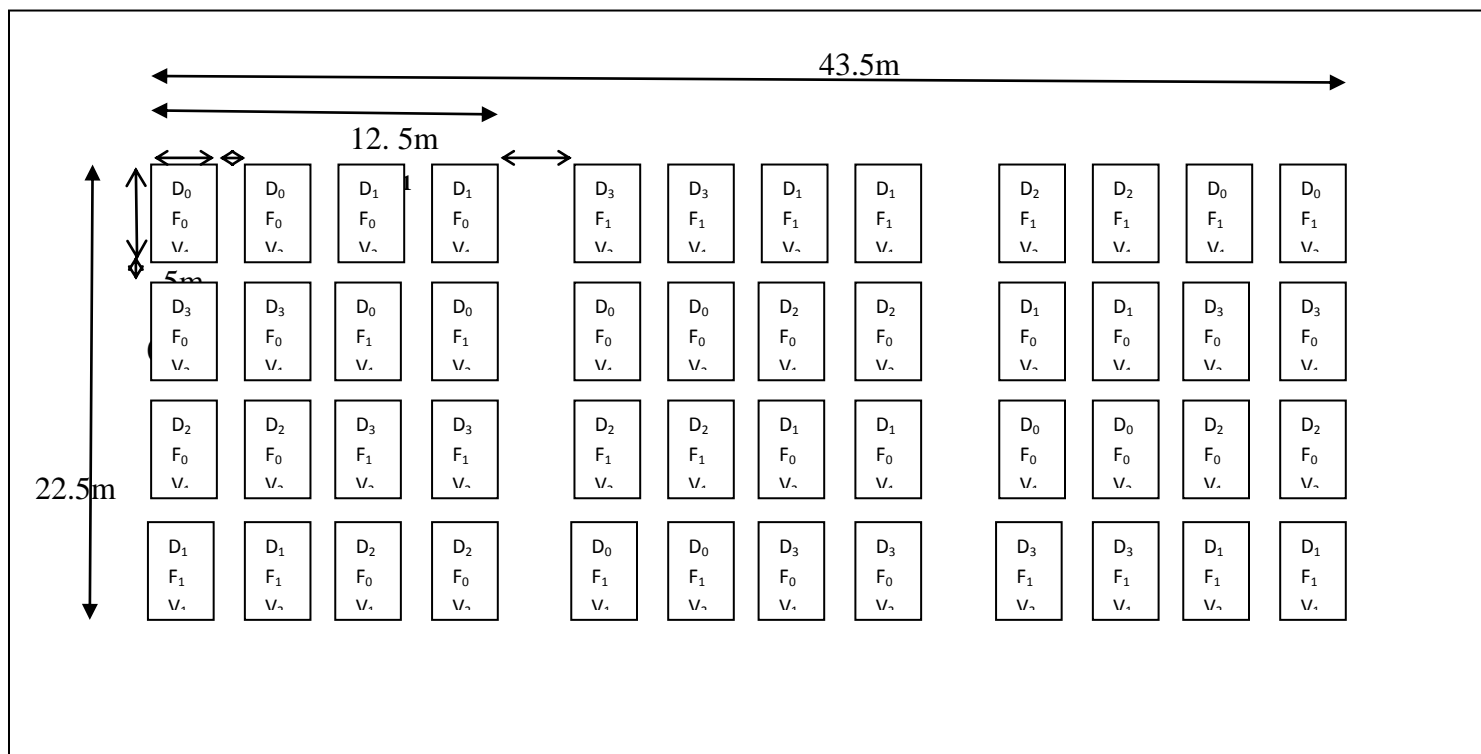
ZANDAMELA, C. (2004), *Produção do arroz em Moçambique*, Relatório Anual sobre o Arroz, IIAM, pp.12-26

ZANDAMELA, C. (1993), *Manual de produção de arroz*. Instituto de Investigação a Agrária de Moçambique. Maputo, p 96.

# ANEXOS

ANEXO 1

ENSAIO 1: Adubação do arroz com diatomite sem ou com a combinação de fungicida Folicur



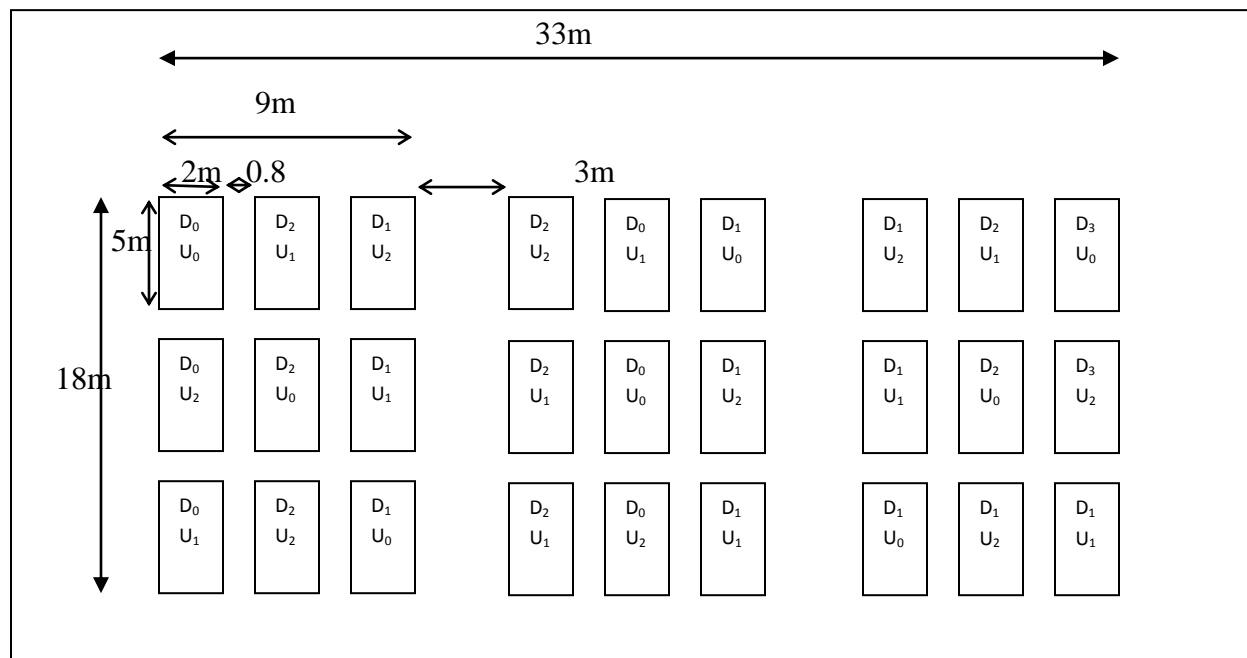
Legenda

D- Níveis de dosagens de diatomite ( D<sub>0</sub>= 0g/10m<sup>2</sup>; D<sub>1</sub>=118g/10m<sup>2</sup>; D<sub>2</sub>=271g/10m<sup>2</sup>; D<sub>3</sub>=590g/10m<sup>2</sup>)

F- Níveis de dosagens de fungicida (F<sub>0</sub>=0; F<sub>1</sub>= 0.025 ml/100ml de água/10m<sup>2</sup>)

V-variedades de arroz (V<sub>1</sub>= Limpopo; V<sub>2</sub>=IR64)

**ANEXO 2 -Ensaio 2: Adubação com diatomite combinada com a ureia**



**Legenda**

D- Níveis de dosagens com diatomite ( $D_0= 0g/10m^2$ ;  $D_1=118g/10m^2$  (118g/1ha);  $D_2=271g/10m^2$  (271kg/ha);

$D_3=590g/10m^2$  (590kg/ha))

U- Níveis de dosagens de adubação com a ureia ( $U_0= 100$ ;  $U_1= 100g/10m^2$  (100kg/ha);  $U_2= 200g/10m^2$  (300kg/ha))



**ANEXO 3: Análise de variância de Rendimento do grão do arroz**

Variate: Rend

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.031667	0.015833	1.61	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	6.470625	2.156875	219.34	<.001
Fung	1	0.630208	0.630208	64.09	<.001
Var	1	3.796875	3.796875	386.12	<.001
Diat.Fung	3	0.093958	0.031319	3.19	0.038
Diat.Var	3	0.303958	0.101319	10.30	<.001
Fung.Var	1	0.000208	0.000208	0.02	0.885
Diat.Fung.Var	3	0.017292	0.005764	0.59	0.629
Residual	30	0.295000	0.009833		
Total	47	11.639792			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Rend  
 Test statistic W: 0.9584  
 Probability: 0.087

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square -29.06 on 15 degrees of freedom: probability 1.000

**ANEXO 4: Análise de variância de Peso de 1000 sementes de arroz**

Variate: Peso\_1000

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	3.4296	1.7148	4.82	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	15.7932	5.2644	14.78	<.001
Fung	1	1.7633	1.7633	4.95	0.034
Var	1	2.1760	2.1760	6.11	0.019
Diat.Fung	3	0.0338	0.0113	0.03	0.992
Diat.Var	3	2.4998	0.8333	2.34	0.093
Fung.Var	1	0.0631	0.0631	0.18	0.677
Diat.Fung.Var	3	0.4934	0.1645	0.46	0.711
Residual	30	10.6840	0.3561		
Total	47	36.9363			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate:           Peso\_1000  
 Test statistic W:       0.9610  
 Probability:           0.111

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square -29.06 on 15 degrees of freedom: probability 1.000

**ANEXO 5: Análise de variância de Numero de panículas do arroz**

Variate: Nr\_paniculas\_m2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	7643.	3821.	2.26	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	7439.	2480.	1.47	0.244
Fung	1	4.	4.	0.00	0.964
Var	1	7829.	7829.	4.63	0.040
Diat.Fung	3	6819.	2273.	1.34	0.279
Diat.Var	3	97.	32.	0.02	0.996
Fung.Var	1	285.	285.	0.17	0.684
Diat.Fung.Var	3	6019.	2006.	1.19	0.332
Residual	30	50758.	1692.		

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Nr\_paniculas\_m2  
 Test statistic W: 0.9471  
 Probability: 0.061

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 10.49 on 15 degrees of freedom: probability 0.788

**ANEXO 6: Análise de variância de Numero de colmos do arroz**

Variate: Nr\_colmos\_m2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	376.0	188.0	0.73	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	29544.8	9848.3	38.15	<.001
Fung	1	507.0	507.0	1.96	0.171
Var	1	3852.1	3852.1	14.92	<.001

Diat.Fung	3	311.2	103.7	0.40	0.753
Diat.Var	3	1396.4	465.5	1.80	0.168
Fung.Var	1	918.8	918.8	3.56	0.069
Diat.Fung.Var	3	725.4	241.8	0.94	0.435
Residual	30	7744.0	258.1		
Total	47	45375.7			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Nr\_colmos\_m2  
 Test statistic W: 0.9681  
 Probability: 0.213

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 10.75 on 15 degrees of freedom: probability 0.770

### ANEXO 7: Análise de variância da Altura do arroz

Variate: Altura\_m

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	21.122	10.561	1.56	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	306.718	102.239	15.10	<.001
Fung	1	14.876	14.876	2.20	0.139
Var	1	31988.838	31988.838	4725.39	<.001
Diat.Fung	3	4.114	1.371	0.20	0.895
Diat.Var	3	11.918	3.973	0.59	0.624
Fung.Var	1	21.888	21.888	3.23	0.073
Diat.Fung.Var	3	5.360	1.787	0.26	0.851
Residual	462	3127.536	6.770		
Total	479	35502.370			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Altura\_m  
 Test statistic W: 0.8428  
 Probability: 0.071

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 18.16 on 7 degrees of freedom: probability 0.011

**ANEXO 8: Análise de variância do Comprimento do grão do arroz**

Variate: Comp_G					
Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.00000875	0.00000437	0.05	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	0.00201167	0.00067056	8.36	<.001
Fung	1	0.00005333	0.00005333	0.67	0.415
Var	1	0.00012000	0.00012000	1.50	0.222
Diat.Fung	3	0.00006833	0.00002278	0.28	0.837
Diat.Var	3	0.00009167	0.00003056	0.38	0.767
Fung.Var	1	0.00021333	0.00021333	2.66	0.104
Diat.Fung.Var	3	0.00007500	0.00002500	0.31	0.817
Residual	462	0.03703792	0.00008017		
Total	479	0.03968000			

**ANEXO 9: Análise de variância da Largura do grão do arroz**

Variate: Larg_G					
Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.00028625	0.00014312	1.97	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	3	0.00144063	0.00048021	6.61	<.001
Fung	1	0.00000021	0.00000021	0.00	0.957
Var	1	0.00093521	0.00093521	12.88	<.001
Diat.Fung	3	0.00003229	0.00001076	0.15	0.931
Diat.Var	3	0.00006063	0.00002021	0.28	0.841
Fung.Var	1	0.00003521	0.00003521	0.48	0.487
Diat.Fung.Var	3	0.00001729	0.00000576	0.08	0.971
Residual	462	0.03355042	0.00007262		
Total	479	0.03635813			

**ANEXO 10: Análise de variância da regressão linear múltipla do rendimento e factores de análise**

**ANOVA<sup>c</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.435	1	6.435	56.880	.000 <sup>a</sup>
	Residual	5.204	46	.113		
	Total	11.640	47			
2	Regression	7.066	2	3.533	34.755	.000 <sup>b</sup>
	Residual	4.574	45	.102		
	Total	11.640	47			

Tabela 2.6: Coeficientes de regressão para o rendimento do grão

**Model Summary<sup>c</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics		
					R Square Change	F Change	df1
1	.744 <sup>a</sup>	.553	.543	.33636	.553	56.880	1
2	.779 <sup>b</sup>	.607	.590	.31882	.054	6.200	1

a. Predictors: (Constant), Diat    b. Predictors: (Constant), Diat, Fung

Tabela 2.7: Coeficientes do modelo da equação linear do rendimento do grão

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2.933	.119		24.666	.000
Diat	.327	.043	.744	7.542	.000
2 (Constant)	2.590	.178		14.530	.000
Diat	.327	.041	.744	7.957	.000
Fung	.229	.092	.233	2.490	.017

**ANEXO 11: Análise de variância do Rendimento do grão do arroz**

Variate: Rend\_Ton

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.02000	0.01000	0.77	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	1.41556	0.70778	54.80	<.001
Ureia	2	20.82889	10.41444	806.28	<.001
Diat.Ureia	4	0.22889	0.05722	4.43	0.013
Residual	16	0.20667	0.01292		
Total	26	22.70000			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: REND\_Ton

Test statistic W: 0.9664

Probability: 0.406

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 16.67 on 7 degrees of freedom: probability 0.060

**ANEXO 12: Análise de variância do Peso de 1000 sementes do arroz**

Variate: P\_1000

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.00667	0.00333	0.21	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	2.16222	1.08111	68.28	<.001
Ureia	2	8.40667	4.20333	265.47	<.001
Diat.Ureia	4	0.97778	0.24444	15.44	<.001
Residual	16	0.25333	0.01583		
Total	26	11.80667			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: REND\_Kg\_ha

Test statistic W: 0.1830

Probability: 0.109

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 14.42 on 7 degrees of freedom: probability 0.23



**ANEXO 13: Análise de variância do Numero de colmos do arroz**

Variate: Nr\_de\_colmos\_m2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	24.074	12.037	3.62	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	886.741	443.370	133.20	<.001
Ureia	2	49020.963	24510.481	7363.37	<.001
Diat.Ureia	4	27.704	6.926	2.08	0.131
Residual	16	53.259	3.329		
Total	26	50012.741			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Nr. Colmos m2

Test statistic W: 0.1544

Probability: 0.138

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 23.14 on 7 degrees of freedom: probability 0.112

**ANEXO 14: Análise de variância do número de panículas do arroz**

Variate: Nr\_De\_Panic\_m2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	16.074	8.037	2.30	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	741.407	370.704	106.06	<.001
Ureia	2	53079.185	26539.593	7592.78	<.001
Diat.Ureia	4	145.259	36.315	10.39	<.001
Residual	16	55.926	3.495		
Total	26	54037.852			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Nr. De Panic-m2

Test statistic W: 0.1651

Probability: 0.148

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 24.11 on 7 degrees of freedom: probability 0.105

### ANEXO 15: Análise de variância da Altura do arroz

Variate: Altura\_m

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.202	0.101	0.06	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	25.313	12.656	7.17	<.001
Ureia	2	247.669	123.834	70.18	<.001
Diat.Ureia	4	3.893	0.973	0.55	0.698
Residual	259	457.031	1.765		
Total	269	734.107			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Altura\_m

Test statistic W: 0.1601

Probability: 0.77

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 14.42 on 7 degrees of freedom: probability 0.091

**ANEXO 16: Análise de variância do Comprimento do grão do arroz**

Variate: Comp\_mm

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.000222	0.000111	0.02	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	0.082889	0.041444	7.05	0.001
Ureia	2	0.438000	0.219000	37.26	<.001
Diat.Ureia	4	0.046444	0.011611	1.98	0.099
Residual	259	1.522111	0.005877		
Total	269	2.089667			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Comp mm

Test statistic W: 0.1097

Probability: 0.082

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 14.42 on 7 degrees of freedom: probability 0.178

**ANEXO 17: Análise de variância da Largura do grão do arroz**

Variate: Larg\_mm

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.0000496	0.0000248	0.16	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	0.0002585	0.0001293	0.83	0.438
Ureia	2	0.0183163	0.0091581	58.60	<.001
Diat.Ureia	4	0.0008259	0.0002065	1.32	0.262
Residual	259	0.0404770	0.0001563		
Total	269	0.0599274			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: REND\_Kg\_ha

Test statistic W: 0.1101

Probability: 0.082

Teste de homogeneidade de variância de Bartlett

Chi-square 14.42 on 7 degrees of freedom: probability 0.178

**ANEXO 18: Análise de variância da regressão entre o rendimento e os factores analisados**

**ANOVA<sup>c</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	17.602	1	17.602	86.323	.000 <sup>a</sup>
	Residual	5.098	25	.204		
	Total	22.700	26			
2	Regression	18.936	2	9.468	60.372	.000 <sup>b</sup>
	Residual	3.764	24	.157		
	Total	22.700	26			

a. Predictors: (Constant), Ureia

b. Predictors: (Constant), Ureia, Diat

c. Dependent Variable: RendTon

Tabela 3.5: Coeficientes de regressão para o rendimento do grão

**Model Summary<sup>c</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics		
					R Square Change	F Change	df1
1	.881 <sup>a</sup>	.775	.766	.45157	.775	86.323	1
2	.913 <sup>b</sup>	.834	.820	.39602	.059	8.505	1

a. Predictors: (Constant), Ureia b. Predictors: (Constant), Ureia, Diat c. Dependent Variable: Rend

Tabela 3.6: Coeficientes do modelo da equação linear do rendimento do grão

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.222	.230		5.316	.000
	Ureia	.989	.106	.881	9.291	.000
2	(Constant)	.678	.275		2.467	.021
	Ureia	.989	.093	.881	10.594	.000
	Diat	.272	.093	.242	2.916	.008

a. Dependent Variable: RendTon

**ANEXO 19: Análise de variância da regressão entre o peso do grão e os factores analisados**

**ANOVA<sup>c</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.405	1	8.405	61.771	.000 <sup>a</sup>
	Residual	3.402	25	.136		
	Total	11.807	26			
2	Regression	10.541	2	5.270	99.902	.000 <sup>b</sup>
	Residual	1.266	24	.053		
	Total	11.807	26			

a. Predictors: (Constant), Ureia

b. Predictors: (Constant), Ureia, Diat

**ANOVA<sup>c</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.405	1	8.405	61.771	.000 <sup>a</sup>
	Residual	3.402	25	.136		
	Total	11.807	26			
2	Regression	10.541	2	5.270	99.902	.000 <sup>b</sup>
	Residual	1.266	24	.053		
	Total	11.807	26			

a. Predictors: (Constant), Ureia

b. Predictors: (Constant), Ureia, Diat

**ANEXO 20: Análise de variância da regressão entre o peso do grão e os factores analisados**

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	39668.056	1	39668.056	69.013	.000 <sup>a</sup>
	Residual	14369.796	25	574.792		
	Total	54037.852	26			

a. Predictors: (Constant), Ureia

b. Dependent Variable: Nr#\_De\_Panic\_m2

**A) Peso de mil sementes**

Tabela 3.7: Coeficientes de regressão para o peso do grão

**Model Summary<sup>c</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics		
					R Square Change	F Change	df1
1	.844 <sup>a</sup>	.712	.700	.36887	.712	61.771	1
2	.945 <sup>b</sup>	.893	.884	.22968	.181	40.481	1

a. Predictors: (Constant), Ureia    b. Predictors: (Constant), Ureia, Diat    c. Dependent Variable: P.1000

Tabela 3.8: Coeficientes do modelo da equação linear do peso do grão

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	24.022	.188		127.900	.000
	Ureia	.683	.087	.844	7.859	.000
2	(Constant)	23.333	.159		146.405	.000
	Ureia	.683	.054	.844	12.622	.000
	Diat	.344	.054	.425	6.362	.000



**Model Summary<sup>c</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics		
					R Square Change	F Change	df1
1	.844 <sup>a</sup>	.712	.700	.36887	.712	61.771	1
2	.945 <sup>b</sup>	.893	.884	.22968	.181	40.481	1

a. Predictors: (Constant), Ureia    b. Predictors: (Constant), Ureia, Diat    c. Dependent Variable: P.1000

Tabela 3.8: Coeficientes do modelo da equação linear do peso do grão

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	24.022	.188		127.900	.000
	Ureia	.683	.087	.844	7.859	.000
2	(Constant)	23.333	.159		146.405	.000
	Ureia	.683	.054	.844	12.622	.000
	Diat	.344	.054	.425	6.362	.000

a. Dependent Variable: P.1000

**A) Número de panículas**

Tabela 3.9: coeficientes de regressão para o número de panículas

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.865(a)	.748	.727	23.83544	.748	35.558	2	24	.000
2	.857(b)	.734	.723	23.97482	-.014	1.293	1	24	.267

a Predictors: (Constant), Doses de ureia, Doses de diatomite

b Predictors: (Constant), Doses de ureia

Tabela 3.10: Coeficientes do modelo da equação linear do número de panículas

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	118.259	16.539		7.150	.000
	Doses de diatomite	6.389	5.618	.117	1.137	.267
	Doses de ureia	46.944	5.618	.857	8.356	.000
2	(Constant)	131.037	12.207		10.734	.000
	Doses de ureia	46.944	5.651	.857	8.307	.000

a. Dependent Variable: Numero de panículas

**ANEXO 21: Análise de variância da severidade das manchas do arroz**

Variate: Sever1Squre

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.02033	0.01017	0.24	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	0.31010	0.15505	3.61	0.028
Ureia	2	0.06227	0.03114	0.73	0.485
Diat.Ureia	4	0.04829	0.01207	0.28	0.890
Residual	259	11.10903	0.04289		
Total	269	11.55003			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Sever1  
 Test statistic W: 0.6280  
 Probability: 0.056

**ANEXO 22: Análise de variância da incidência da *Alternaria padwickii* nas sementes do arroz**

Variate: A\_P (*Alternaria padwickii*)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Diat	3	479.2	159.7	1.58	0.206
Fung	1	1.6	1.6	0.02	0.901
Var	1	76.6	76.6	0.76	0.388
Diat.Fung	3	496.7	165.6	1.64	0.192
Diat.Var	3	165.7	55.2	0.55	0.652
Fung.Var	1	105.1	105.1	1.04	0.313
Diat.Fung.Var	3	237.2	79.1	0.78	0.509
Residual	48	4843.0	100.9		
Total	63	6404.9			

**ANEXO 23: Análise de variância da incidência do *Fusarium moniliforme* nas sementes do arroz**

Variate: F\_M (*Fusarium moniliforme*)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Diat	3	1058.0	352.7	1.02	0.392
Fung	1	169.0	169.0	0.49	0.488
Var	1	289.0	289.0	0.84	0.365
Diat.Fung	3	493.0	164.3	0.48	0.701
Diat.Var	3	1085.0	361.7	1.05	0.380
Fung.Var	1	0.0	0.0	0.00	1.000
Diat.Fung.Var	3	454.0	151.3	0.44	0.727
Residual	48	16576.0	345.3		
Total	63	20124.0			

**ANEXO 24: Análise de variância da severidade das manchas do arroz**

Variate: Sever2\_Square

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	2	0.00057	0.00028	0.01	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	1.56169	0.78085	15.09	<.001
Ureia	2	0.78904	0.39452	7.62	<.001
Diat.Ureia	4	0.13683	0.03421	0.66	0.620
Residual	259	13.40118	0.05174		
Total	269	15.88931			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: Sever2  
 Test statistic W: 0.7398  
 Probability: 0.062

**ANEXO 25: Análise de variância da incidência da *Alternaria padwickii* nas sementes do arroz**

Variate: AP

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	3	15.56	5.19	0.15	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	18.67	9.33	0.27	0.769
Ureia	2	168.00	84.00	2.39	0.113
Diat.Ureia	4	21.33	5.33	0.15	0.960
Residual	24	844.44	35.19		
Total	35	1068.00			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: A\_P  
 Test statistic W: 0.7084

Probability: 0.022

Chi-square 5.81 on 3 degrees of freedom: probability 0.121

**ANEXO 26: Análise de variância da incidência do *Fusarium moniliforme* nas sementes do arroz**

Variate: FM

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Bloco stratum	3	80.0	26.7	0.26	
Bloco.*Units* stratum					
Diat	2	267.6	133.8	1.32	0.287
Ureia	2	1120.9	560.4	5.51	0.011
Diat.Ureia	4	2500.4	625.1	6.15	0.001
Residual	24	2440.0	101.7		
Total	35	6408.9			

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Data variate: F\_M  
Test statistic W: 0.9600  
Probability: 0.047

Teste de homogeneidade de variâncias de Bartte

Chi-square 3.54 on 3 degrees of freedom: probability 0.316

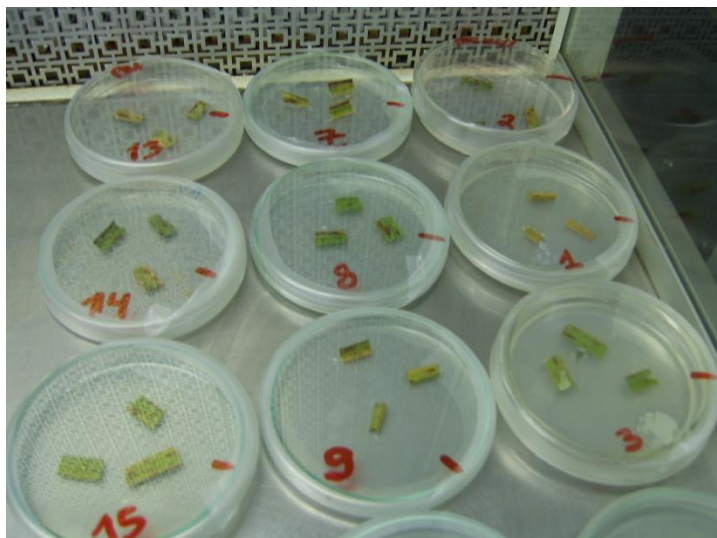
FIGURAS OBSERVADAS NO CAMPO E NO LABORATÓRIO



ANEXOS 27:Manchas foliares observada no ensaio



ANEXO 28:Avaliação da severidade das amostras de campo



ANEXO 29: Placas de petri com pedacos de folhas do arroz



ANEXO 30: Placas de petri com sementes de arroz



ANEXO 31: Talhão adubado com a diatomite



ANEXO 32: Sacos contendo arroz ceifado nos ensaios